

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
2020-DR-041

YALIN ÜRETİM SİSTEMİNDE DİJİTALLEŞME VE
ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARI İLE SÜREÇ
İYİLEŞTİRME ANALİZİ: BİR İMALAT İŞLETMESİNDE
UYGULAMA

HAZIRLAYAN

Özden GÜRSOY

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Hüseyin ŞENKAYAS

AYDIN-2020

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

... / ... / 2020

Özden GÜRSOY

ÖZET

YALIN ÜRETİM SİSTEMİNDE DİJİTALLEŞME VE ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARI İLE SÜREÇ İYİLEŞTİRME ANALİZİ: BİR İMALAT İŞLETMESİNDE BİR UYGULAMA

Özden GÜRSOY

Doktora Tezi, İşletme Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hüseyin ŞENKAYAS

2020, XXX + 377 sayfa

Endüstri 4.0 terimi, üretimin hem küresel lisanı hem de her aşamasının dijitalleştirilerek tüm iş süreçlerinin iyileştirilmesidir. Yalın üretim kavramı, ürünün oluşturulma biçiminden ürün gönderim sürecine kadar bütün işletme faaliyet kademelerinde tüm israfların ortadan kaldırılmasıdır. Dijitalleşmenin üretim sistemleri üzerindeki yansıması olan Endüstri 4.0 ve yalın üretim teknikleri uygulamalarının bütünleşik bir sistem olarak birlikte uygulanması tez çalışmasının temel esasını oluşturmaktadır. Süreçlerde işlevsel mükemmellik seviyesine ulaşabilmek ve dijital dönüşümde başarının önünü açmak için iki felsefenin bir arada yürütülmesi işletmelere birçok avantajı da beraberinde getirmektedir. Bu avantajlar, maliyetlerin minimum seviyeye düşürülmesi, müşteri memnuniyetinin yükseltilmesi, süreçlerin iyileştirilmesiyle verimliliğin artırılması ve müşteri taleplerinin çok hızlı bir biçimde karşılanması olarak sıralanabilir. Yalın üretim sisteminde, üretim hatlarının dijitalleştirilmesi ve Endüstri 4.0 uygulamaları tüm üretim süreçlerinin iyileştirilmesine odaklanır. Çalışmada, bu felsefelerin benimsenmesi ile küresel üretimde ve satışta rekabet gücünün artırılması hedeflenmiştir.

Kendi kendini optimize eden ve “Üretim Veri Toplama ve Barkodlu Ürün Takip Otomasyonu” olarak adlandırılan bu projede, süreçlerde ortaya çıkan sorunların kaynağı tespit edilmiş ve üretim hatlarının hedeflenen verimlilik değerlerini iş merkezlerinden toplanan anlık veriler ile karşılaştırmıştır. Ayrıca miktar, süre, hurda, duruş ve arızayla ilgili bilgilerin takip edilmiştir. Bu bilgilerin her düzeyde ERP sistemine aktarılarak gerçek zamanlı ürün ve stok takibi yapılması, bu veriler ile verimlilik artırıcı, maliyet azaltıcı çalışmalar yapılarak üretim süreçlerinin iyileştirilmesi, tüm aşama boyunca sistemin anında izlenebilmesi ve rapor alınabilmesi kabiliyetiyle oluşan ve oluşabilecek tüm problemlerin engellenmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmada, yalın üretim sistemini uygulayan ve Aydın ilinde otomotiv yan sanayi sektöründe etkinlikte bulunan bir işletmedeki yalın üretim istasyonlarının dijitalleştirilmesi süreçleri ele alınmıştır. Bu kapsamda, MES (Manufacturing Execution System) adı verilen dijital üretim yönetimi sistemi kullanılarak; verilerin anlık giriş yapılma; analiz edilmesi, takibi, analizi ve doğru yorumlanması aracılığıyla Toplam Ekipman Etkinliği (OEE) yöntemi uygulanmıştır. OEE değerlerinin artırılması ve süreçlerin daha olumlu anlamda iyileştirilmesi odaklı uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, MAS sisteminden çekilen raporlardaki verilerle olan, MAS sistemini destekleyen ve destekleyecek, MAS'tan farklı olarak işletmede yer alan farklı dijital yalın üretim tekniklerini kapsayan süreç iyileştirme çalışmalarına yer verilmiştir. Pilot hat olarak seçilen uygulama istasyonunda; manuel olarak giriş yapılan verilerle Geçmiş sisteme ait veriler aracılığıyla analiz edilen 2019 yılı Ağustos-Eylül-Ekim aylarının OEE ortalamaları, MAS'tan alınan anlık verileri aracılığıyla elde edilen ve doğrudan sistemin hesapladığı 2019 yılı Kasım-Aralık / 2020 yılı Ocak ayına ait OEE ortalamaları birbirleriyle ve dünyadaki ideal OEE ortalamasıyla kıyaslanmıştır

Araştırmadan elde edilen sayısal sonuçlar tek başına dijitalleşmenin verimliliğe etkisini göstermez. Düşüncelerin amaçlanan faaliyetlere yönelik eyleme dönüştürülebilmesi için üniversite-sanayi-devlet üçgeninin bir arada hareket ederek dayanıklı ve sürdürülebilir bir tablo oluşturması önemlidir. Bu bağlamda, dijital dönüşüm yolculuğunda işletmelerin verimliliğini artırmaları için, tüm organizasyonların bütüncül şekilde birbirlerini desteklemeleri Endüstri 4.0 yolculuğunda başarının anahtarı olacaktır. Büyüme, istihdam, yatırım, iş dünyası, akademi dünyası ve devlet kurum ve kuruluşları gibi çevrelerde birçok insana farkındalık yaratmaktır. Böylece, ulaşılacak bu yeni seviyenin adaptasyonunun başarılı, kolay bir süreç içinde gerçekleşmesine yardımcı olmak, dijital okuryazarlık seviyesinin artırılmasına ve ülkemizin geleceğine olumlu yönde katkı sağlamak hedeflenmiştir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Yalın Üretim, Dijitalleşme, İmalatta Dijitalleşme, Endüstri 4.0, Süreç İyileştirme

ABSTRACT

DIGITALIZATION IN THE LEAN PRODUCTION SYSTEM AND PROCESS IMPROVEMENT ANALYSIS WITH INDUSTRY 4.0 APPLICATIONS: AN APPLICATION IN A MANUFACTURING COMPANY

Özden GÜRSOY

Doctoral Thesis, Department Of Business Administration

Supervizor: Doç. Dr. Hüseyin ŞENKAYAS

2020, XXX + 377 pages

The term Industry 4.0 is to improve all business processes by digitizing both the global language and every stage of production. The concept of lean production is the elimination of all waste at all operational levels, from the way the product is created to the product delivery process. Applications of Industry 4.0 and lean manufacturing techniques, which are the reflection of digitalization on production systems, together as an integrated system constitutes the basic basis of the thesis work. In order to achieve functional excellence in processes and unlock success in digital transformation, two philosophies need to be carried out together. These advantages can be listed as minimizing costs, increasing customer satisfaction, increasing efficiency by improving processes and meeting customer demands very quickly. In the lean manufacturing system, digitization of production lines and Industry 4.0 applications focus on improving all production processes. In this study, it is aimed to increase the competitiveness in global production and sales by adopting these philosophies.

In this self-optimizing project called “Production Data Collection and Barcode Product Tracking Automation”, the source of the problems arising in the processes has been identified and compared the targeted efficiency values of the production lines with the instant data collected from the business centers. It is also focused on tracking information about quantity, duration, scrap, downtime and failure. By transferring this information to ERP system at all levels, it is aimed to prevent all problems that occur and may occur with the ability to perform real-time product and stock tracking, with these data, to improve production processes by doing productivity enhancing, cost-reducing activities, to be monitored and reported instantly throughout the entire phase.

In the thesis study, the digitalization processes of lean production stations in the enterprise, which implements the lean manufacturing system and are active in the automotive sub-industry sector in Aydın, province are discussed. In this context, using the digital production management system called MAS (Manufacturing Execution System), the Total Equipment Effectiveness (OEE) method was applied through instant data entry, analysis, tracking, analysis and correct interpretation of the data. Applications focused on increasing OEE values and improving processes more positively. Also, process improvement studies covering different digital lean manufacturing techniques in the business, different from MAS, are included with the data in the reports taken from the MAS system, which supports and will support. At the application station selected as a pilot line; OEE averages of August-September-October 2019, which is analyzed through data from past system with entered data manually, OEE averages of November-December / January 2020, calculated directly by the system, obtained through instant data from MAS and compared to the ideal OEE average in the world. OEE is the universal criterion of Industry 4.0

The numerical results obtained from the research alone do not show the effect of digitalization on efficiency. In order for the ideas to be transformed into actions for intended activities, the university-industry-state triangle should act together to form a durable and sustainable picture is important. In this context, the fact that all organizations support each other in order to increase the efficiency of the businesses in the digital transformation journey will be the key to success in the Industry 4.0 journey. The aim of this thesis study is to increase the level of digital literacy by creating awareness in many people in circles such as growth, employment, investment, business world, academy world and government institutions and organizations. By this way, it is aimed to help the adaptation of this new level to be achieved in a successful, easy process to increase the level of digital literacy and to contribute positively to the future of our country.

KEYWORDS: Lean Manufacturing, Digitalization, Digital Manufacturing, Industry 4.0, Process Improvement

ÖNSÖZ

Tez konusu seçiminden tezin bitirilmesine kadar olan tüm süreçlerde ilgi, zaman, bilgi ve tecrübelerini benden hiçbir zaman esirgemeyen sayın danışman hocam Doç. Dr. Hüseyin ŞENKAYAS'a, fikir ve tecrübeleriyle tez çalışmasına büyük katkı sağlayan tez izleme komitesi üyesi sayın hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Engin ÇAKIR ve Dr. Öğr. Üyesi Gülşah SEZEN AKAR'a, doktora öğrenimi sürecinde beni olumlu yönde motive eden sayın hocalarım Doç. Dr. Ece ARMAĞAN'a ve Doç. Dr. Fatma ÇAKIR'a, akademik yönden ilerlemeye karar vermemi sağlayan ve destekleyen sayın hocam Prof. Dr. Mustafa TANYERİ'ye, bu yolculukta motivasyonunu esirgemeyen sayın hocalarım Bahire ŞEKERZADE'ye, Öğr. Gör. Meltem KOLDAY'A ve Öğr. Gör. Özlem TOPDAĞI'na, tez uygulamasını gerçekleştirebilmem için bana ve okuluma güven duyduğundan ötürü kapılarını açan ve ilk iş yerim olan Jantsa Jant Sanayi ve Ticaret A.Ş'nin Genel Müdürü Ercan ÇERÇİOĞLU'na, uygulamanın gerçekleştiği her süreçte bana destek veren OPEX Mühendisi İbrahim ANIL OKCU'ya, Üretim Müdür Yardımcısı Sadık DİLEV'e, Üretim ve Planlama Müdürü Emel ÖDER'e, Üretim Planlama Mühendisi Yağmur OKCU'ya, Yurt içi Satış Şefi Güliz AKAR'a ve Satın Alma Bölümü Sorumlusu İsmail GÖKÇE'ye ve yardımcı olan şirket çalışanlarına, doktora sürecinde her daim manevi desteklerin gördüğüm arkadaşlarım Dr. Hatice BAŞKAYA'ya, Dr. Yasemin KUYUCULAR'a, Uzm. Şefika ŞÖLEN'e, Servet ve Emine DEMİR'e, Gizem PAKNA YILDIZ'a, Aysel GÖKSU'ya, Türkan UYAN'a, Memnune ERTOSUN'a, ve Av. Bahar AYKUTLU'ya, kuzenlerim Ozan UĞUR'a, Burcu OYLUM'a ve Sema MADRAN'a, hayatımın her alanında yanımda olan, günlere gelmemde hiçbir fedakârlıktan çekinmeyen ve en önemli rol sahibi olan annem Kıymet GÜRSOY'a, babam İbrahim GÜRSOY'a, ablam Gülden GÜRSOY'a ve küçücük yaşına rağmen bana her konuda yardımcı olan, araştıran ve gelecekte iyi bir konuma geleceğine inandığım yeğenim Cansın ÇETİN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Özden GÜRSOY

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI.....	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvii
TABLolar DİZİNİ.....	xxiii
RESİMLER DİZİNİ	xxv
EKLER DİZİNİ	xxvii
KISALTMALAR DİZİNİ	xxix
GİRİŞ.....	1
1. BÖLÜM	6
1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	6
1.1. Yalın Üretim Kavramı	6
1.2. Yalın Üretim İlkeleri.....	12
1.3. İsraf ve Türleri	13
1.4. Yalın Üretim Teknikleri.....	18
1.4.1. Kanban.....	18
1.4.2. 5S	21
1.4.3. Toplam Verimli Bakım (TPM).....	24
1.4.4. Değer Akış Haritalama	26
1.4.5. Andon Sistemi	29
1.4.6. Jidoka.....	30
1.4.7. Heijunka.....	32
1.4.8. Poka-Yoke	34
1.4.9. Görsel Yönetim (Mieruka)	36

1.4.10. Shojinka (İş gücü dengeleme) ve U- tipi Üretim Hattı	37
1.4.11. Tek Parça Akışı ve Hücreli İmalat	40
1.4.12. SMED (Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi).....	42
1.4.13. Toplam Kalite Yönetimi (TKY).....	44
1.4.14. Tam Zamanında Üretim	46
1.4.15. Kaizen.....	48
1.4.16. Yalın Altı Sigma.....	51
1.5. Dijitalleşme	55
1.5.1. Dijitalleşme Kavramı	55
1.5.2. Dijitalleşmenin Avantaj ve Dezavantajları.....	60
1.5.3. İmalatta Dijitalleşme	61
1.6. Yalın Üretim Felsefesi ve Endüstri 4.0 Kavramı Arasındaki İlişki	63
1.7. Endüstri 4.0 Kavramı	67
1.7.1. Endüstri 4.0'ın Tarihsel Gelişimi	72
1.8. Endüstri 4.0'ın Bileşenleri.....	75
1.8.1. Siber Fiziksel Sistemler.....	76
1.8.2. Nesnelerin ve Hizmetlerin İnterneti	77
1.8.3. RFID (Radio-Frequency Identification).....	79
1.8.4. Siber Güvenlik.....	81
1.8.5. Sensör	82
1.8.6. Akıllı Fabrika	84
1.8.7. Artırılmış Gerçeklik	87
1.8.8. Yapay Zeka.....	88
1.8.9. 3 Boyutlu 3D Yazıcılar:	90
1.8.10. Büyük Veri	90
1.8.11. Robotlar	93
1.8.12. Simülasyon	94

1.8.13. Yatay ve Dikey Sistem Entegrasyon	95
1.8.14. Bulut Bilişim Sistemi.....	97
1.8.15. Dijital Tedarik Zinciri.....	99
1.9. Türkiye'nin Endüstri 4.0 Sürecindeki Konumu.....	101
1.10. Endüstri 4.0'ın Avantajları ve Zorlukları	102
1.10.1. Endüstri 4.0'ın Avantajları	103
1.10.2. Endüstri 4.0'ın Zorlukları	106
1.11. Süreç Yönetimi ve Süreç İyileştirme	109
1.11.1. Süreç Kavramı	109
1.11.2. Süreç Yönetimi	113
1.11.3. Süreçlerin Görsel Yönetimi	116
1.11.4. Süreç İyileştirme	121
1.12. Toplam Ekipman Etkinliği (Overall Equipment Effectiveness).....	123
2. BÖLÜM	131
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ.....	131
3. BÖLÜM	149
3. BİR İMALAT İŞLETMESİNDEKİ YALIN ÜRETİM SİSTEMİNDE DİJİTALLEŞME VE ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARI İLE SÜREÇ İYİLEŞTİRME ANALİZİNİN UYGULANMASI	149
3.1. Araştırmanın Amacı.....	149
3.2. Araştırmanın Önemi	150
3.3. Araştırmanın Yöntemi	153
3.4. Araştırmanın Kapsamı ve Sınırlılıkları.....	155
3.5. İşletmede MAS Projesi	156
3.5.1. Uygulama Yapılan İşletme Hakkında Genel Bilgi	156
3.5.2. MAS (Manufacturing Execution System) – Üretim Yönetimi Sistemi.....	158
3.5.3. MAS Sistemine Karar Verilme Aşaması.....	165
3.5.4. MAS Sisteminin Adapte Edilmesi Aşamasında Yaşanan Sıkıntılar.....	166

3.5.5. Üretim Duruş Kodları.....	167
3.5.6. MAS Sistem Kullanımı	171
3.5.7. MAS Sisteminin İşletmeye Sağladığı Katkılar	185
3.6. Yalın Üretimde Süreç İyileştirme Uygulama Örnekleri.....	188
3.6.1. SMED Uygulaması.....	188
3.6.2. Jidoka Uygulaması	189
3.6.3. Poka-Yoke Uygulaması.....	191
3.6.4. Heijunka	193
3.6.5. SO&P Sistemi (Satış ve Operasyonel Planlama)	194
3.6.6. E-Kanban Sistemi.....	195
3.6.7. Andon Sistemi	197
3.7. Değer Akış Haritalama Çalışması	202
3.7.1. İyileştirme Alan Seçimi.....	202
3.7.2. İdeal Proses Akışının Belirlenmesi	204
3.7.3. Operasyon 12 Üretim Kapasitesi Artırma İyileştirme Projesi.....	218
3.8. Toplam Ekipman Etkinliği (OEE) Uygulama Çalışması	224
3.8.1. Geçmiş sisteme ait 2019 Ağustos, Eylül ve Ekim Ayları OEE Verileri	225
3.8.2. MAS Sistemi Son 3 Aylık Verilerinin Değerlendirilmesi.....	228
3.8.3. Seçilen Pilot Hatta MAS Sisteminden Çekilmiş Olan Süreç İyileştirme Çalışmaları	244
4. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	252
4.1. Tartışma.....	261
5. KAYNAKLAR.....	265
6. EKLER.....	298
ÖZGEÇMİŞ.....	377

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Yalın ve Üretim Maliyeti Arasındaki Teorik İlişki	6
Şekil 1.2. Yalın Düşünce Modeli	13
Şekil 1.3. Yalın Üretimde Üç M.....	14
Şekil 1.4. Parça Akışı ve Kanban	19
Şekil 1.5. Bulut Kanban Çerçevesi	20
Şekil 1.6. 5S Yönteminin Uygulama Adımları	22
Şekil 1.7. TPM Uygulama Planı	25
Şekil 1.8. Değer Akışı Haritalandırma Adımları	27
Şekil 1.9. Andon Sisteminin Etkileşimi	29
Şekil 1.10. Endüstride Jidoka Kavramı	31
Şekil 1.11. Heijunka Kontrollü Üretim Sistemi	33
Şekil 1.12. Poka-Yoke'nin Yöntem Bilimi	35
Şekil 1.13. Hat Tasarımı (a) Düz Hat Tasarımı (b) U Tip Hat Tasarımı	39
Şekil 1.14. Tek Parça Akışı	40
Şekil 1.15. Hücreli İmalat	41
Şekil 1.16. SMED Kavramsal Aşamaları ve Pratik Teknikler	43
Şekil 1.17. Kaizen Şemsiyesi	49
Şekil 1.18. Yalın Altı Sigma İçin Kavramsal Model	53
Şekil 1.19. Yalın Altı Sigma	54
Şekil 1.20. Üretim Şirketlerinde Dijital Dönüşüm Yapabilme Yolları	59
Şekil 1.21. Yalın Yönetim ve Endüstri 4.0'ın Ortak Noktaları	64
Şekil 1.22. Yalın üretim Sisteminde Dijitalleştirme Potansiyellerinin Belirlenmesi Modeli	65
Şekil 1.23. Endüstri 4.0 İçin Porter Stili Bir Değer Yapısı	69
Şekil 1.24. Endüstri 4.0'ın Referans Mimari Modeli	70
Şekil 1.25. Endüstri 4.0'ın Evrimsel Gelişimi	73
Şekil 1.26. Endüstri Devrimlerinin Yaratdığı Dönüşümler	75

Şekil 1.27. Siber-Fiziksel Üretim Sistemleri.....	76
Şekil 1.28. Web Tabanlı İnternet Ortamından Nesnelerin İnterneti Tabanlı Bir Ortama Geçiş.....	77
Şekil 1.29. Petrokimya Endüstrisinde Akıllı Bir Fabrikanın Teknoloji Beklentisi ve Planı.	84
Şekil 1.30. Temel Kavramlar ve CPS ile Birlikte 'Akıllı Fabrika' Yapısı.....	86
Şekil 1.31. Gerçeklik-Sanallık Sürekliliği	87
Şekil 1.32. Endüstriyel Yapay Zekâ Ekosistemi.....	89
Şekil 1.33. Endüstri 4.0 Kapsamında Dikey ve Yatay Entegrasyon.....	96
Şekil 1.34. Bulut Bilişim Servisleri ve Sundukları Hizmetler	98
Şekil 1.35. Dijital Tedarik Zinciri Çerçevesi	100
Şekil 1.36. 27 Temmuz 2014-13 Temmuz 2019 Tarihleri Arasında Türkiye’de Endüstri 4.0’ın Google Üzerinden Aranma Trendi.....	101
Şekil 1.37. Sanayinin Dijital Olgunluk Seviyesi.....	102
Şekil 1.38. Endüstri 4.0 Teknolojileri ve İşletmeye / Ekonomiye Kazandırdıkları	106
Şekil 1.39. İş Süreci Mimarisi.....	111
Şekil 1.40. RFID ile Kargo Yönetimi Sistemi Blok Şeması	117
Şekil 1.41. Süreç Haritası - Müşteri Talebinin Karşıllanması Süreci	118
Şekil 1.42. Malzeme Gereksinimi Talebi İşlemek İçin İş Akışı Örneği	120
Şekil 1.43. Altı Ana Üretim Kaybına Dayanarak OEE'nin Hesaplanması	127
Şekil 3.1. Arıza (Çağrı Tipi / Çağrı Nedeni).....	169
Şekil 3.2. MAS Kullanım Ekranı 1	171
Şekil 3.3. MAS Kullanım Ekranı 2	172
Şekil 3.4. MAS Kullanım Ekranı 3	172
Şekil 3.5. MAS Kullanım Ekranı 4	173
Şekil 3.6. MAS Kullanım Ekranı 5	173
Şekil 3.7. MAS Kullanım Ekranı 6	174
Şekil 3.8. MAS Kullanım Ekranı 7	174
Şekil 3.9. MAS Kullanım Ekranı 8	175

Şekil 3.10. MAS Kullanım Ekranı 9	175
Şekil 3.11. MAS Kullanım Ekranı 10	176
Şekil 3.12. MAS Kullanım Ekranı 11	176
Şekil 3.13. MAS Kullanım Ekranı 12	177
Şekil 3.14. MAS Kullanım Ekranı 13	177
Şekil 3.15. MAS Kullanım Ekranı 14	178
Şekil 3.16. MAS Kullanım Ekranı 15	178
Şekil 3.17. MAS Kullanım Ekranı 16	179
Şekil 3.18. MAS Kullanım Ekranı 17	179
Şekil 3.19. MAS Kullanım Ekranı 18	180
Şekil 3.20. MAS Kullanım Ekranı 19	180
Şekil 3.21. MAS Kullanım Ekranı 20	181
Şekil 3.22. MAS Kullanım Ekranı 21	181
Şekil 3.23. MAS Vardiya Kontrol Formu	182
Şekil 3.24. Power BI Raporu 1	183
Şekil 3.25. Power BI Raporu 2	183
Şekil 3.26. Power BI Raporu 3	184
Şekil 3.27. Power BI Raporu 4	184
Şekil 3.28. Geçmiş Sistem OEE Veri Hesaplama Kalemleri	185
Şekil 3.29. İşletmenin Ürün Dengeleme Süreci	194
Şekil 3.30. S&OP Ekranı 1	194
Şekil 3.31. S&OP Ekranı 2	195
Şekil 3.32. İşletmenin E-Kanban Rotası	196
Şekil 3.33. Andon Sistemi Elektrik Arızası Ekranı 1	198
Şekil 3.34. Andon Sistemi Elektrik Arızası Ekranı 2	198
Şekil 3.35. Andon Sistemi Elektrik Arızası Ekranı 3	199
Şekil 3.36. Andon Sistemi Elektrik Arızası Ekranı 4	199

Şekil 3.37. Andon Sistemi Elektrik Arızası Ekranı 5.....	200
Şekil 3.38. Andon Sistemi Mekanik Arızası Ekranı 1	201
Şekil 3.39. Andon Sistemi Mekanik Arızası Ekranı 2	201
Şekil 3.40. Hedeflenen Ciro Grafiği (2019 Yılı).....	203
Şekil 3.41. Hedeflenen Üretim Miktarı (Adet)	203
Şekil 3.42. Hedeflenen Ürün Çeşitliliği	203
Şekil 3.43. Operasyon Kullanım Frekansları	205
Şekil 3.44. Ürün Ailelerinin Operasyonel Kriterlere Göre Belirlenmesi.....	206
Şekil 3.45. Ürün Ailesi Bazında Ağırlıklı Çevrim Zamanı Hesaplaması	207
Şekil 3.46. Ürün Ailesi Bazında Ağırlıklı Hız Kaybı Hesaplaması.....	208
Şekil 3.47. Proje Ekibinin Belirlediği Proses Kutuları ve Tanımlar	209
Şekil 3.48. Mevcut Durum Değer Akış Haritası	211
Şekil 3.49. Mevcut Durum Kapasite ve Kayıp Analiz.....	211
Şekil 3.50. Kayıpların Eliminasyonu Projeleri ve Gelecek Durumun Kurgulanması.....	213
Şekil 3.51. Gelecek Durum Değer Akış Haritası	217
Şekil 3.52. Gelecek Durum Kapasite ve Kayıp Analizi.....	217
Şekil 3.53. 12. Operasyon Kayıp Analizi ve Kayıp Türlerinin Kayıp Oranları.....	218
Şekil 3.54. Mevcut Duruma Göre Hedef Belirleme Analizi	219
Şekil 3.55. SIPOC Diyagramı	219
Şekil 3.56. Tezgahının Kalıp Değişim Süresinin Uzun Olma Sebebinin Neden ve Neden Analizi 1	220
Şekil 3.57. Tezgahının Kalıp Değişim Süresinin Uzun Olma Sebebinin Neden ve Neden Analizi 2	220
Şekil 3.58. Set-Up Analizi	221
Şekil 3.59. Mevcut Duruma İlişkin Kayıp ve Katma Değer Zaman Göstergeleri	222
Şekil 3.60. Mevcut Duruma İlişkin Kayıp ve Katma Değer Zaman Grafikselsel Gösterimi ..	222
Şekil 3.61. 2019 Yılı Ağustos Ayı Geçmiş Sistem OEE Verileri.....	226
Şekil 3.62. 2019 Yılı Eylül Ayı OEE Geçmiş Sistem OEE Verileri.....	226

Şekil 3.63. 2019 Yılı Ekim Ayı OEE Geçmiş Sistem OEE Verileri	227
Şekil 3.64. Kasım Ayı Üretim Duruş Sebep Grafiği	229
Şekil 3.65. Kasım Ayı Hurda Rötüş Sebep ve Miktar Grafiği	230
Şekil 3.66. Kasım Ayı Hurda Rötüş Miktar ve Sağlam Miktar Grafik Görünümü	232
Şekil 3.67. Kasım Ayı OEE Verileri	232
Şekil 3.68. Kasım Ayı OEE Veri Grafiği	234
Şekil 3.69. Aralık Ayı Üretim Planlı - Plansız Duruş Sebep Grafiği	235
Şekil 3.70. Aralık Ayı Hurda Rötüş Sebep ve Miktar Grafiği	235
Şekil 3.71. Aralık Ayı Hurda Rötüş Miktar ve Sağlam Miktar Grafikselle Görünümü.....	237
Şekil 3.72. Aralık Ayı OEE Verileri	237
Şekil 3.73. Aralık Ayı OEE Veri Grafiği	239
Şekil 3.74. Ocak Ayı Hurda Rötüş Sebep ve Miktar Grafiği	240
Şekil 3.75. Ocak Ayı Hurda Rötüş Miktar ve Sağlam Miktar Grafikselle Görünümü	241
Şekil 3.76. Ocak Ayı OEE Verileri	241
Şekil 3.77. Ocak Ayı OEE Veri Grafiği	242
Şekil 3.78. Kasım-Aralık-Ocak Ayları Ortalama OEE Verileri.....	243
Şekil 3.79. Kasım-Aralık-Ocak Ayları Ortalama OEE Verileri Grafiği	244



TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1. Yalın Üretim Tarihi ve Zaman Çizelgesi	7
Tablo 1.2. Yalın Üretimin Avantajları ve Riskleri	10
Tablo 1.3. Üretimde ve Hizmetlerde İsrar Türleri ve Hataları	16
Tablo 1.4. Yalın Üretimi ile Endüstri 4.0'ı Birleştirmek İçin Kullanım Vakaları Örnekleri.	32
Tablo 1.5. TKY ile Yalın Arasındaki Benzerlikler ve Farklılıklar.....	46
Tablo 1.6. Dijital Fabrika ve Dijital İmalat Terimlerin Karşılaştırılması.....	62
Tablo 1.7. Günümüz Fabrikasıyla ve Bir Endüstri 4.0 Fabrikasının Karşılaştırılması	66
Tablo 1.8. Yalın Üretim Teknikleri ve Endüstri 4.0 Teknolojileri Arasındaki İlişki	67
Tablo 1.9. Sanayi Devrimlerinin Kronolojik Gösterimi.....	73
Tablo 1.10. Akıllı Fabrikaların Geleneksel Fabrikalara Göre Teknik Özelliklerinin Karşılaştırılması.....	85
Tablo 1.11. Simülasyon Modelleme Paradigmasının Evrimi.....	95
Tablo 1.12. Bulut Bilişim Avantaj ve Dezavantajları	99
Tablo 1.13. Endüstri 4.0'a Makro ve Mikro Perspektif Açısından Temel Bakış.....	104
Tablo 1.14. Üretim Performansını Etkileyen 16 Büyük Kayıp	128
Tablo 2.1. Yalın Üretim Teknikleri, İmalatta Dijitalleşme, Süreç İyileştirme ve Toplam Ekipman Etkinliği (OEE)'Ne İlişkin Çalışmalara Genel Bakış	132
Tablo 3.1. VSM Çalışması Sonucunda Yapılacak İyileştirmelerin Hedef Karlılığa Etkileri	204
Tablo 3.2. Mevcut Durum Değer Akış Haritalama Göstergeleri	210
Tablo 3.3. Operasyon 3 İçin Hedeflenen Gelecek Durum Analizi.....	214
Tablo 3.4. Operasyon 7 İçin Hedeflenen Gelecek Durum Analizi.....	214
Tablo 3.5. Operasyon 12 İçin Hedeflenen Gelecek Durum Analizi.....	215
Tablo 3.6. Operasyon 21 İçin Hedeflenen Gelecek Durum Analizi.....	215
Tablo 3.7. Operasyon 24 İçin Hedeflenen Gelecek Durum Analizi.....	216
Tablo 3.8. Darboğaz Oluşturan Seçilen Operasyonlarda Gelecek Durum (Hedeflenen) Değer Akış Haritalama Göstergeleri	216
Tablo 3.9. Çözüm Önerilerine Yönelik Aksiyon Planı	223

Tablo 3.10. Kasım Ayı Üretim Duruş Sebep Süreleri Tablosu.....	229
Tablo 3.11. Kasım Ayı Hurda Rötüş Miktar ve Sağlam Miktar Tablo Görünümü	232
Tablo 3.12. Aralık Ayı Üretim Planlı - Plansız Duruş Sebep Süreleri Tablosu.....	234
Tablo 3.13. Aralık Ayı Hurda Rötüş Miktar ve Sağlam Miktar Tablo Görünümü.....	237
Tablo 3.14. Ocak Ayı Üretim Planlı - Plansız Duruş Sebep Süreleri Tablosu	239
Tablo 3.15. Ocak Ayı Hurda Rötüş Miktar ve Sağlam Miktar Tablo Görünümü	241
Tablo 3.16. Kalıp Bakım Bölümü ve Atölye Süreç İyileştirme Çalışmaları.....	247
Tablo 3.17. Üretim Bölümü Süreç İyileştirme Çalışmaları.....	247
Tablo 3.18. Toplam verimli Bakım Bölümü Süreç İyileştirme Çalışmaları	248
Tablo 3.19. İşletmenin 6 Aylık OEE Değerlerinin Birbirleriyle Karşılaştırılması	249
Tablo 3.20. İşletmenin OEE Değerlerinin Dünyadaki Standart Değeriyle Karşılaştırılması	250

RESİMLER DİZİNİ

Resim 3.1. SMED Uygulaması 1.....	188
Resim 3.2. SMED Uygulaması 2.....	188
Resim 3.3. Jidoka Örneği 1	189
Resim 3.4. Jidoka Örneği 2	190
Resim 3.5. Jidoka Örneği 3	191
Resim 3.6. Poka-Yoke Örneği 1	191
Resim 3.7. MAS Hurda / Rework Giriş Görüntüsü 1.....	192
Resim 3.8. Poka-Yoke Örneği 2.....	192
Resim 3.9. MAS Hurda / Rework Giriş Görüntüsü 2.....	193

EKLER DİZİNİ

Ek 1. Toplam Verimli Bakım Bölümü Süreç İyileştirme Çalışmaları	298



KISALTMALAR DİZİNİ

3D	: 3 Boyut Genişletilebilir İşaretleme Dili
3M	: Muda, Mura, Muri.
5S	: Seiri, Seiton, Seiso, Seikutsu, Shitsuke
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AHP	: Analitik Hiyerarşı Prosesi
APPsist	: Akıllı Üretim için Akıllı Bilgi Servisleri
APS	: İleri Planlama ve izelgeleme
AR	: Artırılmış Gerçeklik
ATM	: Automatic Teller Machine (Bankamisraf)
BİT	: Bilgi ve İletişim Teknolojileri
CEO	: Chief Executive Officer
CNC	: Bilgisayar Sayımlı Yönetim
CPS	: Siber Fiziksel Sistemler
DMAIC	: Tanımla-Öl-Analiz et-Geliştir- Kontrol et
DSC	: Dijital Tedarik Zinciri
DT	: Digital Twin – Dijital İkiz
ERP	: Kurumsal Kaynak Planlaması
HMI	: İnsan Makine Arabirimi
IIoT	: Endüstriyel Nesnelerin İnterneti
IoT	: Nesnelerin İnterneti- Internet of Things
IT	: Bilgi Teknolojileri
JIT	: Tam Zamanında Üretim
KOBİ	: Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler
LP	: Lean production- yalın üretim
MAS	: Manufacturing Execution System
MES	: Üretim Yürütme Sistemlerini

NEE	: Net Ekipman Etkinliği
OEE	: Toplam Ekipman Etkinliği
PLC	: Programmable Logic Controller
PwC	: PricewaterhouseCoopers
RFID	: Radyo Frekanslı Tanımlama
SBO	: Simölasyon Bazlı Optimizasyon :
SCM	: Tedarik Zinciri Yönetimi
SMED	: Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi
SMO	: Simölasyon Bazlı Çok Amaçlı Optimizasyonun
TAEE	: Toplam Ağırlıklandırılmış Ekipman Etkinliği
TÇE	: Toplam Çıktı Etkinliği
TEE	: Toplam Ekipman Etkinliği
TKY	: Toplam Kalite Yönetimi
TPM	: Toplam üretken (verimli) bakım
TPS	: Toyota production system
TTE	: Toplam Tesis Etkinliği
TÜS	: Toyota üretim sistemi
USD	: Amerika Birleşik Devletleri Doları (Para Birimi)
ÜEE	: Üretim Ekipman Etkinliği
VSM	: Değer Akış Haritalama
Web	: Dünya Çapında Ağ

GİRİŞ

Üretim yönetiminin esası yalın düşünebilmektir. İsrafların yok edilmesi, verimlilik, esneklik, müşteri memnuniyeti, karlılık vb. gibi birçok amaçları olan yalın felsefenin dijital dönüşümle beraber küresel piyasa ortamında tek başına yeterli olamayacağı ortaya çıkmaya başlamıştır. Endüstri 4.0'ın işletmeye sunmuş olduğu avantajlar sayesinde dijital yol haritasının çizilme gerekliliği doğmuştur. Yalın üretim felsefesiyle, Endüstri 4.0'ı kolektif bir şekilde hayata geçirecek olan işletmelerin süreçleri iyileşecektir. Buna bağlı olarak küresel tedarik zinciri ortamında rekabet avantajı yakalayacaklardır. Nguyen ve Do (2016: 590) çalışmasında belirttiği üzere, “Yalın üretim teknikleri, imalat işleminde israfları ortadan kaldırmak için kullanılan bir dizi araç ve yöntemdir. Avantajları; maliyet azaltma, çıktıyı iyileştirme ve tedarik süresini kısaltmayı içerir.” Scurati vd. (2018: 68) araştırmasında, “Endüstri 4.0, üretim ortamının artan dijitalleşmesi ve otomasyonu, ürünler ile çevreleri ve iş ortakları arasındaki iletişimi sağlamak, dijital bir değer zinciri oluşturulması için ortaya çıkan bir paradigma” olduğundan bahsetmiştir.

Satoglu vd. (2018: 56-57) çalışmasında, “Endüstri 4.0, yanlış yönetilen ve zayıf organize üretim sistemlerinin sorunlarını tam olarak çözemeyeceğini, bileşenlerinin, otomasyondan önce başarıyla gerçekleştirilen yalın faaliyetlere uygulanması gerektiğini” belirtmiştir. Bu bağlamda, verilerin anlık olarak girilmesi, takibi, analiz edilmesi ve doğru yorumlanması, iki felsefenin eşgüdümlü yürütülmesi açısından dijital dönüşümde başarıya ulaşmanın anahtarı olacaktır. Endüstri 4.0'ın bileşenlerin üretim sistemlerindeki teknolojilere entegre edilmesi verilere 7 / 24 gerçek zamanlı olarak ulaşabilme ve veri transferi sirkülasyonun sürekliliğinin sağlanmasına yardımcı olur. Yalın üretim sistemini uygulayan işletmeler, süreçlerin devamlı olarak iyileştirilmesine odaklanır. İşletmedeki gerçek dünyadaki yalın sistemle toplanan verilerin, sanal dünyadaki (dijital dünya) bileşenlerle bütünleştirilmesi verimlilik, kalite, kapasite, piyasa giriş hızı, inovasyon, müşteri memnuniyeti, karlılık vb. unsurların artmasına, israfların, maliyetlerin azalmasına ve süreçlerin iyileştirilmesine yardımcı olacaktır. Ayrıca, yalın üretimde sürekli iyileştirme üzerinde çalışan personelin yetkinliği yüksek olacağından ötürü, dijital dönüşüm sürecine adapte olması da kolay olacaktır. Yalın felsefenin hayata geçirilmediği işletmelerde elde edilen verilerin doğru bir şekilde analiz edilme oranı düşüktür. Bu durum işletme açısından bir tehdit unsuru olarak algılanmalıdır. Üretimde dijitalleşme sürecinde işletmelerdeki

verileri anlık olarak paylaşıldığından iletişimin sürekli olması ve yalın felsefeyle yorumlanmasıyla tüm sorunlara çözüm bulmak mümkün olacaktır.

Machado vd. (2019: 1113-1118) araştırmasında belirttiği üzere, “Dijitalleşme, küresel piyasa rekabet ortamını değiştirmekte ve şirketlerin dijital dönüşüm sürecinde ilerleme kaydetme hususunda zorlanmaktadır”. Şirketlerin bu süreçte üst yönetimin desteğiyle diğer çalışanlarla beraber “dijitalleşme tabanlı örgüt kültürü”nü benimsemeleri gerekir. Dijital ve teknolojik okuryazarlık seviyesinin yükseltilmesi için, güçlü stratejilerin oluşturulması ve eğitimlerin verilmesi önemli bir adım olacaktır. Majstorovic (2014: 27) çalışmasında, “Dijital imalat, dijital doğrulamalarını sağlamak için üretim zincirinin tüm elemanlarının dijital modellerinin geliştirilmesini ifade eder” şeklinde görüşünü belirtmiştir. Üretim sistemlerine dijital teknolojinin entegre edilmesi baştan itibaren tüm makinelerin ya da ekipmanların değiştirilmesi anlamına gelmemektedir. İşletmeler dijital dönüşüme geçme sürecinde büyük yatırımlar yapılacağını düşünerek endişe duymaktadır. Oysaki mevcut olan teknoloji üzerinden dijital sistemin adapte edilebilme kabiliyeti işletmelere büyük avantajlar sağlayacaktır. Teknik alt yapının kurulması için gereken sermaye konusunda da devlet tarafından işletmelerin desteklenmesi olumlu yönde farkındalık oluşmasını sağlayacaktır.

Yalın üretim, küresel otomotiv endüstrisinde bir standarttır. Diğer imalat sektörlerinde, endüstrilerde hizmet ederek zemin kazanmaktadır. İsraf azaltma konusundaki vurgu, stok azaltma, süreç sadeleştirilmesi, katma değer yaratmayan görevlerin tanımlanması ve kaldırılması olarak pratik yapmıştır (Arunagiri ve Gnanavelbabu, 2014: 2168). Yapılan çeşitli çalışmalar; tedarik süreleri, verimlilik, kalite ve diğer işletme boyutları açısından yalın üretimin faydalarına ilişkin deneysel kanıtlar sağlamıştır. Bu tür kanıtlar çoğunlukla otomotiv sektöründeki yalın üretimin kaynağına uygun olan üretim tesislerinden gelmektedir (Soliman ve Saurin, 2017: 136). Dünya çapında yapılan araştırmalar incelendiğinde, otomotiv ana sanayi ve otomotiv yan sanayi sektörlerinde Endüstri 4.0 bileşenlerinin üretim sistemine kolay bir şekilde adapte olması yetkinliği, bu çalışmanın uygulama bölümü için seçilen sektörün doğru bir seçim olduğunun göstergesidir. Ayrıca, dijital üretimde başarı oranının yüksek olacağı sektörlerin başında gelen otomotiv sanayinde; üretim payının fazla olması, yatırımların bu sektöre yönelik olacağı ve işsizlik endişenin olduğu bu ortamda farklı vasıfların gelişebileceği sektör olmasından ötürü büyük önem taşımaktadır. Küresel tedarik zincirinde paydaş konumunda olan iki sektörün entegre bir şekilde çalışma ortamının sağlanması ve anlık verilerin yalın bakış açısıyla yorumlanması sayesinde teknolojik ve dijital olgunluk düzeyinin artması beklenmektedir.

Dünyada yalın üretim felsefesini üretim yönetiminde kullanan sektör olarak otomotiv sektörü göze çarpmaktadır. Teknik olarak temel zeminin oluşturulması, bilgi ve iletişim sistemleri, dijital üretim alt yapısı, çalışanların dijital okuryazarlık yetenek bilincinin gelişmesi gibi yetkinliklere sahip olan organizasyonlarda otomotiv sektörünün ön plana çıktığı belirlenmiştir. Tezin uygulama yeri seçiminde, işletmelerin arasından öncelikli kriterlere sahip olan işletmenin en önemli özelliği, Aydın ilinde yalın üretim felsefesiyle üretimde dijitalleşme sürecine geçen ilk işletme olmasıdır. Bu kapsamda ildeki (ülkedeki diğer illerdeki işletmeler de dâhil) diğer işletmelere de örnek teşkil edecektir. Seçimde ikinci belirleyici kriter ise, işletmenin küresel piyasada (%75 ihracat odaklı piyasa sahipliği) otomotiv yan sanayinde faaliyet göstermesi etkenidir. Küresel rekabet avantajı sağlayabilmek, katma değer yaratan işler geliştirmek, ülke ekonomisine iyi yönde katkı sağlamak, maliyetleri azaltmak, kar elde edebilmek, israfları ortadan kaldırmak, yüksek teknolojik altyapıyla üretim yapmak, problemlere anında müdahale edebilmek, süreçleri iyileştirmek ve dijital yetkinlikleri olan personellerle çalışabilmek için işletmelerin dijital dönüşüme hazır halde bulunmaları günümüz dünyasında ve gelecekte kaçınılmaz bir hal alacaktır.

Çalışmanın uygulama kısmı, Aydın ilinde otomotiv yan sanayi sektöründe üretim yapan bir işletmede gerçekleştirilmiştir. İşletmede yalın üretim hatlarının dijitalleştirilmesi için, Üretim Veri Toplama ve Barkodlu Ürün Takip Otomasyonu olarak adlandırılan dijital üretim sistemi (projesi) uygulanmıştır. MAS (Manufacturing Execution System) sisteminin üretim sistemine entegre edilmesiyle birlikte OEE yöntemi kullanılmıştır. Anlık olarak tüm verilerin girilmesi, kaydedilmesi, takip edilmesi, analiz edilebilmesi ve doğru değerlendirilmesi adına süreçlerin daha etkin bir şekilde iyileştirilebilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, hatlardan elde edilen anlık veriler sayesinde; üretilen adet, üretim zamanı, hurda miktarı ve sebepleri, duruş nedenleri, arızaya neden olan sorunlar, OEE değerleri, üretim sürecinde uygulanabilecek birçok analizin elde edilmesi gibi imkânlarla gerçek zamanlı olarak ulaşılmaktadır. MAS dijital sistemi, işletmede kullanılan Navigation adı verilen ERP sistemiyle eşgüdümlü olarak entegreli bir şekilde çalışmaktadır. MAS sistemi kullanılarak elde edilen veriler sayesinde; OEE'nin artırılması, üretilen ürün sayısının denetim altında tutulabilmesi, stok yönetiminin müşteri taleplerine uygun bir şekilde yönetilebilmesi, verimliliğinin maksimum seviyeye çıkarılması ve proseslerde bariyer olarak tanımlanan problemlerin ortaya çıkarılması sağlanır. Bu süreçte, sistemi kullanacak olan personelin çevik bir şekilde dijital dönüşüme uyum sağlama ve dijital okuryazarlık

altyapısına sahip olma yetkinliği büyük önem taşımaktadır. MAS sistemi, maliyetlerin azaltılması, müşteri memnuniyetinin artırılması, küresel rekabet avantajı sağlanması ve süreçlerin iyileştirilmesi adına dijital süreç yolculunda güçlü bir destekçidir.

Bu çalışmada çözümlenmek istenen ve cevabı aranan araştırma soruları şu şekildedir:

1. Yalın üretim tekniklerinin kullanılması israfı azaltır mı?
2. Endüstri 4.0 ve dijital uygulamalar yalın üretime alternatif bir seçenek midir?
3. Anlık verinin izlenmesi mi yoksa veriyi temelinde fark edip eş zamanlı aksiyon almak mı gerekir?
4. Endüstri 4.0 uygulamaları performansı arttırır mı?
5. Endüstri 4.0 ve dijital uygulamalar süreçleri iyileştirir mi?

Çalışma 3 ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, yalın üretim kavramıyla ilgili temel kavramlar, yalın üretim teknikleri, dijitalleşme ve imalatla dijitalleşme, yalın üretim felsefesi ve Endüstri 4.0 kavramı arasındaki ilişki, Endüstri 4.0 kavramı ve bileşenleri, Türkiye'nin Endüstri 4.0 sürecindeki konumu, Endüstri 4.0'ın avantajları ve zorlukları, süreç yönetimi, süreç iyileştirme ve toplam ekipman etkinliğinden detaylı olarak bahsedilmiştir. İkinci bölümde; yalın üretim teknikleri, imalatla dijitalleşme, süreç iyileştirme ve toplam ekipman etkinliği (OEE) yöntemini entegre olarak kapsayan ve yapılan çalışmaya ışık tutan araştırmaların özetlerine değinilmiştir. Üçüncü bölümde ise; araştırmanın amacına yönelik otomotiv yan sanayi sektöründe faaliyet gösteren uygulamaya yer verilmiştir. Uygulamada önce, MAS sistemi hakkında ayrıntılı ve kapsamlı konu anlatımından söz edilmiştir. MAS sistemine destek olacak ve MAS'tan alınan verilerle farklı dijital yalın üretim teknikleri ile süreç iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. Yalın üretim hatlarında dijitalleşme ve Endüstri 4.0 uygulamaları ile süreç iyileştirme analizi OEE yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Geçmiş sisteme ait manuel olarak alınan OEE değerlerinin ortalamalarıyla, MAS sisteminden alınan anlık veriler sayesinde dijital olarak hesaplanan OEE değerleri arasında kıyaslamalar yapılmıştır. Ayrıca alınan OEE ortalamaları, dünya ideal OEE ortalamasıyla karşılaştırılmış olup, değerlendirmeler yapılmıştır. Uygulama bitiminde, çalışmayla ilgili sonuç, öneri ve tartışmalara yer verilmiştir.

1. BÖLÜM

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde yalın üretim kavramı, ilkeleri, israf ve türlerinden bahsedilmiş olup, yalın üretim felsefesini esas olan yalın üretim tekniklerine yer verilmiştir. Dijitalleşme kavramını kapsayan imalatla dijitalleşme, dijitalleşmenin avantaj ve dezavantajları incelenmiştir. Üretimde dijital dönüşüm kavramı olarak tanımlanan “Endüstri 4.0” terimine giriş yapılmadan önce, yapılan tez çalışmasının temelini kapsayan Yalın Üretim Felsefesi ile Endüstri 4.0 kavramları arasındaki kombine ilişkiden bahsedilmiştir. Daha sonra, Endüstri 4.0 kavramı; tarihsel gelişimi ve bileşenleriyle detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Özellikle ülkemizde yeni yeni gündeme gelen bu kavramın sürdürülebilir durumunun incelenmesi ve kritiğinin yapılması açısından “Türkiye’nin Endüstri 4.0 Sürecindeki Konumu” araştırılmıştır. Bu büyük dijital dönüşüm hakkındaki süreçte insanlara bir bakış açısı kazandırmak amacıyla Endüstri 4.0’ın avantajları ve zorlukları konusuna değinilmiştir. Araştırmada, yalın üretim hatlarında dijitalleşme ve Endüstri 4.0 uygulamalarının bütünleşik bir şekilde işletmeye uygulanmasıyla süreçlerin iyileştirilmesi konusu ele alındığından dolayı, süreç kavramı, süreç yönetimi, süreç iyileştirme ve süreçlerin görsel yönetimi konularından incelenmiştir. Süreçlerin iyileştirilmesi yöntemi Toplam Ekipman Etkinliği (OEE) yöntemiyle gerçekleştirildiğinden ötürü metotun kapsamı ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır.

1.1. Yalın Üretim Kavramı

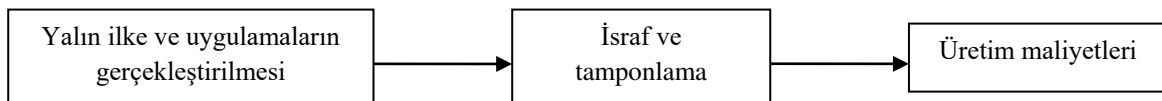
Yalın üretim, giderek daha fazla küresel pazarda rekabet edebilmek için dünyadaki birçok büyük imalat sanayinin benimsemeye çalıştığı girişimlerden birisidir (Rajenthirakumar ve Shankar, 2011: 335). Yalın kavramı, değer belirlemenin, değer yaratan eylemleri en iyi sırayla dizmenin ve bu faaliyetleri talep üzerine kesintisiz bir şekilde gerçekleştirmenin bir yolu olarak tanımlanabilir (Costa vd., 2018: 122-123). Başka bir deyişle, müşterilere istediklerini tam olarak sunarken daha azıyla daha fazlasını yapmaktır. Yalın üretim, verimliliği artırmak ve değişkenliği azaltmak için temel bir çerçeve sunmaktadır.

Yalın üretim, kurumları gerekli ve değerli işlem adımlarını geliştirerek sürekli olarak ürüne değer katmaya iten ilkeler ve tekniklerdir (Dickson vd., 2009: 177). Uzun yıllardır imalatla kullanılmıştır ve artan ürün kalitesi genel kurumsal başarı ile ilişkilendirilmiştir

İş süreçlerinin kurulması ve proje yönetimi uygulamalarına paralel olarak, şirketin üretim faktörlerini (nesneler, medya, iş ve bilgi) ürünlere dönüştürmek için üretim süreçleri geliştirmesi de gerekir. Toyota üretim sistemine dayanan yalın üretim, bu faktörleri etkili bir şekilde yöneten bir metodoloji olarak kabul edilmektedir (Sousa vd., 2018a: 869).

Yalın üretimin temel amacı, tedarikçi, müşteri ve iç değişkenliği aynı anda azaltarak veya minimize ederek israfı ortadan kaldırmak olan bütünselik bir sosyo-teknik sistemdir (Shah ve Ward, 2007: 791). Son 30 yılda, yalın üretim operasyonel mükemmelliğe ulaşmak için en popüler ve etkili uygulama araçları sağlamıştır (Möldner vd., 2018: 1). Bu yöntemi, pazardaki rekabetçiliğini korumak ve daha az kaynak kullanarak, daha iyi sonuçlar elde etmek isteyen şirketler tarafından kullanılmaktadır.

Yalın üretimin başka bir amacı da, belirli bir ürün grubunu üretmek için gereken kaynakları (örneğin, doğrudan ve dolaylı işçilik, ekipman, malzeme, alan vb.) azaltmaya yönelik olarak üretim sürekli akışı kolaylaştırmak için bir üretim sistemi oluşturmaktır. Bu sistemdeki herhangi bir gevşeklik “israf” olarak adlandırılır (Treville ve Antonakis, 2006: 101). Bu nedenle yalın üretimin asıl görevi, üretimin her bölgesinde, yani ilk müşteri ilişkisinden tüm tedarik ağlarından, üretim süreci bitmiş ürünün müşteriye gönderilmesine kadar olan israfı ortadan kaldırmaktır (Daneshjo vd., 2018: 34; Jimenez vd., 2012: 1891).



Kaynak: Browning ve Heath, 2009: 25.

Şekil 1.1. Yalın ve Üretim Maliyeti Arasındaki Teorik İlişki

Yalın ile beklenen sonuçları arasındaki temel ilişki Şekil 1.1'de verilmiştir (Browning ve Heath, 2009: 25). Yalın ilkelerin uygulanması ve uygulamalar israfı ve tamponlamayı azaltacaktır ve üretim maliyetlerini arttırmak, dolayısıyla yalın uygulamaların üretim maliyetlerini düşürmesiyle sonuçlanacaktır. - +

Yalın üretim yaygın olarak kabul edilir ve üretkenliği arttırdığı, tedarik süresini ve maliyetleri düşürdüğü ve kaliteyi arttırdığı iddia edilir. Toyota tarafından geliştirilen yalın

üretim fikirleri, en temel haliyle, israfların sistemisraf olarak ortadan kaldırılması, dolayısıyla verimliliğin artmasıdır (Sundin vd., 2011: 1122).

Yalın Üretim, her araştırmacının genişliğine göre açıktır, bu nedenle aşağıdaki tabloda kronolojik bir görünüm veya uygulama sırası vardır ve sürekli güncellenmektedir. Tablo 1.1’de yalın üretim geçmişini ve zaman çizelgesini sunmaktadır (Salinas-Coronado vd. 2014: 5).

Tablo 1.1. Yalın Üretim Tarihi ve Zaman Çizelgesi

1760	Fransız General Jean-Baptiste de Gribeauval, savaş alanında araç gereç tamirlerini kolaylaştırmak için standart tasarımların ve değiştirilebilir parçaların önemini kavradı.
1799	Whitney, ABD Ordusundan her biri 13.40 USD'lik düşük bir fiyata 10.000 tüfek üretimi için bir sözleşme yaptığında değiştirilebilir parçalar konseptini mükemmelleştirdi.
1807	İngiltere’deki Marc Brunel, Kraliyet Donanması için ip bloklar gibi basit ahşap malzemeler yapmak için, her seferinde bir sırada aynı öğeleri üreten 22 çeşit makineyi kullanarak ekipman tasarladı.
1850	Amerikan zırhlarının tümü, standartlaştırılmış silahlar için standartlaştırılmış metal parçalar ürettiyordu, ancak her parçayı doğru özelliklerine getirmek için yalnızca çok miktarda el işçiliği ile çalışıyordu. Çünkü o dönemin tezgahları sertleştirilmiş metal üzerinde çalışmıyordu.
1890	Sakichi Toyoda tahta bir dokuma tezgâhı icat etti.
1905	Frank ve Lillian Gilbreth işyerinde hareket ekonomisi kavramını araştırdı. Tuğla döşeme gibi çalışmadaki hareketleri inceleyerek temel hareketi tasvir edebilen 18 temel elementten oluşan bir sistem geliştirildi.
1906	İtalyan iktisatçı Vilfredo Pareto, İtalya'daki servet eşitsiz dağılımını tanımlayan matematisrafsel bir formül yarattı. Varlığın %80'inin nüfusun %20'sinin elinde olduğunu fark etmiştir.
1908	Ford Model T'yi tanıtmıştır.
1912	“Doğruluk, akış ve kesinlik” ilkelerine dayanan Ford üretim sistemi montaja uzanmaktadır.
1914	Ford ilk hareketli montaj hattını yarattı ve şasi montaj süresini 12 saatten 3 saatten az düşürdü.
1926	Henry Ford Bugün ve Yarın’ı yayınladı.
1929	Sakichi Toyoda tezgâhta yabancı hakları sattı ve Kiichiro Toyoda otomotiv işini öğrenmek için Ford ve Avrupa şirketlerini ziyaret etti.
1938	Kiichiro Toyoda tarafından kurulan Koromo / Honsha fabrikasında tam zamanında konsept. JIT daha sonra II. Dünya Savaşı tarafından ciddi şekilde kesintiye uğradı.
1939	Walter Shewhart, Kalite Kontrol Açısından İstatistiki Yöntemleri yayınladı. Bu kitap Shewhart geliştirme döngüsü Planla-Yap-Çalış-İşleme al hakkındaki fikrini ortaya koymaktadır. 1950'lerde meslektaş W.Edwards Demming, Planla-Yap-Kontrol et-İşleme al döngüsü olmak üzere terimini biraz değiştirmiştir.
1940	Deming, istatistiksel örnekleme yöntemleri geliştirdi.
1943	Taiichi Ohno, Toyota oto tezgâhından Toyota Motor şirketine geçti.
1946	Ford General Electric yönetim tarzını benimsedi ve yalın üretimi iptal etti.
1951	J.M. Juran, final çalışmasını The Quality Control Handbook'u yayınladı.
1956	Shigeo Shingo “P-Kursu” öğretmek için düzenli olarak ziyarete başladı.
1961	Toyota'nın kurumsal TKY (Toplam Kalite Yönetimi) programı başladı.
1965	Toyota Kalite Deming Ödülü'nü kazandı.
1969	Toyota operasyon yönetimi danışmanlık departmanının başlangıcıdır.

Tablo 1.1. Yalın Üretim Tarihi ve Zaman Çizelgesi (Devamı)

1988	Norman Bodek ve Utah State Üniversitesi'nden Profesör Vern Buehler tarafından yaratılan Shingo Üretim Ödülü ortaya konuldu.
1988	Amerikan Kaizen Enstitüsü, Shingijutsu Co., Ltd'den müdürlerin TPS oturumlarıyla Hartford Graduate Center'da (Hartford, Conn.) Kaizen seminerleri düzenledi.
1990	Womack ve Jones Tarafından Dünyayı Değiştiren Makine
1996	Womack ve Jones'un Yalın Düşüncesi
2003	Shingo ödüllü “Daha İyi Düşünmek, Daha İyi Sonuçlar” yayınlandı, Wiremold Şirketi'nin kurumsal çapta yalın dönüşümünü inceleyerek örnek olay incelemesi yaptı.
2004	Norman Bodek tarafından yayınlanan Shingo ödüllü “kaikaku” (bir seferde yapılan büyük iyileştirmeler), TPS'nin (Toyota üretim sistemi) geliştirilmesine yardımcı olan kilit kişilerin tarihini ve kişisel felsefelerini geliştirdi.
2007	Endüstride otomotiv parçalarının seri üretimindeki yalın üretim konseptleri; Meksika'nın kuzeyinde bulunan şirket, SMED (Tek Dakikada Kalıp Değişimi), TPM (toplam üretken bakım), Değer akışı Haritalaması gibi kavramları bir kaç isim olarak tanımladı.

Kaynak: Salinas-Coronado, 2014: 6-7.

Yalın üretim, iş sürecindeki gereksiz farklılıkları ve adımları azaltarak çalışır, bir dizi operasyonel araç ve stratejik veya felsefi bir bölümden oluşur. Felsefi seviye, değer nasıl anlaşılacağı (müşteri ya da müşteri tarafından neye ihtiyaç duyulduğu ve istenildiği) ve adımsız değerlerin atılmasıyla iş sürecinin nasıl geliştirilebileceği ile ilgilidir (Stahl vd., 2015: 285). Yalın üretim araçları, katma değerli felsefeyi göz önünde bulundurmadan, katma değeri olmayan faaliyetleri ortadan kaldırmak ve iş sürecindeki değişkenliği azaltmak için sıklıkla uygulanmaktadır. İmalatta yalın operasyonlara yönelik itici güç, on yıllardır önemli bir ilerleme göstermiştir. Yalın düşünce; maliyet, kalite, teslimat ve diğer operasyonel ölçümlerde sürekli iyileştirmelere yol açtı, yalın israfları azalttı ve sürekli artan yenilik sayesinde daha yumuşak, daha hızlı akışa yardımcı oldu (Ball ve Lunt, 2018: 1).

Yalın üretim, yakın gelecekte, kalite yönetimi, çalışma ekipleri vb. dahil olmak üzere çok çeşitli yönetim uygulamalarını kapsayan entegre bir sistemde çok boyutlu bir yaklaşım olarak kabul edilebilecek son zamanların en etkili üretim paradigmasından biridir. (Rubio ve Corominas, 2008: 235). Bu üretim şekli, az veya hiç israf olmadan müşteri talebinin hızında bitmiş ürünler üretmektedir. Yalın Üretim (Lean Production), israfları ortadan kaldırarak ve müşteriler için değer sağlayarak üretim sistemlerinde performansı geliştiren bir felsefe olarak bilinir (Soliman ve Saurin, 2017: 136). Yalın araçlar ve teknikler kullanılırken başarıyı ölçmek kolaydır, çünkü sadece değer katan faaliyetlere harcanan zamanın yüzdesindeki iyileşmeyi ölçmek ile ilgilidir. Hizmet sektöründe günlük hizmetlerin sunumu devam ederken, çalışma uygulamalarında iyileştirmeler yapılmalıdır (Macintyre ve Bestwick, 2012: 97- 98). Yalın düşünce ve sistemisraf uygulaması, hizmet ağırlıklı

örgütlerin karmaşıklığı bilinciyle birleştiğinde, bu değişimi gerçekleştirme fırsatları sunmaktadır.

Yalın üretimin, bir üretim teorisi olarak üç ortak eylemi gerçekleştirmesi gerekmektedir (Houshmand ve Jamshidnezhad, 2006: 3):

1. Üretim sisteminin yönetsel eylem düzeyi olarak tasarlanması.
2. İstenilen hedeflere ulaşmak için üretim sisteminin kontrolü.
3. Üretim sisteminin iyileştirilmesinde liderlik.

Yalın üretimin bir seçenek olmadığı, küresel pazarlarda faaliyet gösteren üretici firmalar için zorunlu olduğu iddia edilmektedir. Bu nedenle, rekabetçi bir faktör, şirketlerin şirkete özgü bir üretim sisteminden şirket çapında bir üretim sistemine nasıl geliştiğini yönetmesidir (Ringgen vd., 2014: 243).

Ürünün arge kısmından müşteriye gönderilmesine kadar olan süreçte ortaya çıkan israfı (hatalar, aşırı üretim, stoklar, beklemler, gereksiz işler, gereksiz hareketler, gereksiz taşımalar) ortadan kaldırmak amacıyla maliyetlerin azaltılması, pazar adaptasyonunun sağlanması, müşterinin vermek istediği değerın memnuniyet olarak geri dönmesi ve nakdi gücün artırılması amaçlanmaktadır (Kulaç, 2013).

Herhangi bir işletme yönetimi teorisinde olduğu gibi, her organizasyon için dengede olması gereken birçok avantaj ve risk vardır ve bunların temelleri Tablo 1.2’de sunulmaktadır (Čiarnienė ve Vienažindienė, 2012:730). Yalın üretimin temel fikri, müşterilere katma değer sağlamak, tüketilen kaynak sayısını azaltmak ve israfların elimine edilmesiyle döngü sürelerini azaltmaktır.

Tablo 1.2. Yalın Üretimin Avantajları ve Riskleri

Avantajlar		Riskler	
Müşteri memnuniyeti	İsraf azaltılarak, nihai ürün müşteriye değerli olarak teslim edilir. Bunun avantajı artan müşteri memnuniyetidir.	Müşteri Memnuniyetsizlik Sorunları	Yalın üretim süreçleri, tedarikçi verimliliğine çok bağlı olduğu için, tedarik zincirindeki ya da üretimdeki herhangi bir aksaklık, müşterileri olumsuz yönde etkileyen bir sorun olabilir. Teslimattaki gecikmeler uzun süreli pazarlama sorunlarına neden olabilir.
Verimlilik	Atığın ortadan kaldırılması amacıyla süreçlerde yapılan iyileştirmeler sayesinde verimlilik artar.	Verimlilik Maliyetleri	Bu tür bir üretkenliğe ulaşmak için, uygulama sürecinde bir dezavantaj olabilen standart bir işlem seviyesine ulaşmak için önemli bir ön yatırım bulunmaktadır.
Tutum Değişimi	Yalın üretimi uygulamak çoğu zaman bir kuruluşun tutumunda önemli bir değişiklik gerektirir; bu, bir kuruluşun değişikliklerle başa çıkmak için iyi düzenlenmediği durumlarda çok zor olabilir.	Çalışanların Kabul Etme Derecesi	Yalın üretim süreçleri, çalışanların strese ve reddedilmesine neden olabilecek üretim sistemlerinin tamamen elden geçirilmesini gerektirir. Yalın üretim, bazı çalışanların birikimlerinin yetersiz olduğunu ya da vasıfsız olduklarını hissedebilecekleri kalite kontrolüne sürekli çalışan girişi gerektirir. Bunun üstesinden gelmek için yeterli liderlik ve ikna becerisine sahip yöneticileri bulmakta bazı zorluklar olabilir.
Kalite	Süreç iyileştirme girişimlerinin bir sonucu olarak, bir şirketin ürününün genel kalitesi de süreçte iyileştirilir.	Yüksek Uygulama Maliyeti	Yalın üretimin uygulanması genellikle önceki fiziksel tesis kurulumlarının ve sistemlerinin tamamen kaldırılması anlamına gelir. Verimli makine ve eğitim çalışanları alımı, şirketlerin bordro masraflarına önemli ölçüde katkıda bulunabilir.
Teslimat zamanları	Yalın üretimin bir diğer temel unsuru da tam zamanında üretimdir; bu, müşteri siparişlerini karşılamak için fazla stokun muhafaza edilmeyeceği fikridir.	Arz Sorunları	Sadece az miktarda stok bulundurulduğundan, yalın üretim büyük ölçüde tedarikçilere bağlıdır. Çalışanların grevleri, nakliye gecikmeleri ve tedarikçilerin tarafındaki kalite hataları gibi sorunlar tehlikeli olabilen imalat bekletmeleri yaratabilir. Satıcılar, parça veya ürünleri daha az bir zamanda, daha küçük miktarlarda tedarik edemeyebilir veya isteksiz olabilirler.

Kaynak: Čiarnienė ve Vienažindienė, 2012: 730.

Yalın girişimler, süreçler ve örgütsel yapı yoluyla geliştikçe; yalın etkinleştirme teknolojisi de gelişmiştir. Son yıllarda, üreticiler, yalın üretim sağlayan teknolojinin uygulanmasıyla daha da karmaşık hale geldiler, elektronik kanbanın ötesine geçmişlerdir (diğer departmanlar malzemelere ihtiyaç duyduğunda fabrika çalışanlarını bilgilendirmek için elektronik bir sinyal kullanarak). Örneğin, üreticiler uygulamalarına modelleme ve simülasyonu entegre ederek üretim sürecini ve katma değerli aktiviteleri belgelemek için değer akışı eşlemesini kullanırlar. Ayrıca, en iyi performans gösteren üreticilerin %63'ü (ilk %20'si) talep planlama ve tahmin sistemleri yoluyla yalın üretim uygulamalarına olanak sağlamıştır. Sınıfının en iyisi üreticiler, üretim planlama ve çizelgeleme için ileriye dönük envanter hedeflerini; müşteriye, yere ve benzeri yollara göre belirlemek için kullanılmaktadırlar. Sınıfının en iyisi üreticiler, üretim yürütme sistemlerini (MES), ileri planlama ve zamanlama teknolojilerini uygulamaktadırlar. MES, üreticilerin kurum genelinde üretimi daha etkin bir şekilde izlemesine, gerçek kısıtlamaları olan üretim programlarını optimize etmesine, hem süreç hem de bitmiş ürün perspektifinden kaliteyi iyileştirmesine olanak tanımaktadır (Bhasin, 2015: 67). Yalın işletme felsefesi, yalın tedarik zincirine uzanarak; yalın tedarik zincirinin sinerjisi, ERP, APS ve MES sistemleri arasındaki ilişkiyi belirleyen aşağıdaki denkleme dayanmaktadır (Tsigkas, 2013: 153):

$$\text{ERP} + (\text{APS} + \text{MES}) = \text{YALIN}$$

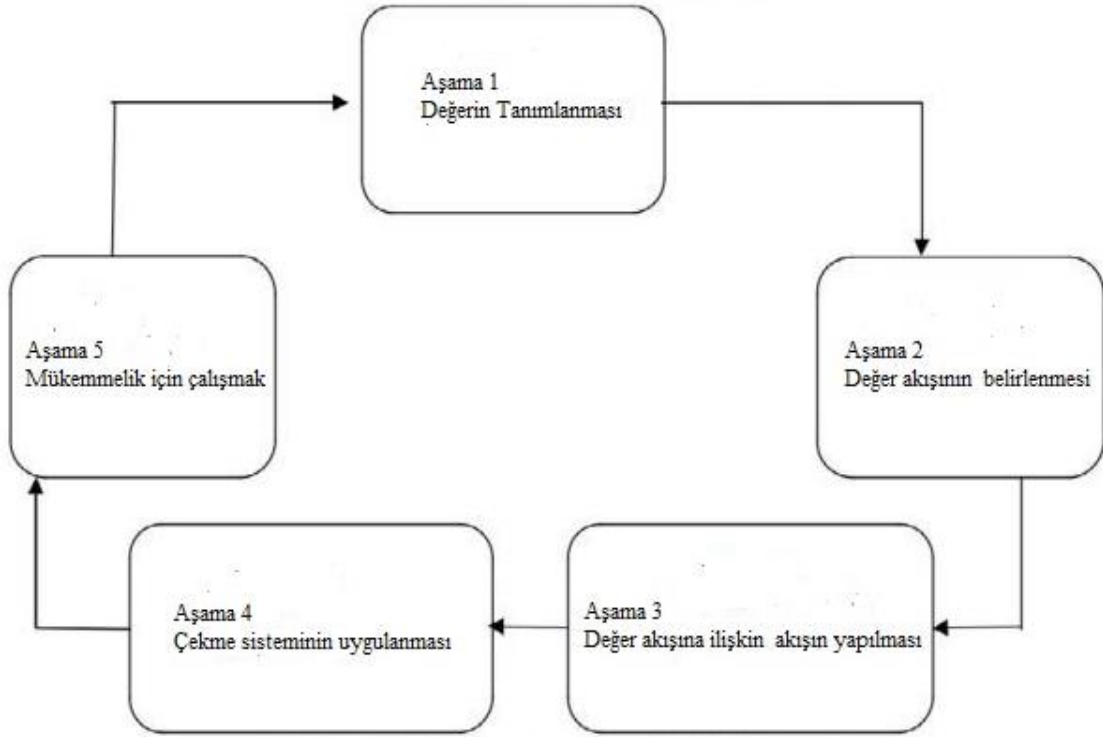
Yalın'ın özü: tüm israfların ortadan kaldırılması; sürekli gelişim (kaizen); tam da müşterinin istediği zaman, gerçek müşteri talebine tam zamanında üretim (JIT); ve hataları tespit edip düzeltilinceye kadar hataları algılayarak ve üretimi durdurarak kaliteyi sağlamaktır (jidoka) (Sertyesilisik, 2014: 181). Teknolojinin gelişmesiyle beraber küresel rekabet ortamında müşterilerin istek ve ihtiyaçları da farklılaşmaya başlamıştır. Firmalar, kaliteli, fiyatı müşteri bütçesine uygun ve hızlı teslimat süresine sahip özellikleri taşıyan ürünlerle beraber değişik ürün yelpazesine sahip olmak ve anlık olarak sürekli değişen siparişlere adaptasyon sağlamak durumundadırlar. Yalın düşünce, işletmedeki bütün süreçlerin içinde bulunan sorunlarını analiz ederek, israfı sıfırlayarak, işletmeyi sadeleştirerek işletmenin mükemmel iyileştirme süreçlerine sahip olmasında önemli bir metododolijidir (Erol, 2012).

1.2. Yalın Üretim İlkeleri

Yalın üretim sistemi, Womack ve Jones tarafından 1996 yılında geliştirilen 5 ana ilkeye (değer, değer akışı, akış, çekme ve mükemmellik) dayanmaktadır. Bu ilkelerin ortaya çıkmasındaki temel amaç, israftan kaçınılması ve maliyetlerin minimum seviyeye indirilmesidir. Müşterilerin perspektifine göre üreticinin “israf” terimi, değeri olmayan etkinliklerdir (Blöch vd., 2017: 98). Yalın üretimin prensipleri ve yöntemleri, yüksek verimli ve rekabetçi bir üretim için dünya çapında bir kriter olarak kabul edilmektedir.

Yalın üretimin beş genel ilkesi aşağıda daha detaylı olarak açıklanmıştır (Ufua vd., 2018: 1135):

1. Müşterinin bakış açısından 'değer' belirtin. Değer, ihtiyaçlarının tanımlanması ile bağlantılı olarak daima israfların sadece ortadan kaldırılmasıyla ilgilidir (Müşteri Değeri).
2. Her ürün / hizmet için ‘değer akışını’ belirleyin. Değer akışı, hammaddeden müşteri ihtiyaçlarına kadar uzanmaktadır. Değer akışında, değer sağlamayan ancak israf üreten tüm adımları uygulayın (Değer akışı).
3. Değer akışının sürekli olarak akışını sağlayın. İsrafları ortadan kaldırın ve daha sorunsuz çalışmalarını sağlayarak süreçleri standartlaştırın (Akış).
4. Değer akışının sürekli akışı mümkün değilse, müşterinin “çekmesine” izin verin (yani, ihtiyaçlarının ve isteklerinin üretilmesine izin verin). Bu, müşterinin talebi üzerine, kendisiyle başlayarak ve bu talebi karşılamak için ne yapılması gerektiğini görmek için değer zincirinde geriye doğru bakma anlamına gelir (Çekme).
5. Değer zincirinin sürekli iyileştirilmeli, katma değeri olmayan faaliyet değerden çıkarılmalıdır. Her bir müşteriye hizmet vermek için gereken zincir ve adım sayısı, süre ve bilgi her zaman azaltılmalıdır (Mükemmellik).



Kaynak: Maraşlı, vd., 2016: 110.

Şekil 1.2. Yalın Düşünce Modeli

Şekil 1.2’de görüldüğü gibi, yalın düşüncenin beş prensibi ile tutarlı olmalarını sağlayarak önlemleri değerlendirmek için bir değerlendirme aracı sunar. Bunlar: müşteri değeri, değer akış, akış ve çekme, güçlendirme ve mükemmelliktir (Kennedy vd., 2007: 34). İyi bir önlem, iş ortamının anlaşılmasını geliştirir, sorunların belirlenmesine yardımcı olur ve karar vermeyi desteklemek için gerekli bilgileri sağlar.

1.3. İsraf ve Türleri

Yalın düşünce, operasyonlarda değeri bulunmayan kaynakları sorun teşkil edebilecek en verimsiz tüketme tarzından arındırılmasıyla ilgili bir felsefedir. Müşterinin gözündeki değer kavramı ise, ihtiyaç duydukları mal / hizmet için fiziki olarak karşılık verme transformasyonunu kapsayan etkinliklerdir. Müşteriler israfa dayalı olan ve üretim kayıplarından kaynaklı ortaya çıkan problemler için para vermek istemezler. İşletmenin israftan kaynaklanan tüm problemleri önceden görüp analiz etmesi ve bir kontrol mekanizması geliştirmesi gereklidir. Bu konuda çalışanlar ne kadar farkındalık içerisinde olurlarsa israfın ortadan kaldırılması konusunda o kadar olumlu adımlar atılır (Özkan vd., 2005: 308).

İsraf kavramı, nihai tüketiciye hiçbir şekilde yarar sağlamayan, tüketicinin fazla para vermeye ikna olmayacağı her türlü savurganlıktır. Katma değer yaratmayan etkinlikler de israf kavramına örnek olarak nitelendirilmektedir (Şimşir vs., 2013: 3). İsraf, mala / hizmete direkt olarak kıymet vermeyen ya da malın / hizmetin tranformasyonuna hiçbir yardımı bulunmayan bütün tutumsuzluklardır. İsraf, farklı şekillerde ortaya çıkabilir, gereksiz zaman kaybına ve fazla maliyete sebep olur. (sigmacenter, 2016). İsrafi yerinde ve zamanında tanımlayıp anlayabilmek, sürekli iyileştirmeye geçmenin birincil adımı sayılmaktadır.



Kaynak: Aydın, 2009: 128.

Şekil 1.3. Yalın Üretimde Üç M

Yalın üretim felsefesinde sık sık beraber olarak ifade edilen, yok edilmesi amaçlanan israfları kapsayan faaliyetleri bütünleşik olarak tanımlayan üç kavram; muda, muri ve muri yani baş harflerindeki kısaltmalardan yola çıkılarak Üç M olarak isimlendirilmektedir. Yalın anlayışta muda kavramını ortadan kaldırmak tek başına bir şey ifade etmez, karşılıklı bağlantıları olan bu üç israf türünün yok edilebilmesi için çaba sarfedilmesi gerekmektedir. Şekil 1.3’de Üç M gösterilmiştir (Aydın, 2009: 128).

Yalın üretim, 3M’lere odaklanan bir Japon yöntemidir. Proses (süreç) israfları için “Muda”; ürün, süreç ve sistemlerde tutarsızlık için “Mura”; operatörlerin makul olmayan fiziksel zorlamaları için “Muri” kavramı kullanılmaktadır. “Muda” israf demektir. Muda özellikle ortadan kaldırılacak faaliyetlere odaklanmaktadır (Chaudhari ve Raut, 2017: 168).

Muda: Muda’nın alaka düzeyi, kalite, zaman ve maliyet değişkenleriyle doğrudan bağlantıya dayanmaktadır. Bir Muda’nın ortadan kaldırılmasıyla, tüm sistemin rekabet edebilirlik kapasitesi üzerinde sinerjik ve olumlu etki artar, fiyatlar yönetilebilir duruma gelir, ürün veya hizmetlerde daha yüksek bir performans sağlanır (Taddeo vd., 2019: 766). Yalın ilkelerde, müşteri değerine katkıda bulunmayan tüm faaliyetler ve iş ürünleri israf

olarak kabul edilir (veya Muda) (Alahyari vd., 2019: 78). Yalın yaklaşım, değeri olmayan faaliyetleri belirtmek için “israf” kavramıyla, üretime kilit bir değişken getirmektedir.

Muri: Muri, stokların aşırı kullanımı ve insan kaynaklarına bağlı zararları etkilemektedir; bireyin yeteneklerini ve olanaklarını aşan görevlerin planlanması, zamanlanması, kazaların daha zararlı miktarları ve cihazların arızalarının sıklığıdır. Muri, insan kaynaklarının yanlış kullanımını da etkiler (Zwolińska, 2016: 514). Muri aşırı yük veya mantıksızlık anlamına gelir. Kapasiteyi aşan aşırı ekipman, tesis veya insan kaynakları israfı ile ilişkilidir. Aşırı yük, çalışanları ve makineleri gereksiz yere zorlayarak performanslarını arttırır (Pieńkowski, 2014: 3). Muri ayrıca aşırı yükün tam tersi olarak da tanımlanabilir. Uzun süreli boşalma dönemlerine neden olan insan ve ekipmanın yetersiz kullanımıdır. Fazla engellerin bulunduğu çalışılabilir yerlerde takım ve çalışanların aşırı bir şekilde iş yaparak güçlük çekmelerini anlatır. Muri felsefesinde, elemanların takip edilmesi ve onlarla diyalog halinde olmak yöntemin başarılı olması yönünden büyük önem taşımaktadır (Oral vd., 2018: 103-104).

Mura: Japonca'daki “Mura”, kalite ve hacim bakımından eşitsizliği, değişimi veya tutarsızlığı gösterir. Talebin artması veya azalması veya üretim sorunlarının değişmesinden kaynaklanmamaktadır (Mor vd., 2018: 878). Mura, programlama veya hazırlık seviyesindeki uygulama ve dalgalanmaların giderilmesine odaklanır (Shamah, 2013: 18). Mura, nerede ve ne kadar büyük kayıpların olduğunu gizlemeye meyillidir (Katayama, 2017: 1095). İstikrarsız bir şekilde faaliyet gösteren engeller, bazen gereksiz yere çalışmak ya da makinenin gereğinden fazla çaba harcaması gibi işler Mura'ya örnek gösterilebilir (Turan, 2016: 67).

Değerlerin belirlenmesi sırasında, israfların yalın prensiplere göre değerlendirmeleri Tablo 1.3'de görülmektedir (Gyenge vd., 2015: 128). Üretim ve hizmetteki 7 tip israf aşağıdaki tabloda sunulmuştur. Üretimde yer alan gereksiz depolama israfının hizmette karşılığı bulunmamaktadır. Diğer yalın prensiplerde yer alan israfların karşılığı hem üretimde hem de hizmetde yer almaktadır.

Tablo 1.3. Üretimde ve Hizmetlerde İsraf Türleri ve Hataları

Üretimdeki 7 Tip İsraf	Hizmette 7 Tip İsraf
Aşırı üretim	Gereksiz kopyalar (zorunlu değildir)
Gereksiz bekleme (bir sonraki adım veya makine vb. için)	Gereksiz bekleme (bir sonraki adım veya gereksiz gecikme anlamına gelen herhangi bir şey için)
Gereksiz yere taşıma (zorunlu olarak değer yaratmayan ürünlerin taşınması)	Gereksiz nakliye (zorunlu olarak değer yaratmayan müşteri veya iş arkadaşını taşımak)
Gereksiz faaliyetler (örneğin kontrol, yönetim, yön)	Gereksiz faaliyetler (örneğin kontrol, yönetim, yön)
Gereksiz depolama (gelecekteki ihtiyaçların beklenmesi)	Yok
Gereksiz hareketler (ürünlerle ilgili)	Gereksiz hareketler (müşterilerle ilgili)
Hatalı ürün (satılamaz veya yeni işler, onarım veya yeniden üretim gerektirir)	Hatalı servis (ücretli değil ve her zaman tamir edilemez, bazen ölümcül bile olabilir)

Kaynak: Gyenge vd., 2015: 129.

Yalın düşünce, bazen literatürde sekiz çeşit israf akışına hitap etmektedir. Bunlar: aşırı üretim, fazla bekleme süreleri, gereksiz taşıma, kusurlu üretim, ekstra işler, aşırı stok, gereksiz hareket ve kullanılmayan yetenektir (Caldera vd., 2019: 3).

Aşırı üretim: Müşteri ürün talebinde bulunmadığı dönemlerde firmalar fazla stokla çalışırlar (N. Aydın, 2015: 28). Gereksiz yere yapılan üretim birçok olumsuzluğa neden olmaktadır. Yarı mamul / mamulün yığılmasına, hataların saklanmasına, iletişim problemlerine, gereçlerle ilgili sorunların yaşanmasına, teslimat sürelerinin uzamasına, maliyetlerin yükselmesine ve tespit edilmesi güç olan malların eksikliklerine sebep teşkil eder (Ayçin ve Özveri, 2016:3 30).

Fazla bekleme süreleri: İşçiler yalnızca otomatik bir makineyi izlemeye ya da bir sonraki işlem adımını, alet, tedarik, parça vb. için beklemeleri ya da stoklar, parti işlem gecikmeleri, ekipmanın aksama süreleri ve kapasite tıkanıklıkları nedeniyle hiç çalışmamalarıdır (Sternberg vd., 2012: 51).

Gereksiz taşıma: Operatörün, ürünlerin veya bileşenlerin gereksiz yere bir yerden bir yere hareketleri bu israfa yol açar. Gereksiz nakliyeler, genellikle hareketlerle ilgili ürün hasarları, kayıp parçalar ve sistemler ile birlikte ortaya çıkar (Kulkarni vd., 2014: 431).

Kusurlu üretim: Müşterinin beklediği ürünün / hizmetin tekrardan tamir edilerek yenilenmesi anlamına gelen bu gidişat; ilave saha / stok, fazladan çalışanların çaba sarfetmesi, gereç ayırımı, teslimat zamanının gecikmesi, karlılığın azalması ve imajın zedelenmesi gibi olumsuz neticelere sebebiyet verir (Özkoç, 2004: 126).

Ekstra işler: Bunun en yaygın örneklerinden bazıları; işçilik (ürün veya hizmet ilk kez doğru yapılmış olmalı), çapak alma (parçalar çapaksız üretilmeli, uygun şekilde tasarlanmış ve bakımı yapılmış aletlerle) ve teftiştir (gerekli inceleme miktarını ortadan kaldırmak veya en aza indirmek için istatistiksel süreç kontrol teknikleri kullanılarak parçalar üretilmiş olmalıdır). Değer Akış Haritalama adı verilen bir teknik, süreçte katma değeri olmayan adımları belirlemeye yardımcı olmak için sıklıkla kullanılır (hem üreticiler hem de hizmet kuruluşları için) (Kilpatrick, 2003: 2).

Aşırı stok: Stok israfı, gereksiz yere yüksek miktarda hammaddeye, devam eden çalışmaya ve bitmiş ürünlere sahip olmak anlamına gelir. Ekstra stok, daha yüksek stok finansman maliyetlerine, daha yüksek depolama maliyetlerine ve daha yüksek kusur oranlarına yol açar (Saleem ve Verma, 2014: 176). Stoğa bağlanan fazla fon, sistemde başka bir yerde verimli bir şekilde kullanılamayacak fonlardır (Maguad, 2007: 248-249).

Gereksiz hareket: Verimli olmayan düzen, kusurlar, yeniden işleme, aşırı üretim veya fazla envanteri barındırmak için çalışanlar ve ekipman tarafından atılan ekstra adımları ifade eder. Hareket zaman alır ve ürüne veya hizmete değer katmaz (Hicks, 2007: 237). İnsan boyutlarındaki uygunsuzluk, operatörlerin germek, bükme, almak, daha iyi görmek için hareket etmek zorunda kaldığı, bu türden gereksiz hareketler; çalışanlar için yorucu olan, düşük verimlilik ve kalite sorunlarına yol açabilen üretim ergonomisiyle ilgilidir (Wahab vd., 2013: 1296). Gereksiz hareket, hem insan hem de düzeni ifade eder.

Kullanılmayan yetenek: Toyota Üretim Sisteminin (TPS) bir parçası olmasa da, birçok insan 8. israfın “insan potansiyelinin atığı” olduğunu farkındadır. Sekizinci israf da kullanılmamış insan yetenek ve yaratıcılık atığı olarak tanımlanmaktadır. Bu israf, kuruluşların yönetim rolünü çalışanlardan ayırmasıyla ortaya çıkar. Bazı organizasyonlarda yönetimin sorumluluğu; üretim sürecini planlama, organize etme, kontrol etme ve yenileştirmektir. İşçinin rolü sadece siparişleri takip etmek ve işi planlandığı gibi yürütmektir. Yüksek eğitim almış çalışanın bilgi ve uzmanlığını benimsememekle, süreçleri iyileştirmek zordur (Skhmo, 2017). Bu, işi yapan kişilerin, problemleri en iyi tespit edebilecek ve onlar için çözümler geliştirebilecek kişiler olmasından kaynaklanmaktadır

1.4. Yalın Üretim Teknikleri

Yalın üretim teknikleri, kendi bütünü içerisinde incelendiğinden karmaşık bir sistem olarak nitelendirilir. İşletmeler yalın üretim felsefesini üretim yönetimine uygulamaya karar verirse; bazı tekniklerin çoğunu ya da bir tanesini de uygulayabilir. Bu durum gerçekleştirilen üretimin türüne ya da çalışanların sisteme entegrasyon yeteneğiyle ilgili bir süreçtir. Literatür incelendiğinde, yalın üretim teknikleri aşağıdaki şekilde özetlenmiştir:

- Kanban
- 5S
- Toplam Verimli Bakım
- Değer Akış Haritalama
- Andon Sistemi
- Jidoka
- Heijunka
- Poka-Yoke
- Görsel Yönetim (Mieruka)
- Shojinka (İş gücü dengeleme) ve U-tipi Üretim Hattı
- Tek Parça Akışı ve Hücreli İmalat
- SMED (Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi)
- Toplam Kalite Yönetimi
- Tam Zamanında Üretim
- Kaizen
- Yalın Altı Sigma

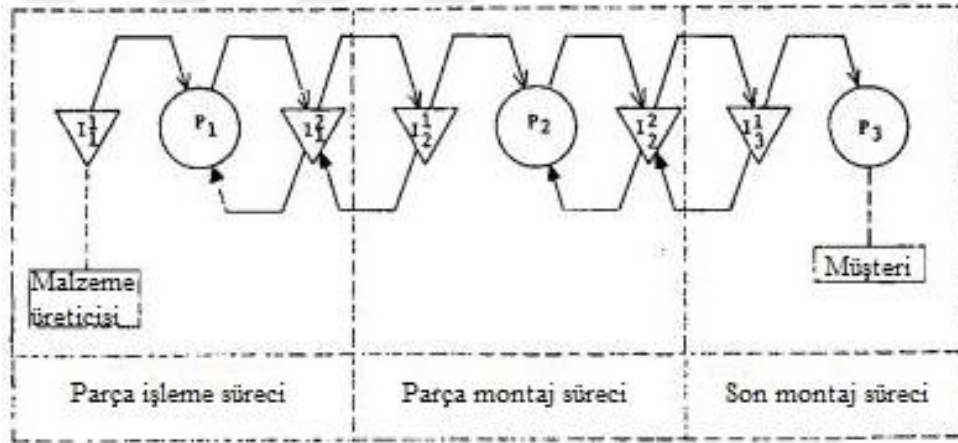
1.4.1. Kanban

Yalın imalatla köklü olan Kanban, havacılık, sağlık hizmetleri, perakende giysiler, insan kaynakları ve yazılım geliştirme gibi bir dizi sektörde kullanılmaktadır. Kanban, kart veya tabela anlamında kullanılan Japonca bir kelimedir; sözlü talimat, ışık, bayrak veya

hatta bir el işaretidir ve çekme sistemine dayanır. Kanban'ın imalatı sağladığı faydalar şunlardır: devam etmekte olan işin sınırlandırılması, üretim sürecinin izlenmesi ve kontrol edilmesi, görsel zamanlama, akışın iyileştirilmesi, değişikliklere cevap verilmesi, yüksek üretimin kolaylaştırılması, fazla üretimi önleme, kapasite kullanımının iyileştirilmesi ve üretim zamanının azaltılmasıdır (Aguilar-Escobar vd., 2015:102). Kanban, çalışanların iş istasyonları arasındaki süreçleri kontrol etmesini ve iyileştirmesini gerektiren bir “çekme” malzeme akışı oluşturur.

Kanban sistemi, asgari stok ve düşük maliyetle yalın üretim için üretim stratejilerinden biridir. Literatürden yola çıkarak Kanban sisteminin kurulmasında kilit belirleyiciler vardır (Rahman vd., 2013: 174-176). Kanban sisteminin uygulanmasının başarılı olmasını sağlamak için stok yönetimi, satıcı ve tedarikçi katılımı, kalite iyileştirmeleri, kalite kontrol ve çalışanların yönetim taahhüdü gibi bazı faktörler göz önünde bulundurulmalıdır

Kanban sistemi minimum stok seviyesine vurgu yapar. Doğru parçanın, doğru miktarda, doğru yerde ve doğru zamanda tedarik edilmesini sağlar. Kanban sistemi, imalatı malzeme akışını yöneten ve kontrol eden bir mekanizmadır (Naufal vd., 2012: 1722).



P1: Sürecin işleyişi 1

I1: Süreç için parça stoğu 1

I2: Süreç için bitmiş mal stoğu 1

→ : Kanban akışı

→ : Parçaların akışı

Kaynak: Sugimori vd., 2007 : 561.

Şekil 1.4. Parça Akışı ve Kanban

Parçaların akışı ve Kanban, Şekil 1.4’de gösterildiği gibidir. Kanban sisteminde, Kanban adında bir emir kartı kullanılır. Bunlar; biri, bir süreçten önceki prosese geçilirken taşınan ‘Taşıma (çekme) Kanbanı’ olarak adlandırılan iki çeşittir. Diğer, ‘Üretim Kanbanı’ olarak adlandırılır ve sonraki işlemle çekilen kısmın üretimini sipariş etmek için kullanılır. Bu iki tür Kanban her zaman parçaları tutan kaplara bağlanır. Bir kabın içeriği kullanılmaya başladığında, Kanban taşıma kabından çıkarılır. Bir işçi bu Taşıma Kanbanı’nı alır ve bu kısmı almak için önceki işlemin stok noktasına gider. Daha sonra bu Taşıma Kanbanı’nı bu kısmı tutan kaba bağlar. Ardından, kaba bağlı 'Üretim Kanbanı' kaldırılır ve işlem için bir sevk bilgisi haline gelir. Çekildiği parçayı yenilemek için mümkün olan en erken zamanda üretim yapılmaktadır (Sugimori vd., 2007: 560-561). Böylece, nihai montaj hattının üretim faaliyetleri, önceki işlemlere veya taşeronlara zincir gibi bağlanır ve tüm işlemlerin tam zamanında yapılmasını sağlar.

Müşteri siparişleri yalın bir ortamda üretimi tetikler. Sadece bir sipariş alındığında hücre üretime başlar. Makine boş olsa bile hiçbir stoğa yer verilmez. Malzeme stoğu, müşteri siparişlerine cevap stoğunu doldurması gerektiği anlamına gelen kanbanlar ile yönetilir (Kennedy ve Brewer, 2006: 67). Malzeme stoğunun depolanması gerekmez.



Kaynak: Krishnaiyer vd., 2018: 534.

Şekil 1.5. Bulut Kanban Çerçevesi

Şekil 1.5., Bulut Kanban çerçevesinin altı temel unsurunu göstermektedir Yukarıdaki şekilde yer alan bulut kanban çerçevesi şu şekilde açıklanabilir: (1) Servis Planı, sistemin boyutunu ve ölçeğini belirleyen sistemin lisans anahtarıdır. (2) Veri tabanı gerekli üretimi ve planlama verilerini tutar. Uygulamaya bağlı olarak veri tabanı sunucusu yapılandırılabilir. (3) Uygulama Sunucusu, tüm web sayfalarını ve öğelerini içeren bulut tabanlı sunucudur. (4) Aktif Dizin, kullanıcı kimlik doğrulamasının temelini oluşturur. Bu katman, uygulama erişimi için ayrı kullanıcı adı ve şifre ihtiyacını ortadan kaldırır. Son kullanıcılar, kuruluşun e-posta bilgileri üzerinden giriş yapabilir. (5) Kullanıcı Arayüzü, menüyü içeren son kullanıcı etkileşimleri ve düğmeler için ön uç ekranlarıdır. (6) Son olarak, Mantık “İş Mantığı”dır, veri girişi ve raporlama görevlerini yerine getirmek için gereken iş kurallarını kapsar. Bulut modelinin tüm bu altı unsuru açılabilir, kapatılabilir ve herhangi bir modern web tarayıcısından açılabilir (Krishnaiyer vd., 2018: 533-535). Kanban, kaynak tüketimini ve bir işletmenin üretimini izlemek ve kontrol etmek için görsel bir araç olarak tanımlanmaktadır.

Kanban'ın faydaları aşağıdaki şekilde özetlenmiştir (Arcidiacono vd., 2012: 221):

- 1) Üretim ve tedarik süreçlerinde çekme sistemi için temel bir araçtır.
- 2) Süreçteki ara stok seviyesini etkili bir şekilde azaltır, böylece israfları azaltır.
- 3) Müşterilerden veya aşağı yöndeki dalgalı taleplerle etkin şekilde tepki verir.
- 4) Çok farklı teslimat sürelerine sahip iki işlemi bağlamak için kullanılır.
- 5) Görsel yönetim sistemidir.

1.4.2. 5S

Sürekli değişen bir ekonomide güçlü ülkeler, gelişmeleri takip etmek amacıyla önemli yönetim modelleri yarattılar. Bu modellerden biri olan ve Toyota Üretim Sistemi'nin bir parçası olan 5S (otomotiv endüstrisinde en çok kullanılan model), işyerinde disiplin ve temizlik geliştiren, verimlilik ve üretkenliği en üst düzeye çıkaran bir yöntemdir. (Veres vd., 2018: 900-901). 5S, verimli bir çalışma ortamı elde etmek için çalışma alanını temiz, verimli ve güvenli bir şekilde düzenleme konusunda kullanılan bir Japon yöntemidir. 5S, dünya standartlarında statüye layık, sorumlu bir üretici olarak tanınmak isteyen herhangi bir

şirket için bir başlangıç noktasıdır. 5S Metodunu oluşturan beş aşama Şekil 1.6'da verilmiştir



Kaynak: Veres vd., 2018: 901.

Şekil 1.6. 5S Yönteminin Uygulama Adımları

Yukarıdaki şekilde 5S metodunu oluşturan beş aşama maddeler halinde açıklanmıştır (Veres vd., 2018: 900-901):

1. Ayıklama (Seiri): Gerekmeyen şeyleri kaldırmak ve işyerini temizlemek;
2. Düzenleme (Seiton): Gerekli öğeleri, kullanıldıktan sonra orijinal yerine kolayca alınabilecek ve iade edilebilecek şekilde, düzenli ve sistemisraf bir şekilde hazırlamak;
3. Temizleme (Seiso): Düzenli olarak ekipmanı ve işyerini temizlemek, usulsüzlükleri belirlemek. Toz, kir ve israflar, düzensizlik, disiplinsizlik, verimsizlik; hatalı üretim ve iş kazalarının kaynağıdır.
4. Standartlaştırma (Süreklilik) (Seikutsu): Standart prosedürler kullanarak metodun belgelenmesi ve standartlaştırılmasıdır. Standartlar çok iletişimsel, açık ve anlaşılması kolay olmalıdır.
5. Disiplin (Shitsuke): Sürekli olarak yerleşik prosedürleri sürdürmek, iş yöntemlerini denetlemek, 5S'yi alışkanlık haline getirmek, kültüre entegre etmektir.

5S uygulaması ilk etapta bakıldığında çok önemli bir tatbikat gibi gözükmesine de aslında işletmeye faydaları göz ardı edilmeyecek kadar fazladır. Çok detaylara girilmeden ve israfların yok edilmesine yönelik faaliyetler uygulanarak, nitelikli, temiz ve verimli bir çalışma alanı yaratılmasına vesile olur.

Japon şirketleri 5S'yi, çalışanların kendi özel yaşamlarında ya da iş yaşamlarına dayatılan bir kavram olarak ve örgütsel mükemmellik için bir strateji olarak gördüklerini tespit etmişlerdir. İngiltere ve ABD merkezli şirketler ise 5S'i işyerinde örgütlenebilmeye bir araç olarak görmektedirler. Bu görüşler, 5S'in yaklaşımını ve nihai faydalarını farklı açılardan tamamlamaktadırlar (Omogbai ve Salonitis, 2017: 380-381). 5S, yalın yönetimin somut faydalarını elde etmenin basit ve masrafsız bir yoludur. Literatürde coğrafi bölgelerdeki şirketlerin keşfedilmesi üzerine yapılan çalışmalarla, 5S'in bölgeden bölgeye farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

5S'i uygulayan işletmeler hakkında çok sayıda başarı hikâyesi vardır. Bir metal imalat şirketi, stok devir hızını %67, stok miktarını %35 azalttı ve nakliye süresindeki güvenilirliği %99'a çıkarmayı başarmıştır. Bir başka örnekte, bir pencere imalat şirketi üretkenliği yüzde 35 arttırdı ve fazla mesaiyi %45 azaltmıştır (L. Orr ve D. Orr, 2014: 266). Sadece temizlik ve organize etme eyleminin bu kadar israfı azaltabileceği neredeyse çok basit görülmektedir, ancak bu gerçektir.

5S kontrolü, zamandan, malzemeden arttırmak ve kalite hatalarını minimuma indirmek için düzenli bir çalışma alanının sürdürülmesini destekleyen sürekli bir süreçtir (Kennedy ve Widener, 2008: 316). 5S, çalışanların moralini arttırmayı ve çalışanı güvenli ve verimli kılmayı / korumayı amaçlamaktadır. Genelde, bir 5S programı oluşturulduğunda, mühendisler ve yöneticiler tarafından başlatılır ve tüm üretim sistemini dahil etmek için teknisyenlere ve operatörlere öğretilir (Allen, 2010: 125).

5S çalışmalarının hayata geçirilmesiyle beraber, çalışma ortamının tertipli olması, fazla stok oluşmasına mani olunması, elemanların üretkenliğinin maksimum seviyeye çıkarılması, belgelerin nizamlı bir şekilde saklanması, gereç ve insan emeğinin boşa harcanmaması gibi daha aktif faaliyetler ortaya çıkabilmektedir (Tekin vd., 2018: 106).

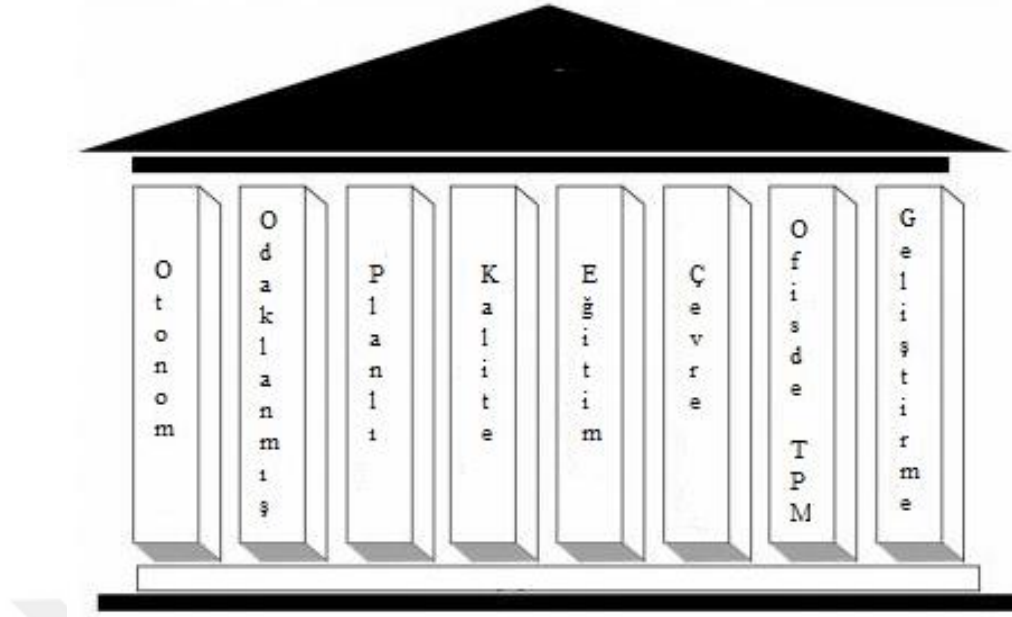
5S uygulamalarının işletmelerde devamlılığın sağlanmasıyla göze çarpacak olumlu etkilerden biri de, verimliliğin çoğalması durumudur. Böylece işletme personelinin yaptıkları işe karşı istek duyması da kaçınılmaz olacaktır. Çalışma ortamında alınacak

tedbirlerle, 5S alışmaları arasında ilişki bulunmaktadır. Yapılan risk analizlerinde, sonuçlara bakıldığında tertipsiz ve kirli ortamlardan kaynaklı durumlar, birçok iş kazasının oluşmasının tabanını oluşturduğunu ortaya koymuştur. (Çakırkaya ve Acar, 2016: 866). Etkin yapılacak 5S çalışmalarına st düzey çalışanların da katılım sağlaması açısından önemlidir.

1.4.3. Toplam Verimli Bakım (Total Productive Maintenance)

Toplam Verimli Bakım (Total Productive Maintenance) Modeli, ekipman verimliliğini optimize eden, hataları ortadan kaldıran ve tüm g çalışmasını içeren günlük aktivitetlerle operatörler arasında özerk bakım sağlayan şirket bakımına yönelik yenilikçi bir yaklaşımdır (Pinto vd., 2016: 1077). Çalışanlar, herhangi bir anormalliği tespit etmek için düzenli ekipman bakımı yapar. Operatörler makinelere en yakın çalışanlar olduklarından dolayı arızaları önlemek ve uyarmak için bakım ve izleme faaliyetlerine dâhil edilirler (Abdulmalek ve Rajgopal, 2007: 224).

Herhangi bir TPM programının amacı, çalışanların moralini ve iş tatmini ile birlikte verimliliği ve kaliteyi arttırmaktır. Daha önceden toplam verimli bakım, katma değer yaratmayan bir işlem olarak kabul edilirdi ancak günümüzde herhangi bir sektördeki makinelerin daha uzun ömürlü olması için çok önemli bir strateji olarak görülmektedir. (Singh vd., 2013: 592). TPM, ekipman verimliliğini optimize eden, arızaları ortadan kaldıran ve toplam işgücünü içeren günlük aktivitetlerle özerk operatör bakımını destekleyen yenilikçi bir yaklaşımdır.



Kaynak: Ahuja ve Khamba, 2008: 721

Şekil 1.7. TPM Uygulama Planı

TPM, benzersiz sekiz sütunlu metodolojisi ile uygulamaları mükemmel planlama, organize etme, izleme ve kontrol etmenin yolunu açmaktadır. TPM girişimleri, Japonya Fabrika Bakım Enstitüsü tarafından önerildiği ve desteklendiği gibi; kontrollü bakım, bakım maliyetlerinde azalma, üretim durma ve duruş sürelerinde azalma ile işgücü verimliliğinde önemli bir artışa neden olan sekiz sütunlu bir uygulama planı içermektedir. TPM uygulama planı Şekil 1.7’de gösterilmektedir (Ahuja ve Khamba, 2008: 720-721). Yukarıdaki şekilde gösterildiği gibi TPM'nin hedeflerine ulaşmak için kullanılan sekiz sütun arasında otonom bakım; odaklanmış bakım; planlı bakım; kaliteli bakım; eğitim ve öğretim; güvenlik, sağlık ve çevre; ofiste TPM ve geliştirme yönetimi bulunmaktadır.

TPM, tekniklerin ve iyileştirme kampanyalarının bir arada kullanılmasının Toplam Ekipman Etkinliği’ni iyileştirmeyi amaçladığı bütünsel bir yaklaşımdır. OEE'nin en üst düzeye çıkarılması, ekipmanın tasarımı / seçimi ve satın alınması, bakım, uygun kullanım ve sürekli iyileştirme dâhil olmak üzere birçok operasyonel açıdan mükemmellik gerektirir. Örgütlenme ve kültürle ilgili başka önemli faktörler de bulunmaktadır (özellikle mükemmellik ve sürekli iyileştirmeye odaklanma) (Riezebos vd., 2009: 243-244). TPM bu nedenle yalın üretimle iç içedir.

Ek olarak, diğer bazı araştırmacılar tarafından TPM'ye şu şekilde bir tanım verilmiştir: “Ürün kalitesi, operasyonel etkinlik, verimlilik ve organizasyon fonksiyonları

arasındaki, özellikle verimlilik ve bakım arasındaki güvenlik konusunda sürekli iyileştirme için işbirliğine dayalı bir yaklaşım olup, işletmelerde toplam çalışan katılımı, yani genel verimlilik ve aktif çalışan katılımında sürekli iyileştirme” anlamına gelir. TPM'nin üç bileşeni olduğu düşünülmüştür (Shen, 2015: 427):

1. Ekipmanın sürekli iyileştirilmesine dikkat çekilmesi,
2. Ekipman bakımı sorumluluğunun ortak paylaşımı,
3. Ekipmandaki özerk çalışma ekiplerinin vurgulanmasıdır.

Birçok şirket iş stratejisini geliştirmek için TPM veya yalın üretimi takip etmektedir. Bununla birlikte, bu girişimlerin uygulanmasının çoğunun ayrı ayrı yapıldığı gözlemlenmiştir. Ayrı bir uygulama, büyük ölçekli kaynakların yanı sıra şirkette devam eden projelerin yürütülmesinde ortaya çıkabilecek sorunları gerektirecektir. TPM'nin yalın üretimle bütünleşmesi, iyileştirilmiş performansa yönelik kapsamlı ve tutarlı bir üretim uygulamaları seti oluşturacaktır. Tamamlayıcı olarak bir TPM'ye sahip olmadan, yalın üretim girişimi gerçekleştirilemez (Bakri vd., 2012 :488) İşletmenin yönetimi, eğer bu girişimler tek bir imalat uygulamasına entegre edilmişse daha etkili olacaktır. TPM, yalın üretim uygulamasına öncülük etmede kilit yaklaşımlardan biri olarak sayılmaktadır.

1.4.4. Değer Akış Haritalama

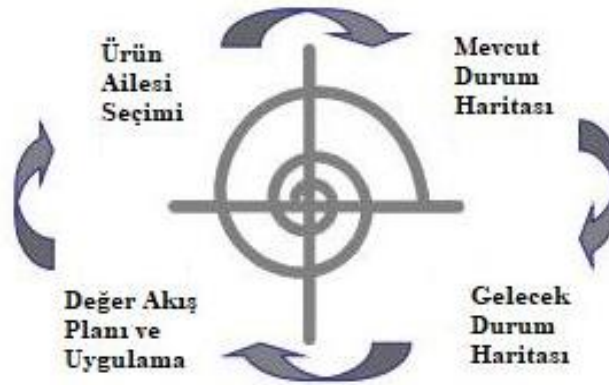
Son yıllarda, yalın yönetim yaklaşımı şirketlerin üretim süreçlerinde süreç iyileştirmeleri düzenlemek için kurulmuştur. Belirleyici araçlardan biri, süreçlere genel bir bakış veren ve süreç iyileştirmelerini gösteren Değer Akış Haritalama'dır (VSM) (Morlock ve Meier, 2015: 457). Literatür öncüllerine göre, yalın kavramının uygulanması bir değer akış haritası oluşturmakla başlamalıdır. Değer akış haritalama yöntemi, Toyota fabrikalarında Mike Rother ve John Shook tarafından 1998 yılında yayınlanmış olan “Görmeyi Öğrenmek” adlı kitapta kullanılmıştır. Polonya'da bu yöntem Wroclaw Teknoloji Üniversitesi Teknoloji Merkezi tarafından uygulanmaktadır. Bir değer akış haritası, işletmede zarar yaratan süreçlerin analizini sağlar (Wolniak vd., 2014: 709). Değer akışı haritalamanın asıl amacı, üretim sürecinde hangi iş istasyonlarında bir değer nasıl ve hangi değerde üretildiğini göstermektir

“Değer akışı yöntemi” terimi iki tanımlayıcı öge içermektedir. Bunlar; “Değer” ve “Akış”tır. “Değer”, malların üretiminde doğal olan değer yaratma anlamına gelir. Bu,

üretimin genel amacını tanımlar, yani bir kaynak malzemenin daha yüksek değerli olduğu düşünülen bir ürüne dönüştürülmesi demektir. “Akış” terimi, söz konusu üretimin temel bir özelliğinin, üretim akışındaki parçaların ve ürünlerin mekansal hareketinde ve niteliksel değişiminde yattığı anlamına gelir (Erlach, 2013: 7). Makine kullanımı ve iş paylaşımı uzmanlığı nedeniyle, çeşitli işlem adımlarının tümü aynı yerde veya aynı anda gerçekleştirilemez.

Günümüzde üretim endüstrisindeki şirketler, maliyet etkinliği, üretim süresi ve üretim sisteminin kalitesi bakımından artan zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır. Bu çelişkili hedeflerle uğraşırken, önemli bir görev, gerekli üretim kalitesini sağlamak için gerekli olan faaliyetlerin süreç zincirine entegrasyonu için uygun çözümlerin seçilmesidir. Bunun için, ilgili bir işlem zincirinin yapılandırmasını analiz etmek ve tasarlamak için destekleyici ve kolay uygulanabilir planlama teknikleri gerekir (Haefner vd., 2014: 254). Bu açıdan değer akış haritalama (VSM), profesyoneller tarafından çok sık kullanılan bir teknoloji aracıdır.

VSM'nin yararları arasında, tüm sürecin görselleştirilmesini sağlaması, akış kararını tanımlaması, işlemler arasındaki bağlantıları kurması ve durum haritasının belirlenmesi sayılabilir (Ellingsen, 2017: 377). VSM, bir sistemin mevcut durumunu tanımlamak ve katma değer nereye eklendiğini görselleştirmek için tasarlanmış bir kağıt ve kalem yöntemidir (Nafors vd., 2018: 1537). Akışın sonundan başlayarak ve başlangıç noktalarına kadar izleyerek değer akışı boyunca yürüyerek gerçekleştirilir VSM, bir kuruluştaki değer akışlarının koşullarına bütünsel bir genel bakış elde etmek için basit ama çok etkili bir yoldur (Edtmayr vd., 2016: 290). Mevcut durumun analizine dayanarak, akış odaklı hedef değer akışları (hedef koşullar) planlanır ve uygulanır.



Kaynak: Birgün vd., 2006: 50.

Şekil 1.8. Değer Akışı Haritalandırma Adımları

VSM, hammaddeden nihai müşteriye kadar olan üretim prosesinin haritalandırma yöntemi kullanılarak tüm resmi görmek açısından izlenebilecek akılcı bir yoldur (Birgün vd., 2006: 49). VSM adımları Şekil 1.8’de verilmiştir. Ürünlerin ailelerinin sınıflandırılması, içinde bulunulan konumun belirlenmesi, ilerdeki zaman tasarısının hazırlanması ve yapılacak etkinliklerin planlanması gibi baz alınan VSM girişimleri gösterilmiştir. Yalın düşünce felsefesinde değer akış haritalandırma tekniğinin rolü büyük önem taşımaktadır.

VSM israfı, iyileştirme fırsatlarını ve hangi yalın araçları kullanacağını belirleyen bir haritadır (Oliveira vd., 2017: 1085). Değer Akışı Haritalaması (VSM), hammadde alımından nihai ürün seferine kadar olan malzeme akışına genel bir bakış sağlayan bir yöntemdir.

Yalın üretim, bir üretim endüstrisi işletmek veya hizmet işletmek için bir teknik ve faaliyet düzenlemesidir. Herhangi bir kuruluştaki yalın üretim aracını uygulamak için ilk adım, değer akış haritalamayı (VSM) uygulamaktır (Azizi ve Manoharan, 2015: 154).

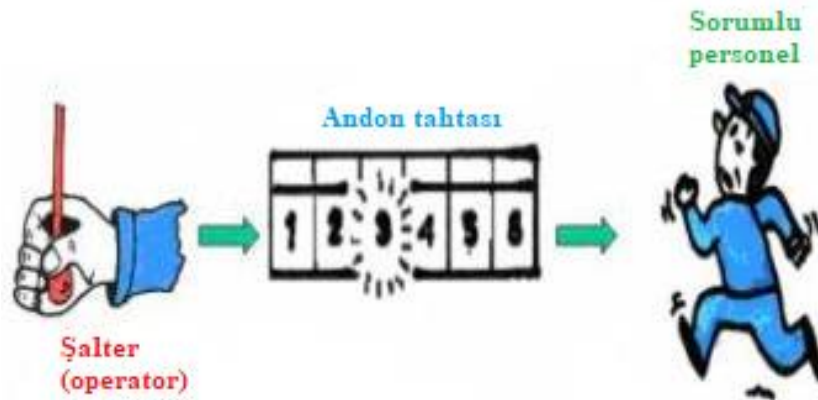
Değer akış haritalama tekniği, israfları bertaraf etmesinin yanı sıra proseslere (süreçlere) katmış olduğu diğer pozitif yönleri şunlardır (Adalı vd., 2017: 244):

- Proseslerin eksiksiz olarak tüm yönleriyle analiz edilmesine olanak tanır.
- Meydana gelen israfların oluş nedenlerinin çıkış noktalarını da açığa çıkartır.
- Proseslerin arasında ortak bir iletişim lisanı devreye sokar.
- Üretime bağlı olan prosesleri gereç ve malumat yoluyla birbirine bağlar.
- Proseslerin yanı sıra, görev yapan personel arasında da bütünleşik bir lisan ortamı olduğu için ortaya çıkabilecek problemlerin kaynağı karşılıklı olarak istişare edilebilir ve bunlara çözüm bulunabilir.
- Değer akış haritalama, hammaddeden başlayarak son ürüne kadar devam eden tüm prosesleri de kapsadığından dolayı, tüm proseslerde olumlu iyileştirmeler yapılmasını teşvik ederek yalın düşünce yolunda muazzam bir aşama kaydetme noktası olmaktadır.

1.4.5. Andon Sistemi

Andon cihazı geleneksel olarak imalat endüstrisinde kullanılır. Bu görsel yönetim aracı, bir alandaki işlemlerin durumunu gösterir ve problemlerin oluşumunu gösterir. Ayrıca Andon kullanımının faaliyetlerin sürekli akışını iyileştirdiği ve yeniden işlemekten kaçındığı anlaşılmaktadır. Ayrıca, operasyon ekibine ve üretim yöneticilerine öğrenme imkanı sağlamaktadır (Kemmer vd., 2006: 575). Andon, operasyon ekibine bu alanda bir anormallik olduğu konusunda anında, görünür ve sesli uyarı sağlayan bir bilgi aracıdır (Modi ve Thakkar, 2014: 341-342). Anında ele alınabilmeleri için ortaya çıktıkları sorunlara anlık olarak dikkat çeken, tesis içi için gerçek zamanlı iletişim aracı olarak hareket eder.

Bir sürecin yürütülmesine yardımcı olan diğer yalın görsel araçlar arasında Andon panoları gibi durum göstergeleri (üretimin mevcut durumu ve ortaya çıkan sorunlar hakkında bilgi veren aydınlatılmış tavan üstü göstergeler) yer almaktadır. İngiltere'nin Derby adlı yerleşim merkezinde bulunan Toyota fabrikasında üretim hattının yanında bir kablo bulunmaktadır. Bu Andon kablosu, bir operatör tarafından çekildiğinde ekranı aydınlatır ve istasyonlarına özgü bir sinyal çalar. (Parry ve Turner, 2006: 80). Bu ilke uyarınca, kusurların bir sonraki istasyona taşınması çok nadir olacağı için kalite garanti edilir, çünkü operatörler istasyonlarına taşınan her üründen yüksek derecede sorumludurlar ve kalite konusunu incelemeye yetkilendirilirler (Gao ve Low, 2014: 62).



Kaynak: Subramaniam vd., 2009: 28.

Şekil 1.9. Andon Sisteminin Etkileşimi

Bir andon sisteminin etkileşimi, yukarıdaki Şekil 1.9'da gösterildiği gibidir. “Andon” sistemi, Jidoka ilkesini oluşturan unsurlardan biridir. Eski Japonya'da, Jidoka, özerklik için kullanılan bir terimdir (insan unsuruyla otomasyon) ve bir problem ortaya

çıkıldığında derhal çalışmayı durdurma prensibini ifade eder. Eski zamanlarda andon, üstü açık ve kapalı tabanın orta kısmına yerleştirilmiş bir mumu olan kullanışlı, katlanabilir bir kâğıt abajur olan bir fenerdir. Eski Japonlara göre andon el feneri, uzaktan bir sinyal cihazı, hatta bir ticari işaret olarak işlev görülmektedir (Subramaniam vd., 2009: 28).

Andon sistemi, tedarikçiler de dâhil olmak üzere ilgili kişiler arasında tartışma ve iletişimi kolaylaştırarak yalın fabrika fikirlerinin uygulanması yoluyla katkıda bulunmayı amaçlamaktadır (Silva ve Baranauskas, 2000: 130-131). Bu sistem, yalın temelli olan bir endüstriyel organizasyonda işbirlikçi çalışmaları desteklemektedir

Andon sisteminin işletmeye katmış olduğu yararlar aşağıdaki şekilde özetlenmiştir (Smartandon, T. Y.):

- Yalın üretim stratejisinin kuvvetlendirilmesi
- Acil problem bildiriminde bulunması
- Sorunlara hızlı cevap esnekliği
- Zaman avantajı sağlaması
- Herşeyin kayıt altında tutulması
- Bilgiyi analiz etmek için görsellerin ve grafiklerin bulunması
- Tarihsel veri tabanı
- Hızlı ve kolay kurulum
- Kablo bağlantısı gerekmez
- Kolay kullanım ve bakım
- Tasarımı belirli müşteri ihtiyaçlarına göre uyarlayabilmedir.

1.4.6. Jidoka

Jidoka ve JIT birbirleriyle etkileşimli olarak, TÛS sisteminin en önemli üretim felsefelerinin başında gelmektedir. Jidoka, üretim proseslerinde bir problem ortaya çıktığı zaman operatör müdahalesi veya makinanın kendi kendine hatayı algıladığında üretim durması ve durdurulmasıdır. Takım ruhu jidokada çok önemlidir ve performansın artırılmasına yönelik kontrollerin devamlı yapılması gereklidir (Turan, 2016: 66; Özçelik

ve Cinoğlu, 2013: 85). JIT'da ve Jidoka'da uzmanlaşmak için, bir şirketin çalışan memnuniyeti platformu oluşturması gerekir (Veech, 2004: 161). Çalışanları tatmin eden koşullar oluşturmak için, şirketlerin sisteminin temelinde istikrarlı olması gerekir. İstikrar ve çalışan memnuniyetinin önemli unsurları tüm insanlığın meseleleridir ve evrensel olarak herhangi bir işletmeye uygulanabilir.

Toyota Üretim Sisteminin amacı, israfların tamamen ortadan kaldırılmasıdır. “Jidoka” olarak kullanılan kavram, bilinen kusurların ve yeniden işlemlerin ortadan kaldırılması ve önlenmesi anlamına gelir. Toyota felsefesinde, Jidoka, proses kalitesinin başından itibaren güvence altına alınması ve sonraki iş istasyonlarına kusur transferinin önlenmesi için merkezi bir kavramı temsil etmektedir (Enke vd., 2015: 9). Jidoka, problem tespiti için uygulanan teknikleri, problemlerin ortaya çıkması ve problem çözülmesi konusunda uyarır.



Kaynak: Subramaniam vd., 2009: 29.

Şekil 1.10. Endüstride Jidoka Kavramı

Şekil 1.10'da, Jidoka konsepti kullanılarak üretim yaşam döngüsü gösterilmektedir (Subramaniam vd., 2009: 28-29). Jidoka, operasyonların her işleminde yerleşik kalitesini ve daha verimli çalışma için insan kaynağının ve makinelerin izolasyonunu sağlar.

Yalın Üretim Sistemi, Toyota Üretim Sistemi'ne dayanmaktadır. JIT ve Jidoka, TÜS'ün iki ana ayağıdır. JIT “Miktar” yönüne bakar, Jidoka ise yalın sistemlerin “Kalite”

yönüne bakar. Hızlı değişim, standart çalışma, görsel yönetim vb. gibi yalın uygulamaların desteklenmesi, JIT'in başarılı bir şekilde uygulanması için önemli unsurlardır. (Jadhav vd., 2015: 332).

Tablo 1.4., Endüstri 4.0 olanaklarını yalın üretim yöntemleriyle karşılaştırmak, olası bağlantılara genel bir bakış sunmaktadır (Kolberg ve Zühlke, 2015: 1873). Endüstri 4.0, akıllı operatör, akıllı ürün, akıllı makine ve akıllı planlayıcı olarak ayrılırken; yalın üretim tam zamanında üretim ve jidoka ilkeleri ile kanban ve andon yöntemleri olarak ayrılıp birbirleriyle bağlantılı olduğu görülmektedir.

Tablo 1.4. Yalın Üretimi ile Endüstri 4.0'ı Birleştirmek İçin Kullanım Vakaları Örnekleri

Endüstri 4.0	Yalın Üretim	
	İlke: Tam zamanında	İlke: Jidoka
	Yöntem: Kanban sistemi	Yöntem: Andon
Akıllı Operatör	Çalışan, artırılmış gerçeklik aracılığıyla kalan döngü süresi hakkında bilgi alır.	Giyilebilir bilgisayar sistemleri arıza alır ve gerçek zamanlı olarak çalışana gösterir.
Akıllı Ürün	Akıllı ürün, sipariş odaklı bir üretimi gerçekleştirmek için Kanban'ın bilgilerini alır.	
Akıllı Makine	Makineler Kanban'ı almak ve göndermek için standart bir arayüz sunar.	Makineler arızaları doğrudan akıllı operatörlere gönderir ve arıza onarım işlemleri için diğer sistemleri arar.
Akıllı Planlayıcı	BT sistemleri üretim hatlarını yeniden yapılandırır ve Kanban'ı buna göre günceller.	

Kaynak: Kolberg ve Zühlke, 2015: 1874.

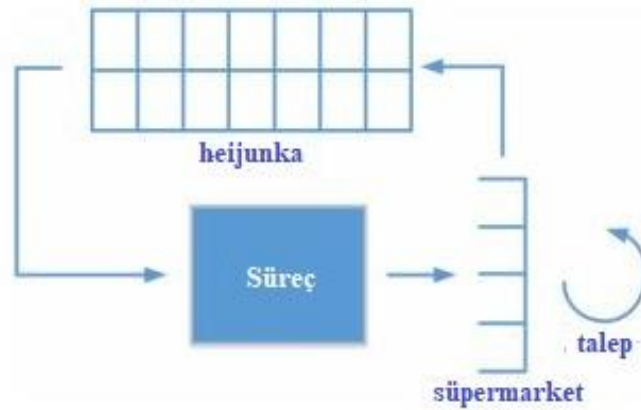
Yalın üretime ek olarak Endüstri 4.0 için bir çerçeve bir yandan Endüstri 4.0 çözümlerinin yalın üretimi makul şekilde destekleyebileceği tavsiyelerini içermelidir.

1.4.7. Heijunka

Heijunka'nın altında yatan varsayım; üreticinin, kabul edeceği iş varış sırasındaki değişkenlik miktarına ilişkin bir seçeneğe sahip olduğu yönündedir. Yüksek kapasite kullanımına izin vermek için iş varış sırasının değişkenliğini kontrol eden heijunka kavramı yalın üretim teorisinde ayrılmaz bir rol oynamaktadır. Üreticiyi, işlenecek işler sırasındaki değişkenlikten koruyan yalın üretim uygulaması, üretim hattının belirli bir süre zarfında talep edilen ve daha az talep eden arasında değişen söz konusu dizi ile aynı ürün dizisini üretecek şekilde programlandığı yöntem Japonca'da seviyelendirme anlamına gelen

Heijunka stratejisi olarak adlandırılmaktadır (Hüttmeir, 2009: 501). Alınan siparişe ulaşan tüm işleri olduğu gibi kabul etmek yerine, üretici, üretim tarafından görülen varış sırasının nispeten yumuşak olması için siparişleri müşterinin en yüksek talep seviyesine göre sıralamayı seçebilir.

Heijunka, sürekli parça akışı olan karma bir model üretim sistemine ulaşmak için parti işlemeden ve müşteri siparişi dalgalanmasından kaynaklanan hacimdeki iniş ve çıkışları kaldırarak üretim sistemini seviyelendirme kavramıdır (Lippolt ve Furmans, 2008: 11).



Kaynak: Korytkowski vd., 2014: 21-22.

Şekil 1.11. Heijunka Kontrollü Üretim Sistemi

Heijunka tarafından kontrol edilen ve Şekil 1.11’de sunulan tipik üretim sistemini analizi şu şekildedir. Talep bir süpermarketten karşılanır. Süpermarket terimi, her bir ürün tipi için tanımlanmış fiziksel konumlara ve hacme sahip bir stok anlamına gelen yalın yönetim sözlüğünden gelir. Talep doğrudan üretimden karşılanmamakta, bunun yerine bitmiş ürünler üretimden temin edilen süpermarketten alınmaktadır. Bu durum, stok yapmak için bir politikaya oldukça benzemektedir. Alınan ürünlerle ilgili bilgiler bir heijunka kutusuna aktarılır. Bu bir kutu ızgaraya bölünmüş döngüsel bir programdır. Sütunlar belirli bir zaman dilimini temsil eder. Satırlar, sonraki üretim tarafından üretilen ürün türlerini temsil eder. Bu tür bir kuruluş, stoktan stoka ve siparişe göre sıralanır. Üretim, talepten tamamen ayrılmadığından ve üretim lotları (numaraları) siparişlere eşit olmadığından stoklanmayacaktır. Aynı zamanda, süpermarketten talep, anında yerine getirildiği için yeterli stok seviyesi söz konusu olduğunda bu bir zorunluluk olmayacaktır. Envanter sıkıntısı durumunda, talebin geri kalan kısmı geri sipariş edilecek ve sonrasında desteklenecektir. Varsayım, talebin tamamının gerçekleştiği ve stok sıkıntısı nedeniyle hiçbir şeyin kaybedilmediğidir (Korytkowski vd., 2014: 21-22).

Üretim seviyelendirme (heijunka), bir üretim sistemini stabilize etmek için kullanılan (araçların etkisinin azaldığı) yalın araçlardan biridir. Üretim seviyelendirme, üretim düzenliliği ve koordinasyon basitliği yaratan bir tür döngüsel çizelgelemedir. Üreticiyi, işlenecek işler sırasındaki değişkenlikten koruyan yalın üretim uygulaması, heijunka'nın, periyodik üretim dizileri (döngüsel zamanlama) kurarak süreci uyumlaştırmaya çalışan bir yöntem olması onu giderek daha fazla ilgi gören bir yaklaşıma dönüştürmüştür (Korytkowski vd., 2013: 1554). Heijunka, dalgalı müşteri taleplerini eşit ve öngörülebilir bir üretim sürecine dönüştüren, üretim sürecine istikrar getirmeye yardımcı olan temel bir kavramdır. Literatürde, Heijunka'nın esneklik, hız, maliyet, kalite ve müşteri hizmetleri düzeyi ile ilgili çeşitli hedeflerde operasyonel verimliliği arttırdığı gösterilmiştir

Heijunka'nın hedefi, üretim programını sabit bir orana getirmektir. Sadece müşteri talebini üreterek, aşırı üretim biçimindeki israflar azalır. Bazı Endüstri 4.0 araçları heijunka'nın geliştirilmesine katkıda bulunur. Örneğin veri analizi, tahmin kalitesini artırır. Planlama, pazarın derinlemesine analiz edilmesi yoluyla müşteri gereksinimlerinin daha iyi anlaşılması ile birlikte veri geçmişi kullanılarak dengelenir. (Mayr vd., 2018: 624). Ayrıca, planlama sürecinin kendisini desteklemek için gelişmiş analitik kullanan yeni yazılım araçları kullanılabilir. Örneğin, bir yazılım türünün, ürün özelliklerini, teknolojik sürecin yapısını, işyerini ve satışları temel alarak üretim programını otomatik olarak seviyelendirir

Heijunka, Toyota Üretim Sisteminin ve yalın üretimin önemli bir unsurudur. Üretim seviyelendirmesinin (heijunka) amacı, üretim hacminin yanı sıra üretim karışımını dengelemektir. Böylelikle, üretim seviyelemesi, üretim programında ortaya çıkan istikrarsızlıklardaki değişimi azaltır. Şirketlerin israfını, insan ve ekipman yükünü ve düzensizliği azaltarak verimliliğin artırılmasını sağlar (Bohnen vd., 2013: 53). Heijunka seviyelendirme ve hat dengeleme kavramlarını içerir. Heijunka'nın amacı sadece üretim hacmini değil aynı zamanda her üretim döngüsü için aynı ürün sırasını kullanarak ürün karışımını da seviyelendirmektir (Matzka vd., 2012: 50).

1.4.8. Poka-Yoke

Poka-Yoke (hataya dayanıklılığı veya yalıtımı anlamına gelir) tekniği 1961 yılında Shigeo Shingo tarafından geliştirilmiştir. Poka-Yoke, işlem yapan cihazlarda kusurlara yol açan özel nedenleri önlemek, kabul edilebilir veya kusurlu olup olmadığını belirlemek için üretilen her bir öğeyi ucuz bir şekilde incelemek için cihazlar kullanır. Poka-Yoke

tarafından tasarlanan üretim cihazları, Shingo'nun sıfır kalite kontrol konseptlerinin temellerinden biridir (Tsou ve Chen, 2008: 1057). Poka-Yoke, belirli bir faaliyetin gerçekleştirilmesinde bir hata meydana gelmesini önleyen cihazlar ile veya operatöre ürünün nasıl monte edileceğini önermek için parçaları tasarlayarak uygulanır (Mura, vd., 2016: 341).

Poka-Yoke tekniği hem hataların önlenmesi hem de sonraki hataların ortaya çıkmasına neden olacak ve ürünü benimsemeyi veya reddetmeyi belirleyen ucuz bir kontrol gerçekleştirmek için uygulanabilir. Tüm hataların ortadan kaldırılması her zaman %100 değildir, bu gibi durumlarda Poka-Yoke yöntemlerinin temel görevi, hataların en kısa sürede tespit edilmesidir (Dudek-Burlikowska ve Szewieczek, 2009: 97).



Kaynak: Kumar vd., 2016: 367.

Şekil 1.12. Poka-Yoke'nin Yöntem Bilimi

Poka-Yoke tekniğinin hayata geçirilmesinde önemli olan ilkelerin Şekil 1.12.'deki gibi resmedilmesi uygundur (Kumar vd., 2016: 366). Şekilde görüldüğü gibi Poka-Yoke'nin yöntem bilimi yukarıdan aşağıya sorunun belirlenmesi, iş istasyonlarında gözlem yapılması, beyin fırtınası, en popüler fikrin teşhis edilmesi, planı ortaya çıkarmak, planın gerçekleştirilmesi, izlemek ve oturumu kapatmak olarak bir akış izler.

Bir Poka-Yoke cihazı, bir hata veya kusurun oluşmasını önleyen veya herhangi bir hata veya kusurun bir bakışta belirgin olmasını sağlayan herhangi bir mekanizmadır. Önemli olan kusurların nedenlerinin giderilmesi konusundaki konsantrasyondur. Poka-Yoke, insanlara ilk seferinde işleri doğru yapmalarına yardım etmenin yoludur (Shahin ve Ghasemaghahi, 2010: 190-191). Bir hata yapıldıktan sonra süreçlerin devam etmesine izin vermek yerine, Poka-Yoke yöntemi onları durdurmak için kullanılabilir. Poka-Yoke yeni bir

kavram olmayıp güvenlik alanında uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. Yeni olan durum ise bu kavramları güvenlik dışındaki alanlara da uygulamaktır.

Poka-Yoke, imalat sistemlerinde hataların oluşabileceği her yerde uygulanabilir (Allen, 2010: 126). Temel işlevselliğe bağlı olarak Poka-Yoke'nin üç yaklaşımı vardır ve bunlar şu şekilde açıklanabilir (Patil, 2013: 20-21):

- **Kapatma işlevi:** Kapatma, yani önleme yönteminde Poka-Yoke cihazları, kritik işlem parametrelerini kontrol eder ve bir durum tolerans bölgesinden çıktığında süreci kapatır, hatalı bir ürünün üretildiğini veya üretileceğini gösterir. Önlemenin her zaman iyileştirmeden daha iyi olduğu bilinmektedir. Örneğin: Elektrik devresinde sigortanın kullanımı. Kısa devre olduğunda, sigorta çalıştırılır ve diğer kazaların önlenmesiyle sonuçlanan elektrik beslemesini keser.
- **Kontrol işlevi:** Kontrol işlevinde Poka-Yoke cihazları, işlem ekipmanına ve / veya iş parçalarına monte edilen ve kusurları üretmeyi ve / veya sonraki prosedüre uygun olmayan bir ürünün akışını imkânsız kılan çalışma düzenleyicidir. Kontrol, herhangi bir kusur olması durumunda, üretim hattının dışına çıkmayacağı ve müşteriye ulaşamayacağından emindir. Örneğin. Makineye ters yönde yanlış iş yüklenmesini önlemek için, yanlış iş yüklenmesini önleyecek olan iş için iş istirahati sağlayabiliriz.
- **Uyarı işlevi:** Bu işlev, operatörü bir şeyler hakkında bilinçlendiren bir yöntemdir. Mekanizma, Poka-Yoke cihazlarının işçiye bir kusurun üretildiğini gösterdiği şekilde üretilmektedir. Operatör böyle bir uyarı aldığında, kusura neden olan işlemi / işlemleri düzeltmek için derhal müdahalede bulunmalıdır. Kısa bir süre sonra bu yöntem, insanın doğasına ve davranışına bağlıdır. Genel uyarı yöntemleri, yanıp sönen ışık kullanımı ve alarm olarak bip sesi kullanımıdır. Örneğin, basit ama etkili bir Poke-Yoke yöntemi ATM kullanılan işlemde uygulanmıştır. ATM kartının müşteri tarafından yuvasında unutulmaması için ATM makinesi ışıklı / sesli uyarı verir ve bu yöntem karşılaşılan bir hataya karşı önlem mekanizması oluşturmuş olur.

1.4.9. Görsel Yönetim (Mieruka)

Mieruka, “görsel yönetim” anlamına gelebilecek bir Japonca kelimedir. Böylece çalışanlar anormallikleri hızlı bir şekilde algılayabilir ve Mieruka kavramı adı altında derhal harekete geçebilir, ilerlemeleri göstererek, kaliteyi tanımlayarak ve sorunları listeleterek

bilginin paylaşılması konusunda olumlu adımlarla ilerleyebilirler (Sekimura ve Maruyama, 2006: 408). Görsel yönetim, çalışanların hem kendi organizasyonel değerleri hem de müşteri ihtiyaçları ile ilişkili olarak rollerini ve katkılarını daha iyi anlamalarını sağlayan bir sistem olarak, üretim ve hizmet organizasyonlarında son yıllarda ortaya çıkmıştır (Tjell ve Bosch-Sijtsema, 2015: 193).

Görsel araçların kullanımı toplumumuzda en çok kabul gören trendlerden biri haline gelmeye başlamıştır. Bu uygulama sürekli iyileştirme literatüründe desteklenmektedir. Performans duvarları veya gösterge panoları gibi görsel yönetim araçları, bir kurumun vizyon ve kültürüyle ilgili farkındalığı, uyumu teşvik edebilir ve fikir paylaşımı için bir platform sağlayabilir (Glegg vd., 2019 :16). Bu araçlar aynı zamanda iletişim etkinliğini ve verimliliğini artırabilir, hedefler, sonuçlar ve sapmalar dâhil göstergeleri gösterebilir ve bir sonuç veya hedefe yönelik gerçekleştirilen eylemlerin görünürlüğünü artırabilir.

Görsel süreç yönetimi araçları, yalın uygulayıcılar tarafından iletişim yardımı olarak geliştirilmiştir, işlemleri ve süreçleri gerçek zamanlı olarak yönlendirmeye yardımcı olmak için kullanılır. Yalın sistemi uygulayanlar, işlemleri ve süreçleri gerçek zamanlı olarak gerçekten yürüten görsel iletişim araçları geliştirmektedir. Bu sistemler metriklerin bir uzantısı olarak işlev görür ve kendi başlarına dinamik bir ölçüm sistemi olarak düşünülebilir (Parry ve Turner, 2006: 77-84). Görsel kontrol, üretimin ötesinde kullanım için zayıf ama güçlü bir araçtır. Yalın uzmanlar, üretim hatlarında öğrendikleri görsel kontrol bilgilerini edinmekte ve diğer işlemlere uygulamaktadırlar.

Görsel yönetim, bilişsel ve duygusal bilgi aktarımına dayanan önemli bir iletişim stratejisidir. Görsel yönetimin üretim yönetimindeki rolü; üretim planlama / kontrol, süreçler, kalite, güvenlik, bakım, işyeri, stok, değişim (iyileştirme), insan kaynakları, iç / dış pazarlama (görüntü yönetimi) ve bilgi yönetimi çabaları görevlerini üstlenmektedir (Tezel vd., 2016: 766-768).

1.4.10. Shojinka (İş gücü dengeleme) ve U- tipi Üretim Hattı

Shojinka, sho (azaltmak için), jin (işçi) ve ka (değiştirmek) için kullanılan Japonca bir kelimedir. Aslen Toyota Üretim Sisteminin (TPS) önemli bir unsuru olan Shojinka kavramı, talep oranı arttıkça veya azaldığında üretim tesisindeki işçi sayısını kolayca artırmak veya azaltmaktır. İnsan kaynaklarının ayarlanması ve yeniden yapılandırılmasıyla verimliliği arttırmaya eşdeğer olan Shojinka, birden fazla işlem yapabilen bir işçiye atanan

işlem sayısını değiştirerek elde edilebilir (Gökçen vd., 2010: 402). Shojinka'nın faydaları iyi tanınmaktadır ve otomobil endüstrisinde etkin bir şekilde uygulanmaktadır. (Wang vd., 2017: 255). Shojinka, üretim talebi arttığında veya azaldığında, birden fazla işlemi gerçekleştiren çok vasıflı işçiler tarafından elde edilebilecek işçi sayısının değiştirilmesi anlamına gelir

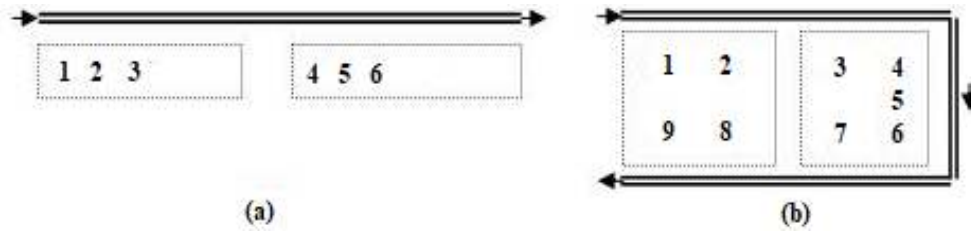
Shojinka, yani, insan gücü kullanımında esneklik anlamına gelmektedir. Buna göre: (Demartini ve Pella, 2011: 137).

- İşçi esnek bir şekilde çalışmak için birçok basit işin nasıl yapıldığını bilmelidir;
- Emeğin miktarı, üretim seviyelerindeki değişkenlikle değişmeli; iş yükleri dengeli olmalıdır; sessizlik ortadan kaldırılmalı;

Toyota üretim sistemindeki yaygın bir uygulama, U şeklinde bir düzen tutmak ve talepteki değişikliklere uyum sağlamak için operatör sayısını değiştirmek, her operatöre atanan görev kümesini genişletmek veya daraltmaktır. Bu ilke, “esneklik yoluyla talebin karşılanması” anlamına gelen “Shojinka” olarak adlandırılmaktadır. Bu yöntemi uygulamak için, genellikle U şeklinde bir makine / iş istasyonu düzeninin uygun bir tasarımı ve çok çeşitli görevleri yerine getirebilen çok yetenekli operatörlerin kullanılması gerekir. U şeklindeki montaj hatlarının avantajları, bu tür bir sistemi, hacme veya ürün karışımına göre talebin değişen yapısını ele almak için uygun kılar (Simaria, vd., 2009: 3939). Operatörler arasındaki görünürlüğü ve iletişimi geliştirir; bu, problem çözmeyi kolaylaştırabilir. Ayrıca, U şeklinde bir hat konfigürasyonu, iş istasyonlarına görevlerin atanması ile ilgili daha fazla olasılık sağlar, bu nedenle iş istasyonu sayısı, düz bir hat için gereken sayıya kıyasla azaltılabilir.

Yalın üretimin temel taşlarından biri, U-şekilli hatların kullanılmasıdır; burada amaç, takt zamanına (devir süresi) uygun olarak ürün üretmektir. Operasyonlar manuel olduğunda, kaç işçiye ihtiyaç duyulduğunu ve hangi işlerin hangi işçiler tarafından yapıldığını belirlemek için montaj hattı dengelemesi yapılır. Görevler, her bir istasyonun atanmış bir çalışana sahip olduğu istasyonlar halinde gruplandırılır: daha sonra her göreve hatta belirli bir yere atanır. Teslim süresi değiştiğinde, hat yeniden dengelenebilir, yeni bir görev ve görevlerin istasyonlara gruplandırılması yapılabilir (Shewchuk, 2008: 3485). Teslim süresi arttıkça, hatta çalışanların sayısı azaltılabilir ya da tersi bir durum, teslim süresinin azalması, söz konusu olduğunda çalışan sayısı artırılabilir. Bu shojinka olarak bilinir.

U şeklindeki montaj hatları, endüstriyel maliyet verimliliği için alan kullanımında etkinliğini dikkate değer bir özellik sağlayan hücresel üretim sistemleridir. Shojinka'nın, “en dikkat çekici avantajı”, herhangi bir sayıda çalışanla ve talepteki değişikliklerle üretim gereksinimlerini karşılayacak şekilde ayarlanabilme yeteneği olan esnek bir insan gücü hattı anlamına gelir (Vilda vd., 2018: 479). Yalın sistemlerde, üretim hatları tipik olarak önceden belirlenmiş talebe dayalı çevrim süresi, takt zamanı olarak ifade edilmiştir. Bu çevrim süresi, görevleri istasyonlara gruplama ve çalışanları bir veya daha fazla istasyona atamaya zorlama içeren bir hat dengeleme alıştırmasıyla sağlanır. Talep oranı veya işgücü seviyeleri değiştiğinde, yeni iş grupları ve işçi görevlendirmeleri ile hat dengelemesi tekrar gözden geçirilir ve değiştirilir. Üretim kaynaklarını değişen talep modellerine uyarlama süreci, Shojinka olarak bilinir (Erin vd., 2012: 2).



Kaynak: Ağpak vd., 2002: 116.

Şekil 1.13. Hat Tasarımı (a) Düz Hat Tasarımı (b) U Tip Hat Tasarımı

Şekil 1.13’de, klasik olarak modernize edilen ve dengelenen hatlar “düz hat” olarak adlandırılmaktadır. Yukarıdaki şekilde bahsedilen iki tip hattın yerleşim tasarımı gösterilmektedir (Ağpak vd., 2002: 116). Tam zamanında üretim sisteminde U tipi şeklinde hat dizaynı yapılarak üretimde farklı avantajlar sağlamak amaçlanmıştır. U tipi hatlarda, başlama ve bitiş konumları aynı hizadadır.

U tipi şeklindeki hatlarda üretimde uygulanan tekniklere ve ürün alternatiflerine uyum sağlamak daha düz tipteki hatlara oranla daha hızlı olmaktadır. Üretim sistemine kazandıracağı diğer pozitif etmenler şu şekilde sıralanmıştır (Günay vd., 2004: 353):

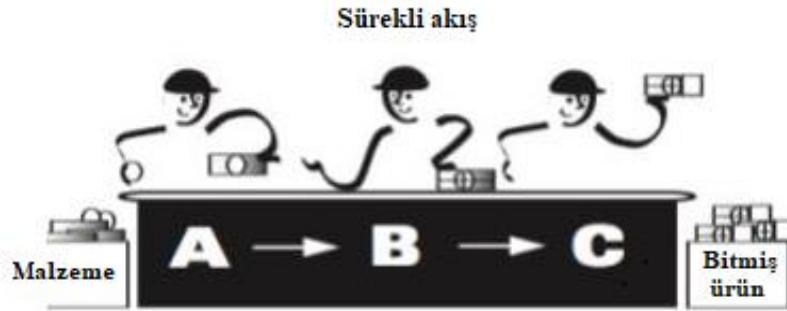
1. U tipi hatlardaki operatörlerin aralarındaki çalışma mesafesi uzak olamadığından ötürü birbirleriyle sağlıklı bir ortamda haberleşebilirler ve ortaya çıkabilecek problemlere anında müdahale etme şansları yüksektir.

2. U tipi hatlarda görev yapan elemanlar birçok faaliyetleri hızlı ve çevik bir şekilde gerçekleştirebilecek beceride olan kişilerdir. Sürekli değişik hatlarda görev yaptıkları için birden fazla göreve hâkimdirler ve kriz çözme yetenekleri gelişmiştir.

3. Tam zamanında üretim felsefesinden yola çıkılarak, U tipi şeklindeki hatlarda girdiyle çıktı arasındaki orantının birbirleriyle uyumlu olması gerekmektedir. Klasik hatlarda istikrarı sağlamak bu anlamda daha zorlayıcı bir hal alabilir. Çalışanlara detaylı bilgiler verilmemesi ve ürünün tamamlama sıklığının değiştirilememesi yüzünden ortaya daha büyük sorunlar çıkabilir.

1.4.11. Tek Parça Akışı ve Hücresel İmalat

Günümüzde, daha kısa ürün ömrü ve kişiselleştirme taleplerinin artması, bazı ürünlerin geleneksel üretim hatlarında üretilmesini zorlaştırmaktadır. Çoğu zaman yapılabilecek en iyi şey, onları hat akış prensiplerinin dâhil edilmesiyle geliştirilmiş toplu akış sistemlerinde üretmektir. Bu tek parça akış üretimidir (Miltenburg, 2001: 303). Bu prensip, kısa işlem süreleri sağlar ve bu nedenle değişen pazar gereksinimlerine hızlı yanıt verir (Nyhuis ve Vogel, 2006: 286). Tek parça akış süreci şekilde verilmiştir.



Kaynak: Şeker, 2016: 463.

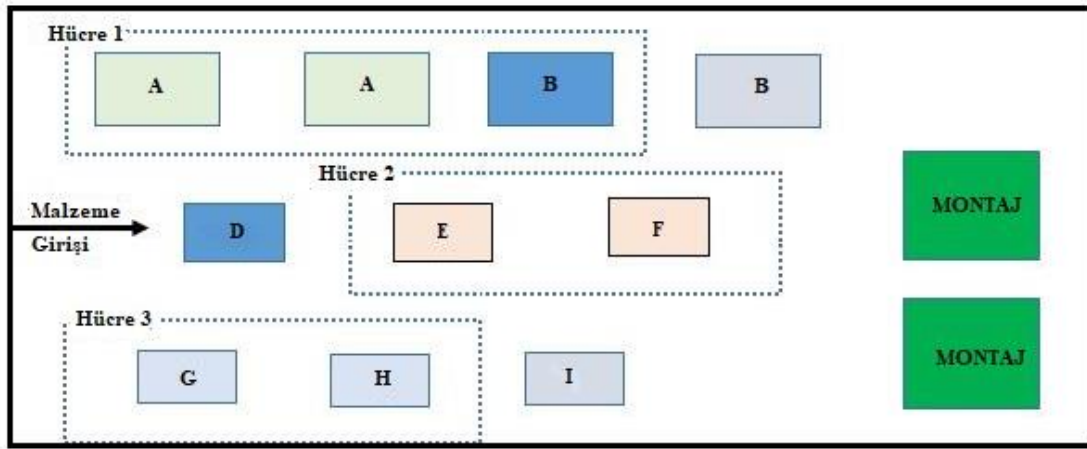
Şekil 1.14. Tek Parça Akışı

Şekilde 1.14’de görüldüğü gibi tek parça akış, tek parçaların komple lotlar (partiler) yerine farklı işlemler arasında transfer edilmektedir. Malzeme bitmiş ürün olarak sonlanma sürecinde sürekli akış söz konusudur. Tek parça akış sisteminde hatlarda üretilen ürünün müşterinin talebiyle eş zamanlılık içerisinde olması gerekir. Bu metodolojiyle hattın esneklik kazanabilme kabiliyeti artar, ortaya çıkan problemler tespit edilerek çözüm üretilir. (Şeker, 2016: 463). Bir operasyondan diğer operasyona atlamak, çalışan için ilk etapta zor gelebilir. Kolay ve ufak yöntemlerle alıştırmalar yaparak bu duruma adaptasyon kolaylıkla sağlanabilir. Aynı zamanda bu sistemin israfların azaltılması, verimliliğin artırılması, stokların azaltılması gibi birçok yararı bulunmaktadır.

Tek parça akış, bir seferde bir ünite boyunca ürünün veya işlemsel faaliyetlerin sırasını tanımlar. Tek parçalı akışta odaklanılan durum, bekletme, taşıma ve depolamadan

ziyade üründe veya işlem sürecindedir. Tek parça akış yöntemleri, tam zamanında üretim (JIT) tekniğiyle müşteri ihtiyacını karşılamaktadır ve üretim hattındaki israfı en aza indirmektedir (Norzaimi, 2012: 1). Tek parça akışının amacı, planlanmamış kesinti ve uzun kuyruk zamanları olmadan her seferinde bir parçayı doğru bir şekilde yapmaktır (Haider vd., 2007: 97). Tek parça akışı, ürünlerin bir süreçte bir kerede bir müşterinin ihtiyaçlarının belirlediği oranda bir birimden geçtiğinde var olan durumdur.

Hücrel imalat, ayrı çok makineli hücrelerde üretim için benzer ürünlerin gruplandırılmasıdır. Makinelerin, ürün ailesine göre “hücre” yönelimli olarak düzenlendiği Grup Teknolojisi prensibine dayanmaktadır. Bu tür yerleşim düzeninin amacı, malzeme akışını iyileştirmek, yarı mamul stoklarının durgunluğunu azaltmak, üretim sağlama süresini azaltmak ve aynı zamanda hacim dalgalanması ile başa çıkmak için üretim hattına esneklik sağlamaktır (Rusli vd., 2012: 2656). Hücrel üretimin benimsenmesi, hem uygulayıcılardan hem de akademisyenlerden, çalışma sürelerinde ve süreç içi çalışma stoklarında azalma ve üretilen parça türlerinin benzerliği nedeniyle kurulum sürelerinde azalma dâhil olmak üzere birçok önemli avantaj sunan önemli ilgi görmüştür (Bansee ve Chowdary, 2007: 1).



Kaynak: İnce, 2018: 83.

Şekil 1.15. Hücrel İmalat

Şekil 1.15’de görüldüğü gibi hücrel imalat, birbirlerine benzeyen parça kümelerinin meydana getirilmesinde makine veya çalışan ekiplerinde bir araya getirilerek oluşan bir sistemdir.

Geleneksel olarak bir üretim hücresi aynı parçaların ailesinin imalatına adanmış bir sistem olarak tanımlanmıştır. Bu tür hücrelerin bir düzenlemesine dayanan imalat genellikle Hücrel İmalat olarak adlandırılır (Silva ve Alves, 2004: 163). Üstün ürün kalitesi ve kısa

üretim süreleri gibi birçok prısraf fayda, genellikle Hücreseİ İmalat ile ilişkilidir. Bu tip avantajlar, şirketler için önemli rekabet avantajlarına yol açmaktadır.

Hücreseİ üretimin avantajlarından en önemlileri; hareket sürelerinde azalma, verim ve teslim süresi, yarı mamul ve mamul stok seviyeleri, set up sürelerinin yanı sıra kalite, kapasite ve ekipman kullanımındaki iyileşme olabilir (Saghafian ve Jokar, 2009: 98).

1.4.12. SMED (Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi)

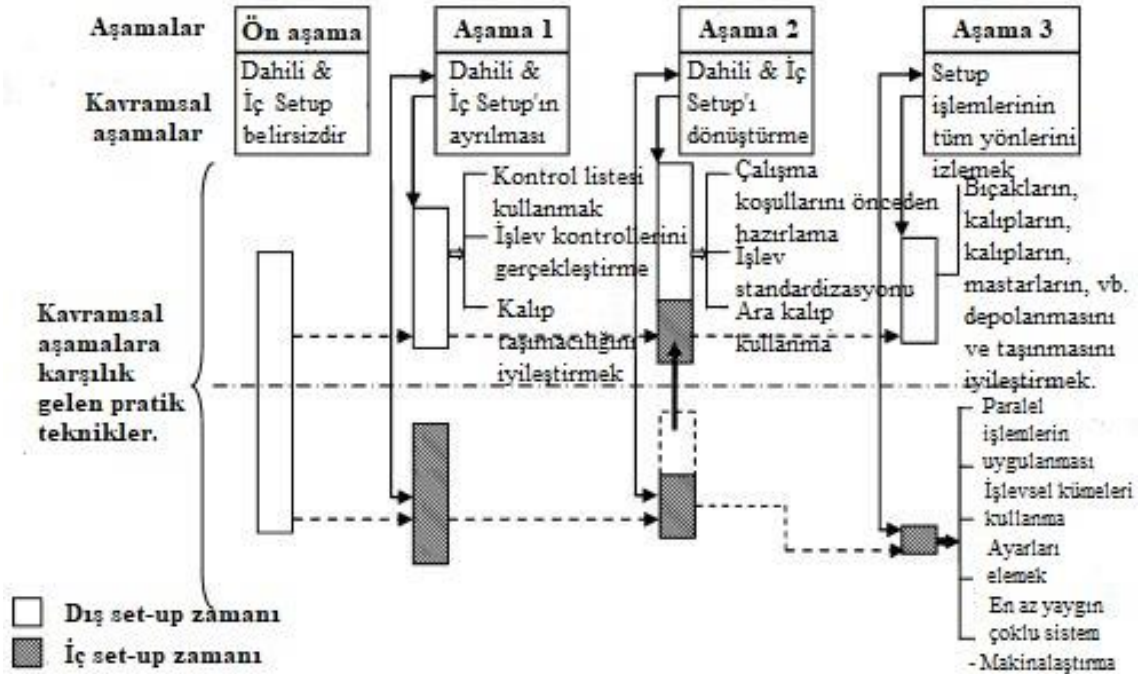
Yalın üretim, kalıpların ve ekipmanın hızlı bir şekilde değiştirilebilmesi için setup zamanını azaltmaya özel bir önem verir. Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi (SMED) metodolojisi, Shigeo Shingo tarafından 1985 yılında tanıtılmıştır. Bu metodoloji, ürün değiştiğinde üretim sürecini dönüştürmenin hızlı ve etkili bir yolunu sağlar (Brito vd., 2017: 1113).

Tekli Dakikalarda Model (Kalıp) Değişimi (SMED), hali hazırda çalışan üründen diğerine hızlı ve etkili bir değişiklik sağlar. Setup süresi, bir ürünün son iyi parçası ile bir sonraki ürünün ilk iyi parçasına kadar geçen süredir. Bu süre, makine parçalarının temizlenmesi, değiştirilmesi ve bir sonraki ürünün ayarlanması için harcanır. SMED iyileştirme sisteminin uygun şekilde uygulanması, üretim alanında daha fazla esneklik ve gelişmiş ürün akışı sağlayacak bir ödüllendirici parti büyüklüğü azaltma hedefinde kilit faktörü temsil edebilir. Uygulamanın sonunda beklenen sonuçlar, artan ürün çıktısına yansıyan bir ekonomik fayda sağlayacaktır (Karam vd., 2018: 887). Ekonomik faydalarının ötesinde, setup süresini kısaltarak daha iyi ergonomik koşullar, standardizasyon, ekip çalışması ve iş yükünün azalması gibi kazanımlar elde edilmektedir.

SMED'in kullanımı, tedarik sürelerinin azaltılmasına yardımcı olarak endüstriyel ünitenin yönetiminin piyasa talebine hızlı bir şekilde yanıt vermesini sağlar. Diğer bir avantaj, üretim sürecinde genellikle düşük yatırım gerektiren küçük imalat tesislerinin ekonomik üretimidir. Ek olarak, SMED, ekipmanda hata oluşumunu azaltabilir (Martins vd., 2018: 647). SMED, makine montajı ve kalıplama süresini etkili bir şekilde kısaltabilir, ayrıca üretim hattının üretim planını esnek bir şekilde ayarlayabilir ve pazarın çeşitli ihtiyaçlarını karşılayabilir (Chen vd., 2017a: 416).

(SMED) metodolojisi, üretim süreçlerini ve esnekliğini geliştirmek için çok önemlidir. Bu teknik, yalın üretim felsefesinde yer almaktadır ve amacı, üretim sistemindeki

israfları azaltmak ve maksimum 10 dakika içinde yapılması gereken setup zamanlarını standartlaştırmaktır (Sousa vd., 2018b: 612). Bu durum, makine operatörü tarafından gerçekleştirilmesi gereken rasyonel görevlerle sağlanabilir (Rosa vd., 2017:1 035).



Kaynak: Cakmakci, 2009: 170.

Şekil 1.16. SMED Kavramsal Aşamaları ve Priraf Teknikler

Şekil 1.16'da gösterilen setup süresi, iç kurulum ve dış kurulum tarafından oluşturulur. İç kurulum sırasında üretim yoktur. Faaliyet döneminde yeniden ayarlamalar ve deneme üretimleri yapılmaktadır. Bu süre, tam çıkış kapasitesine ulaşıldığında sona erer. SMED basamaklarının açıklamaları aşağıda verilmiştir (Cakmakci, 2009: 170) :

Dâhili kurulum: Sadece makine kapalıyken yapılabilecek kurulum işlemidir (kalıpların takılması veya çıkarılması). **Harici kurulum:** Makine hala çalışırken yapılabilecek kurulum işlemidir.

Adım 1: Dahili ve harici kurulumun ayrılması. Bu adımda, her kurulum etkinliği için önemli bir soru sorulmalıdır.

Adım 2: Dahili kurulumu harici kurulumla dönüştürme. Tek basamaklı kurulum süresine ulaşmak için SMED bu adımı tanıtır.

Adım 3: Kurulum işleminin tüm yönlerini kolaylaştırın. Bu adımda kurulum sürelerini kısaltmak için “özel ilkeler” uygulanır. Paralel işlemleri uygulamak, fonksiyonel kelepçeleri kullanmak, ayarlamaları ortadan kaldırmak ve mekanizasyon teknikleri zamanın azaltılmasını daha fazla sağlamak için kullanılır.

Pratikte SMED, makinenin kurulum süresini kısaltmayı amaçlayan yalın üretime ait bir teknikler setidir. Düzgün uygulandığında, makinelerin bağlama hattına daha fazla esneklik kazandırmak için daha az zaman harcamasını sağlar.

SMED'in 5 adımı şöyledir (Godina vd., 2018: 784-785):

- Gözlem ve Kayıt
- İç ve dış görevler arasında ayrım
 - ✓ İç görevler: makine çalışmama süresinde iken değişim işlemi sırasında gerçekleştirilen faaliyetlerdir.
 - ✓ Dış Görevler: kesinti işleminden önce gerçekleştirilen, duruşma süresinde yapılmayan faaliyetlerdir.
- Maksimum iç görev sayısını dış görevlere dönüştürme
- Mümkün olan tüm görevleri kolaylaştırmak
- İç ve dış prosedürleri belgelemektir.

1.4.13. Toplam Kalite Yönetimi (TKY)

Kalite, işletmelerdeki çeşitli rekabetçi stratejik araçlardan biridir. Bu nedenle, şirketler kalitenin sürdürülebilir başarıyı teşvik etmek için ürün ve hizmet geliştirmede önemli bir faktör olduğunu fark etmişlerdir. Ek olarak, teknolojiler şirketlerin yüksek kaliteli ürün ve hizmetler geliştirmesini sağlar. Günümüzde, toplam kalite yönetimi, şirketlerin yerel ve uluslararası pazarlardaki büyümesi ve başarısı için çok önemli bir faktördür. Toplam kalite yönetimini uygulamak, şirketlerin pazar payını arttırmaya ve böylece rekabet kapasitelerini arttırmaya yardımcı olur (Bolatan vd., 2016: 747). Müşteriler daha iyi kalite, daha düşük fiyatlar ve hızlı yanıt talep ettikleri için, bir kurumun ürün ve hizmet kalitesini iyileştirmek, iş başarısı için çok önemlidir. Toplam kalite yönetimi, bir yönetim sistemi ve aynı zamanda firmaların rekabetçiliğini artıran entegre bir felsefedir.

TKY, bir kurumun toplam performansında sürdürülebilir iyileşmeyi sağlamaya çalışan bütüncül bir yaklaşım olarak görülebilir. Günümüzde rekabet ortamı TKY'nin önemine dair yeni bir anlayış getirmiştir, çünkü hem hizmet hem de imalat şirketlerinde iyileştirme ve sürdürülebilirliği uygulamada temel faktörü temsil etmektedir (Alimohammadlou ve Eslamlou, 2016: 106).

TKY, 1980'lerin başında Japonya'da başlayan ve işletme şirketlerinde kaliteyi ve verimliliği arttırmayı amaçlayan bir yönetim yaklaşımıdır. 1990'lı yıllarda TKY, müşteri memnuniyetine odaklanan ve firmanın performansını artıran bu yönetim felsefesini benimsemeye başlayan firmalar arasında popülerlik kazanmıştır (Sahoo ve Yadav, 2018: 542). TKY, öncelikli olarak imalat, müşteri memnuniyeti ve tüm tarafların, iş, çevre ve kültürü çevreleyen iş görevlerinin iyileştirilmesine katılımı, stratejik bir odaklanma yoluyla üretimi canlandırmak için ortaya çıkmıştır. Amerikan Kalite Derneği tarafından ifade edilen aşağıdaki 8 TKY ana unsuru gibi ortak ilkeleri içeren TKY ilkelerinin çeşitli tanımları vardır: müşteri odaklılık, toplam çalışan katılımı, işlenmiş merkezli düşünme, sistem entegrasyonu, stratejik ve sistemisraf yaklaşımlar sürekli süreç iyileştirme, gerçeklere dayalı karar verme ve iletişimdir (Small vd., 2017: 624).

TKY, 1990'ların başında, kuruluşların daha iyi performans ve müşteri memnuniyeti elde etmek için nasıl çalışması gerektiğini tanımlamak isteyen araştırmacılar ve uygulayıcılar arasında çok popüler bir kavram haline gelmiştir. Köken, teori, süreç görüşü, yaklaşım, metodolojiler, araçlar, etkiler ve eleştiri ile ilgili kavramlar arasındaki genel benzerlikler ve farklılıklar da Tablo 1.5'de sunulmuştur (Anvari vd., 2011: 1585-1592). Yalın stratejilere dayanarak, Toplam Kalite Yönetimi, sayısız gelişim yaklaşımına benzer şekilde, şirketler arasında daha rekabetçi bir pazarın yaratılması için sinerji yaratan ve destekleyen bir araç olabilir.

Tablo 1.5. TKY ile Yalın Arasındaki Benzerlikler ve Farklılıklar

Konu	TKY	Yalın
Menşei	Japonya	Japonya
Yaklaşım	Kalite; Müşteriye odaklanma	Müşteri değerini anlama israfların giderilmesi
Proses Görünümü	İyileştirme ve homojen süreçler	Proseslerdeki akışın iyileştirilmesi
Zaman Aşaması	Sürekli iyileştirme	Sürekli iyileştirme
Temel Kavram	Veri tabanlı, çalışan odaklı, müşterilere ve tedarikçilere yönelme	Müşteriler için yaratılan değeri, düzenli bir akışı üzerinden değer almalarını sağlayarak sürekli iyileştirmek
Katılım	Normalde herkes ve tedarikçiler; Herkesin kendisini adamasına izin verin	Herkes katılabilir
Metodolojisi	Planla, uygula, kontrol et, önlem al	Teslim süresini kısaltın
İkincil etkiler	Müşteri sadakati sağlar ve performans geliştirir	Stoğu azaltır, üretkenliği ve müşteri memnuniyetini artırır
Değişimle tanışılması	Yavaş, artan	Artan olduğu kadar dramatik de olabilir
Uygulama süresi	Uzun süreli, 5-10 yıl	Uzun soluklu ve yeni şeyler öğrenilebilir
Eleştiri	Somut bir gelişme yok, kaynak talebi	Tedarik zincirinde tıkanıklığa neden olduğu net değildir

Kaynak: Anvari vd., 2011: 1591.

Şirketler, müşterileri elde tutmak ve pazar payı kazanmak için, ürün / hizmet kalitesinin sürekli iyileştirilmesi konusunda farklı bir strateji izleyebilir ve rekabet içerisinde olabilirler. Süreçlerin sürekli iyileştirilmesi, Toplam Kalite Yönetimi'nin kilit bir kavramıdır, ancak bir süreci iyileştirmenin tek yolu bu değildir (Roriz vd., 2017: 1070). Bu bağlamda, TKY ilkelerini, Yalın Üretim ilkeleriyle birleştiren bir yönetim stratejisi olarak birçok şirket için yeterli bir çözümdür.

TKY, yalın üretim uygulamalarının faaliyete geçmesi için temel direktir. TKY, çeşitli konseptler, yöntemler ve üretim araçları için bir şemsiye haline gelmiştir. Yalın üretim israf kaybını teşvik eden ve işletme performansını artıran bir yöntemdir (Ahmad vd., 2012: 187-188). Dolayısıyla, yalın üretim, daha düşük envanter, daha yüksek kalite ve daha kısa işlem süresi gibi daha iyi operasyonel performansa yol açmakta ve bu da finansal performansı artıracaktır. Ancak, üretim hattında kesinti olmamasını sağlamak için üretim süreci istikrarlı ve öngörülebilir olmalıdır; bu nedenle, TKY'nin uygulanması yalın üretimi uygulamadan önce ilk adımdır.

1.4.14. Tam Zamanında Üretim

Tam Zamanında Üretim felsefesi Japonya'da meydana gelen savaş sonucunda (1940'larda) ortaya çıkan ve piyasa koşullarını olumsuz yönde etkileyen durumun

nihayetinde Taiichi Ohno'nun atılımlarıyla oluşmuştur (Firüzan ve Ayvaz, 2004: 20). Bu prensibe dayanarak, Japon şirketleri çok düşük bir stok seviyesinde çalışmakta ve son derece yüksek kalite ve verimlilik elde etmektedir. Bilişim teknolojileri, sıfır hata, sıfır kuyruk, sıfır stok, sıfır arıza ve benzeri hedeflere ulaşılması anlamına gelen “sıfır kavram” a vurgu yapmaktadır (Kumar ve Panneerselvam, 2007: 393). Doğru yerde, doğru zamanda ve doğru zamanda doğru parça temini sağlar.

JIT konsepti, başarılı bir şekilde uygulandıktan sonra birçok uzmanlık alanında çok sayıda firma tarafından yaygın olarak uygulanmaya başlamıştır. JIT kavramının ardında yatan temel fikirler, firma varlıklarının kullanımını mümkün olduğunca arttırmak, üretim maliyetini en aza indirmek için fazla stok, israf, fazla kapasite ve değerli olmayan faaliyetler gibi tüketilebilir unsurlardan kurtulmaktır (Bhusiri, 2014: 171-172). Özetle, verimliliğin maksimum seviyeye çıkarılmasıdır.

JIT, üreticilerin çok küçük zaman dilimlerinde görevlerini yerine getirmelerini gerektirir ve JIT'in üretim programlaması üzerinde büyük etkisi vardır (Xu ve Chen, 2016: 326). JIT operasyonları, ürünlerin kalitesini korurken ya da geliştirirken, ürünlerin üretim ve teslimat zamanlarını kontrol etmenin temel hedef olduğu imalat işinde yaygın olarak uygulanmaktadır.

Üretim süresinin kısaltılmasında omurga prensibi tam zamanında üretim prensibidir. Tam zamanında üretim kavramının arkasında 3 temel ilke vardır (Rusli vd., 2012: 2655):

- 1) Çekme sistemi; Yukarı akış süreci, ihtiyaç duyulduğunda, gerektiğinde ve bir önceki işlemde gereken miktarda çeker.
- 2) Sürekli işlem akışı; işlem düzeninin düzenlenmesi işlem akışını tamamlar.
- 3) Takt zamanı; müşteri talep oranına göre üretmek.

Bugün tam zamanında üretim sistemi dünya çapında iyi bilinmektedir. Sistemin bugün bu kadar popüler olmasının nedeni, imalatçı firmaların sağladığı avantajların bir sonucudur. Örneğin, tam zamanında üretim sisteminin kullanılması daha iyi üretim kalitesi, daha az stok ve daha kısa ürün teslim sürelerine yol açmaktadır (Dalcı ve Tanış, 2006: 110). Bu nedenle tam zamanında üretim sisteminin kullanılması, zamanında kaliteli ürün sunarak müşteri memnuniyetini artırır.

Yalın üretim, üretim ve hizmet sektöründe israfların giderilmesinde en popüler paradigmalardan biri olmuştur. Geleneksel stok sistemlerinin yerine geçen bir tam zamanında stok sistemi getirilmiştir (Aradhye ve Kallurkar, 2014: 2232-2233). Tam zamanında üretim sistemi, katma değeri olmayan faaliyetleri ortadan kaldırarak israfın azaltılmasına odaklanan bu girişimlerden biridir.

1.4.15. Kaizen

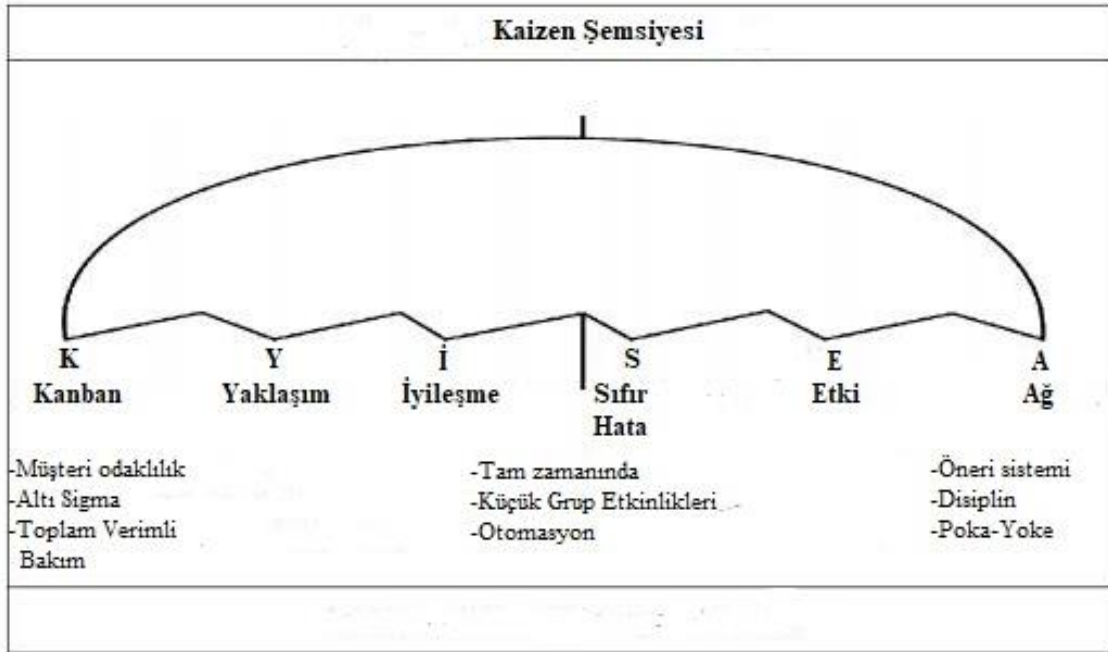
Kaizen, sürekli çabaların bir sonucu olarak yapılan küçük iyileştirmeleri destekleyen bir Japon felsefesidir. Bu küçük gelişmeler, organizasyondaki herkesin üst yönetimden alt düzey çalışanlara kadar katılımını içermektedir. Uzun vadeli iyileşme, çalışanların kademeli olarak daha yüksek çalışma standartlarında çalışmasını sağlayarak gerçekleştirilir. Kaizen stratejisi, II. Dünya Savaşı'ndan sonra Japon endüstrisi tarafından başarıyla uygulanmıştır. İş rekabetçiliğini arttırmanın bir yolu, Kaizen olarak da bilinen sürekli gelişim kavramını uygulamaktır (Maarof ve Mahmud, 2015: 522-523). Bu bağlamda ve daha iyi sonuçların elde edilmesine yönelik arayışlarında, birçok şirket, süreçleri daha uygun bir şekilde yönetmek için yalın araçlarını uygulamalarına dâhil etmektedir (Antoniolli vd., 2017: 1121). Bunu yapabilmek için, üretim sistemlerinin sürekli iyileştirme sürecinde değerlendirilmesi gerekir. Bu, organizasyon verimliliğini artırmak ve hızlı, basit ve uygun maliyetli iyileştirmeler yapmak anlamına gelen bir felsefe olan kaizen kullanılarak yapılır.

“Kaizen”, fabrikadaki herkesi iyileştirme ve yanlış üretim faaliyetlerinde değişiklik yapma konusunda teşvik eden üretim yöntemlerinden biridir (Tsao vd., 2015: 4708). Genel olarak, Kaizen, her çalışanı, sürecin bir parçası olan üstten montaj hattına dahil ederek sürekli iyileştirme anlamına gelir (Choomlucksana vd., 2015: 103).

Kaizen, iyileştirme yapmak için ekipleri kullanan yaygın bir araç ve odaklanmış bir metodolojidir. Eğer yapılacak analiz bunun bir iyileştirme projesi için en iyi sistematik yaklaşım olduğunu gösteriyorsa, bir Kaizen etkinliği yapılmalıdır. İnsanları yaratıcılıklarını kullanmalarına teşvik eden sürekli bir gelişim süreci olan Kaizen, belirli sorunları, iş akışı sorunlarını veya bir işletmenin belirli bir yönünü düzeltmek için kullanılabilir. Kantitatif analize dayalı olarak, iyi bir başlangıç noktası, insanların hem çalışanların hem de yöneticilerden gelen girdilerle görevlerin zaman ve hareket etüdü yoluyla israfı belirleme çalışmalarına bakmaktır. Bir Kaizen etkinliği yürütmek için genel adımlar şunlardır (Breyfogle, 2007: 3-4):

- Takımın hazırlanması ve eğitimi
- Mevcut yöntemlerin analiz edilmesi
- Beyin fırtınası yapılması, fikirlerin test edilmesi ve değerlendirilmesi
- Geliştirmelerin uygulanması ve değerlendirilmesi
- Sonuçların tespiti ve takip edilmesi

Teknolojik evrim, müşteriye yönelik değişiklikler ve diğer paydaşların ekonomik, politik, sosyal ve çevresel sistemlerdeki gereksinimleri, endüstrileri bu değişimlere ayak uydurma ve yüksek kalitede kalma konusunda zorlamaktadır. Kuruluşların bu zorlukları benimsemelerine yardımcı olan kilit bir unsur, tüm çalışanların katılımıyla günlük rutinlerinde sürekli iyileştirmenin benimsenmesidir (Vilarinho vd., 2017: 1634-1635). Kaizen, nesnel olarak daha iyisi için dinamik bir değişimi olan kuruluşlar tarafından küresel olarak kullanılmaktadır. Sürekli iyileştirmenin uygulanması için zaman içinde geliştirilen bir dizi teknik, araç ve metodolojiyi kapsar.



Kaynak: J. Singh ve H. Singh, 2009: 52.

Şekil 1.17. Kaizen Şemsiyesi

Kaizen, Şekil 1.17’de gösterildiği gibi Kanban, TPM, altı sigma, otomasyon, tam zamanında üretim, öneri sistemi ve verimlilik artışı gibi birçok tekniği kapsayan bir şemsiye oluşturur (J. Singh ve H. Singh, 2009: 52). Kaizen şemsiyesinin saçaklarında kanban, yaklaşım, iyileşme, sıfır hata, etki ve ağ bulunmaktadır. Kaizen felsefesine göre, çalışanlar

sistemin kaynağıdır; eğitim, düzenleme, gelişim ve ekip oluşturma konularına dikkat eder ve gelişime katılımları için onları ödüllendirir (çalışanlar) (çalışanların ödüllendirilmesi) (Özdağoğlu ve Rebiş, 2016: 26-27).

Yalın üretim süreci olarak Kaizen felsefesi, esas olarak şirketler tarafından üretim oranlarını artırmak için kullanılır. Kaizen, müşteri memnuniyetine ve rekabetçi koşulların güçlendirilmesine odaklanmaktadır. İşçiler, süreçler, zaman ve teknoloji ile hızlı sürekli iyileştirme ile maliyet düşürme sistemidir. Kaizen felsefesi çoğunlukla sonuçlardan çok süreçlere odaklanır. Süreçler iyileştirilerek, sonuçlar da iyileştirilir. Kaizen uygulamasından elde edilen faydalar aşağıdaki gibi özetlenmiştir (García vd., 2014: 2189).

- Tekrarlı işlerde azalma
- Uzun vadeli gelişimi destekleyen bir kültürün geliştirilmesi
- Azalan stok
- Azalan taşıma
- Azalan işçi hareketi
- En iyi çalışan motivasyonu
- En iyi verimlilik endeksi
- Hızlı yeni ürün tanıtımı
- En iyi müşteri yanıtı
- Makine ve aletlerde daha az hata
- Zaman ve adet olarak en iyi teslimatlar
- İşyerinde en iyi güvenlik
- Takım çalışması
- Bir öğrenen organizasyon yaratma desteği
- Daha iyi çapraz iletişim

1.4.16. Yalın Altı Sigma

Altı sigma, işlem çıktılarındaki değişkenliğin azaltılması yoluyla kurumun performansını optimize etmek için iyi değerlendirilmiş bir yol olup, ürün, süreç ve hizmetlerde hata sayısını azaltmaya odaklanan performansları iyileştirmek için iyi planlanmış bir yöntemdir (Deeb vd., 2018: 921). Altı Sigma, gelişmiş performans ve liderlik için esnek bir sistem, müşteri ihtiyaçlarını anlama yoluyla ticari başarıyı elde etmek, maksimize etmek ve sürdürmek için çalışan bir felsefe, işletmenin hedeflerine ulaşma yeteneğine dayanan bir strateji, stratejik bir girişim ve kendi başına diğer stratejik girişimler için bir araç olarak tanımlanabilir (Marzagão ve Carvalho, 2016: 1506). Altı Sigma, performansın operasyonel mükemmellik açısından ölçülmesi, analiz edilmesi ve iyileştirilmesi için kanıtlanmış bir iş stratejisidir (Arcidiacono vd., 2012: 1). Metodoloji, çok çeşitli nitel ve nicel araçlar sayesinde, değişkenliklerini azaltarak üretim ve işlem süreçlerini optimize etmeyi amaçlar.

Geleneksel olarak altı sigma yaklaşımı altında, altı basamaklı performans seviyelerine ulaşmak için belirli problemleri çözen beş aşamalı bir DMAIC (Tanımla-Ölç-Analiz et-Geliştir- Kontrol et) metodolojisi uygulanır (Thomas vd., 2008: 14).

Bu aşamalar:

(1) (Define) Tanımlama. Müşteriler kimler ve öncelikleri neler? Sorunları nerede? Önce hangisiyle mücadele edeceğiz?

(2) (Measure) Ölçüm. İşlem nasıl ölçülür ve nasıl performans gösterir? Mevcut performans durumu nedir?

(3) (Analyse) Analiz. Performans başarısızlığının en önemli nedenleri nelerdir?

(4) (Improve) İyileştirme. Düşük performansın sebeplerini nasıl gideririz?

(5) (Control) Kontrol. Yapılan iyileştirmeleri nasıl yerleştirebilir ve devam ettirebiliriz?

Altı Sigma, varyasyonu azaltmaya odaklanan veri odaklı bir metodolojidir (Erdil vd., 2018: 521). Altı Sigma, çeşitli endüstri sektörlerinde süreçleri iyileştirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Altı Sigma projeleri için hedef başarısızlık oranı milyonda 3, 4 ya

da milyarda 2 parçadır (Aldowaisan vd., 2015: 968). Altı Sigma, yapılandırılmış bir yöntem ve stratejik hedefe ulaşmak amacıyla performans ölçütleri ve organizasyonel süreçlerdeki çeşitliliği azaltmak için kullanılan organize paralel bir yapıdır (Swain vd., 2018: 121).

Yalın Altı Sigma, müşteri memnuniyetinin artması ve sonuçların artmasıyla sonuçlanan süreç performansını artıran bir iş stratejisi ve metodolojisidir. Ayrıca Yalın Altı Sigma'nın etkin bir liderlik geliştirme aracı olduğu da yaygın olarak kabul edilmektedir (Snee, 2010: 10). Yalın Altı Sigma'yı uzun vadede daha yüksek kalitede performans elde etmek için bir şirketin Altı Sigma'nın faydalarını “eve getiren” eşsiz bir kaynak ve yetkinlik kombinasyonu altında geliştirmesi gerektiği önerilmektedir (Hilton ve Sohal, 2012: 55). Bu yetkinlik temelli bakış açısı, bir şirketin, pazarda daha iyi bir rekabet ortamı elde etmek için bazı seçilmiş faaliyetleri yürütmek amacıyla gerekli varlıklara, becerilere ve kaynaklara sahip olması gerektiği fikrine dayanmaktadır.

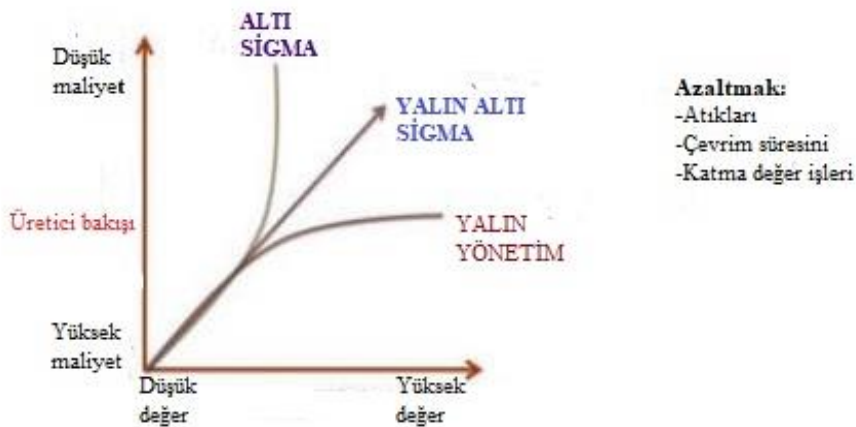
Yalın ve yeşil kavramları, birkaç yıl önce ortaya çıkan ilginç bir yaklaşımdır. Bir ürünün, hizmetin veya işlemin çevresel etkisini en aza indirmek için Yalın Altı Sigma ile çevresel konular arasında bir karışım olarak tanımlanmaktadır. Bazı şirketler veya organizmalar Yalın ve Yeşil yaklaşımlar önermektedir. Örnek olarak, IBM, birkaç yıldır şirketlere, “Yeşil Sigma” adlı danışmanlık projesi sunmaktadır. . “Bu çalışma, IBM’in Yalın Altı Sigma’da edindiği derin uzmanlığı, şirket genelinde diğer sağlam yeşil girişimler, kaynaklar ve entelektüel sermaye ile birleştiren yeni bir çözüm önerisidir. Yeşil Sigma projesi beş aşamaya ayrılmıştır: temel performans göstergelerinin tanımlanması, ölçüm yapılması, karbon gösterge panosunun yerleştirilmesi, süreçlerin optimize edilmesi ve performansın kontrol edilmesidir. Yalın ve Yeşil yaklaşımının birtakım avantajları bulunmaktadır (karmaşık sistemleri optimize etmek için sıkı Yalın Altı Sigma çerçevesinin kullanılması). Ancak, ürünlere zor uygulanabilme (tüm ürün ömrü baz alındığında) konusunda endişeler ve çalışmalar devam etmektedir (Cluzel vd., 2010: 287-288). Bu proje, potansiyel olarak tedarik zincirlerinin ve organizasyonların çevresel kalitesini değerlendirmek için güçlü araçlar sunar ve sonuç olarak çevre yönetim sistemleri için çözüm odaklı sistemler üretir.

Kuruluşlarda yalın felsefe uygulanırken, ekipman güvenilirliği, yalın operasyonel performansı mümkün kılan temel unsurdur. Yeşil üretimi benimsemek, güvenilirlik geliştirme projelerinin uygulanması sırasında çevresel ve enerji konularına daha fazla odaklanmayı gerektirir. Ekipman güvenilirliğini geliştirmeye yönelik iyileştirmeler,

göstermektedir. Yalın felsefe, mevcut operasyon durumunu bildirerek sistemin genel dinamiklerini yönlendiren, stratejik yön ve iyileştirme temeli sağlayan çerçevenin altını çizer (Pepper ve Spedding, 2010: 150). Yalın düşünce, iyileştirme için kilit alanları tanımlar. Bu kilit alanlar tespit edildikten sonra, Altı Sigma, bu kilit noktaları hedef almak ve nihayetinde sistemi istenen gelecek duruma doğru yönlendirmek için odaklanmış, proje tabanlı bir geliştirme metodolojisi sunmaktadır.

Altı Sigma ve Yalın Düşüncenin Yalın Altı Sigma girişimi olarak birleştirilmesi, kuruluşun sorunun doğasına bağlı olarak her iki iyileştirme türünden de faydalanmalarını sağlar (Hoerl ve Gardner, 2010: 32). Yalın Altı Sigma, verimli yalın üretim üretim sisteminin etkin Altı Sigma iyileştirme metodolojisi ile bütünleşmesinden ortaya çıkar (Drohomeretski vd., 2014: 809). Yalın Altı Sigma bir iş stratejisidir ve aynı zamanda daha yüksek müşteri memnuniyetini sağlayan süreç performansını artıran bir yöntemdir.

Yalın Altı Sigma bir kurumda kaliteyi arttırmaya, varyasyonu azaltmaya ve israfları elimine etmeye odaklanmış bir yaklaşımdır. Six Sigma ve Yalın Üretim olmak üzere iki geliştirme programını birleştirme konseptine dayanmaktadır. Altı Sigma hem kalite yönetimi felsefesi hem de çeşitliliği azaltmaya, hataları ölçmeye ve ürün, süreç ve hizmetlerin kalitesini iyileştirmeye odaklanan bir metodolojidir. Altı Sigma konsepti, 1980'lerin başında Motorola A.ř'de geliştirilmiştir. Altı Sigma, 1990'ların sonunda General Electric Corporation ve eski CEO'su Jack Welch tarafından popülerleştirilmiştir (Furterer ve Elshennawy, 2005: 1179-1181). Yalın Altı Sigma, işlemlerin verimliliğini artırabilir, vatandaşlara hizmet sunumunun kalitesini iyileştirebilir ve bu hizmetleri sağlama maliyetlerini düşürebilir.



Kaynak: Öztürk, 2017: 204.

şekil 1.19. Yalın Altı Sigma

Altı sigma ve yalın yönetimin hem avantajları hem de dezavantajları bulunmaktadır. İki metodolojinin ortak paylaşım içinde olmasıyla, iyileştirmelerin daha seri ve verimli olması beklenmektedir. Şekil 1.19’da her iki felsefenin bir arada bulunması gösterilmiş olup, imalat yapan işletmeyle müşterinin birlikte düşük maliyet ve yüksek değer kazancı elde etmesinin sonuçları görülmektedir. İki yöntemin birlikte uygulanması işletmeye her daim artı bir güç katmayabilir. Yalın Altı Sigma, firma için sayılamalı, çözümlemeli ve yorumlamaya açık olan bir felsefe olup, aynı zamanda değişiklere esneklik gösteren bir yöntemdir (Öztürk, 2017: 203-204). Tüm tedarik zinciri üyelerinin değişim proseslerine ve yeniliklere açık olması gerekmektedir. Tüm süreçlerin doğru bir şekilde analiz edilmesi ve yorumlanması önemlidir. Başarının en kritik noktası ise, yöneticilerin değişim sürecine güvenmesi ve uyum sağlayabilmesidir.

1.5. Dijitalleşme

Dijital yüzyılda, dijitalleştirmenin yeni kavramlar ve yaklaşımlar yarattığı ve hatta günlük yaşamlarımızı da etkilediği görülmektedir (Ucan, 2012: 361). Dijital, ikili basamak kullanmak anlamına gelir. Dijitalleşme, bu teknolojinin benimsenmesi ve fiziksel verilerin dijital formata dönüştürülmesi demektir. Dijitalleştirme dijitalleştirilebilecek her şeyin dijitalleştirilmesiyle dijital teknolojilerin günlük hayata entegrasyonudur (Bhatnagar, 2017: 12). Dijitalleşmenin gerçek anlamı, görünür bir gelişme ve teknolojiye bağlı bir dünyadır. Bu yeni bir konsept değildir; teknolojinin gelişine dayanmaktadır. Küresel olarak, bankalar ve diğer finansal kuruluşlar kendilerini geliştirerek teknolojiye ayak uydurmaya çalışmaktadırlar.

1.5.1. Dijitalleşme Kavramı

Büyük iş girişimlerini uygulamak için her yerde bulunan bilgisayar kullanımına artarak güven duyan firmalar ile iş gelişmelerinin teknolojik yönlerini anlamak, giderek daha da gerekli hale gelmektedir (Jonsson vd., 2008: 228). Öte yandan, ortaya çıkan dijital seçeneklerin ele alınması zordur çünkü mevcut ürün inovasyon uygulamaları gerekli bilişim teknolojileri yeteneklerini ve kurumsal çevikliği içermeyebilir (Sambamurthy vd., 2003: 258). Dijital yenilik ayrıca firmanın organizasyon mantığını ve kurumsal bilişim teknolojileri altyapılarını kullanmasını tekrar gözden geçirmesini gerektirmektedir (Yoo vd., 2014: 4).

Dijitalleştirme, dijital olmayan yapay nesnelere programlanabilir, adreslenebilir; bu nesneleri mantıklı, iletebilir, akılda kalıcı, izlenebilir ve ilişkilendirilebilir hale getirerek yeni özellikler ekler (Yoo, 2010a: 226). Bilgi endüstrilerinin dijitalleşmesi, bu etkilerin ne kadar dönüştürücü olduğuna dair kanıtlar sunmanın yanı sıra, değişim ve kontrol boyutları arasındaki etkileşimi araştırmanın örgütsel bağlamlarda gelecekteki bilişim teknolojileri kullanımlarının anlaşılmasının geliştirilmesinde hayati önem taşıdığıının ipuçlarını sunmaktadır (Tilson vd., 2010: 753).

Dijital yenilik firmanın organizasyon mantığını ve kurumsal bilişim teknolojileri altyapılarını kullanmasını tekrar gözden geçirmesini gerektirmektedir (Yoo vd., 2014: 4). Dijital teknolojideki gelişmeler, yeni ürün ve hizmetler tasarlamak için yeni fırsatlar sunmaktadır (Yoo, 2010b: 2). Bununla birlikte, bu tür dijitalleştirilmiş ürün ve hizmetler oluşturmak, çoğu zaman yenilik yapmaya çalışan firmalara yeni sorunlar ve zorluklar yaratmaktadır.

Telekomünikasyon endüstrisi, 70'li yıllarda sosyo-teknik bağlamı değiştirmeyen dijital geçişi kurduğundan, teknik sayısallaştırma örneklerini bulmak mümkündür. Dijitalleştirme örnekleri, mobil medyadaki, çıkan Internet tabanlı TV'deki, dijital yayınlardaki veya dijital kameralardaki yıkıcı dönüşümlerde bulunabilir. Bu dijitalleştirme örnekleri, önemli yenilikler, yalnızca cep telefonları, TV'ler veya kitaplar gibi eserlerin sayısallaştırılmasından değil; aynı zamanda ortak bir dijital altyapı ile bağlanmış olan heterojen şirketler ve pazarlar arasında örgütlenme mantığının yeniden düzenlenmesinin çok daha geniş kapsamlı bir şekilde ortaya çıkmasından kaynaklanmıştır (Yoo, 2010b: 8). Bunlardan biri için ancak birkaç kullanım alanını adlandırmak amacıyla dijital bir telefon fotoğraf çekebilir, belirli bir varış noktasına gitmeye yardımcı olabilir, fatura ödeme yapmayı kolaylaştırabilir, kalori alımını belgeleyebilir ve egzersiz performansını izleyebilir (Hylving, 2015: 12). Ek olarak, dijital bir telefonun işlevselliği sürekli olarak değişebilir; yeni uygulamalar indirilebilir, mevcut uygulamalar yükseltilebilir veya yeni veri içeriği (örneğin, hava durumu bilgileri veya sosyal medya güncellemeleri gibi) ve kullanıcıdan herhangi bir müdahalesi olmadan hepsi doldurulabilir. Telefon, dijitalleştirilmiş telefona; örneğin bir araba gibi diğer dijitalleştirilmiş eserlere de bağlanabilir.

Dijital yenilik büyük ölçüde ağ merkezlidir. İnovasyon, temel olarak bağımsız aktörlerin birlikte, doğrusal olmayan ve ortaya çıkış odaklı bir şekilde değer oluşturduğu yatay endüstriyel yapılar tarafından şekillendirilir. Merkezi otorite olmadan bu süreçler,

süreçler üzerinde doğrudan etkiden ziyade, çıktı kontrolü tarafından yönetilir. Uygulamada, bu, nihayet bir seçim mekanizması oluşturan pazarlara çeşitlilik ve çokluk sağlayan, yenilikçiliğe evrimsel bir yaklaşım getirmektedir (Svahn, 2012: 12). Dijital bir inovasyon rejiminde, bu tür pazarlar normalde ortak bir platformda merkezlenmiş iki taraflı pazarlar biçimini alır. Fiyat üzerindeki rekabetten ziyade, bu pazarlar dikkat üzerine yapılan rekabetle karakterize edilir. Dijital ürünlerin mimarileri normalde çözümlerin ve sorunların işlevsel yapısına odaklanır. Genel bir amaç, platform tasarımı sırasında bilinmeyen yeni özel uygulamalarda genel fonksiyonel modellerin yeniden kullanılmasını teşvik eden üretken tasarımlar oluşturmaktır.

Şirketlerin dijital dönüşüm alanındaki çabalarını önemli ölçüde etkileyen iki boyut bulunmaktadır (Book vd., 2016: 59):

- **Dijital yetenek:** Dijital dönüşümde nereye ve nasıl yatırım yapılacağını açıkça gösteren, dijitalleştirme potansiyelinin sistemisraf olarak araştırılması anlamına gelir. Bu, medya bozulmalarını önlemek, arayüzleri otomatikleştirmek ve gerçek dünyadaki nesneleri doğrudan iş süreçlerine entegre etmek için; doğal olarak ürünler, pazarlama kanalları ve temel müşteri gereksinimleri ile mevcut uygulama teknolojisi hakkında bilgi gerektirir.
- **Liderlik kabiliyeti:** Yeni çözümlerin ortaya çıkmakta olan doğasının kabul edilmesi ve tüm paydaşların dijitalleşmeye odaklanan bir iş modelinin dönüşümünün diğer bilişim teknolojileri projelerinden daha az plan odaklı olduğunun farkında olduğu fikrini ifade eder. Deneyler için kapsam, dijitalleştirmeye odaklanmadan kaybedilmelidir. Bu odak merkezi bir konumdan yönlendirilmeli, sürekli desteklenmeli ve sürekli açıklığa kavuşturulmalıdır.

Dijitalleşme, toplumu ve işletmeyi değiştiren ana eğilimlerden biri olarak belirlenmiştir. Dijitalleşme, dijital teknolojilerin organizasyonda veya operasyon ortamında benimsenmesi nedeniyle şirketler için değişikliklere neden olur (Parviainen vd., 2017: 63). İmalat örgütlerinin, ürettikleri ürünlerin dijital hale getirildiği bir zamanda karşılaştıkları inovasyon zorluklarını ve fırsatlarını ele almak için bu alanda daha fazla araştırma yapılması gerektiğine inanılmaktadır (Andreasson ve Henfridsson, 2009: 12). Dijitalleşme, üreticilerin üretim sistemlerini, değişen ve hızla değişen pazar taleplerini karşılayacak şekilde adapte etmeleri için yollar sunmaktadır (Stoldt vd., 2018: 179).

Dijital dünyada, başarılı olma şansına sahip olmak için iş modellerini ve ürünleri müşteri ihtiyaçlarını tam olarak karşılayacak şekilde uyarlamak gerekir (Etezadzadeh, 2016: 39). Şimdiye kadar geleneksel bir iş modeli kullanan şirketler, dijital iş modeline ve dijitalleştirilmiş üretim süreçlerine geçtikten sonra daha az sayıda çalışan istihdam etme eğilimi gösterecektir. Her durumda, bugün mevcut işgücünün çoğunluğundan farklı niteliklere sahip çalışanlara ihtiyaç duyacaklardır.

Dijitalleşme, değer yaratmanın ve yeni şekillerde harmanlamanın dijital teknolojinin ve muhtemelen sayısallaştırılmış bilgilerin kullanılmasını ifade eder (Gobble, 2018: 54). Dijitalleşme, dijital veya bilgisayar teknolojisinin bir organizasyon, endüstri, ülke, vb. tarafından benimsenmesi veya arttırılması anlamına gelmektedir. Dijitalleştirme, ayrıkları tanımlayan bir dizi sayı üreterek bir nesneyi, imgeyi, sesi, belgeyi veya sinyali ifade eder. Dünyada dijital ekonomi, üçüncü sanayi devrimi olarak kabul edilen yeni verimlilik platformudur. Bu aynı zamanda “İnternet Ekonomisi” veya Nesnelerin İnterneti olarak bilinir ve önümüzdeki 30 ila 40 yıl içinde yeni pazar büyüme fırsatları, işler yaratması ve insanlığın en büyük iş fırsatı haline gelmesi beklenmektedir (Subramanyachary, 2017: 254).

Küreselleşen ekonomimizin hemen hemen tüm hizmetlerinde dijitalleşmeye geçiş sürecinde bir dijital dönüşüm süreciyle karşı karşıya olduğumuzu kimse inkâr edemez (Hitpass ve Astudillo, 2019: 1). Dijitalleşmeye geçiş, sadece kâğıttan elektronik ortama geçiş yapmakla kalmaz, aynı zamanda tüm örgütsel ekosistemin yönetişimini de etkiler. Bu, değer zincirinin tüm süreçlerinin bilişim teknolojileri ile entegre olması gerektiği anlamına gelir.

Dijitalleşme, iki derece ayrıntı düzeyinde gerçekleşir. Mikro düzeyde teknolojik ilerleme, geleneksel cihazların makul bir maliyetle daha “akıllı” olmasını sağlar. Örneğin, telefonlar, akıllı telefonlara; yani telefon görüşmesi yapmanın üstüne birçok özellik sağlayan cihazlar haline gelmiştir. Aynı şekilde, akıllı saatler sadece saatin kaç olduğunu belirtmekten çok daha fazlasını yapabilir. Verileri yakalamak ve bu verileri diğer aygıtlara veya bir depoya iletmek için hemen hemen her yere sensörler yerleştirilebilir (Sedelmaier ve Landes, 2017: 154). Başka bir deyişle, hemen hemen her “nesne” er ya da geç internet üzerinden iletişim kurabilecek durumda olacak ve Nesnelerin İnterneti'ne (IoT) yol açacaktır.

Dijitalleşme, daha sürdürülebilir bir dairesel ekonomiye doğru dönüşümü artırabilir. Ürünlerin kullanılabilirliği, yeri ve durumu hakkında doğru bilgi vererek malzeme döngülerinin kapatılmasına yardımcı olabilir. Dijitalleştirme ayrıca şirketlerdeki daha verimli süreçleri mümkün kılar, israfı en aza indirmeye yardımcı olur, ürünler için daha uzun ömür sağlar ve işlem maliyetlerini en aza indirir (Antikainen vd., 2018 :45). Böylece dijitalleştirme, döngüyü kapatmaya, malzeme döngüsünü yavaşlatmaya ve kaynak verimliliğini arttırarak döngüyü daraltmaya yardımcı olarak dairesel ekonomi iş modellerini güçlendirir.



Kaynak: Ibarra vd., 2018: 8.

Şekil 1.20. Üretim Şirketlerinde Dijital Dönüşüm Yapabilme Yolları

Bir iş modeli; “bir kuruluşun, bir değeri nasıl yarattığının, nasıl sağladığının ve nasıl yakaladığının gerekçesini” açıklar. Her bir teklif, değer yaratmadaki değişiklikleri gösteren (anahtar faaliyetler, kaynaklar ve ortaklıkları dikkate alan); açıklanır, teklif edilen ürün (hizmetleri, sunulan ürün ve hizmetleri, dağıtım, iletişim ve satış kanallarını, müşteri bölümlerini ve kurulan ilişkileri kapsar) ve değer yakalamayı (firmanın kazandığı maliyetleri ve gelirleri tanımlayan) içerir (Ibarra vd., 2018: 7-8). Şekil 1.20’de üretim şirketlerinde dijital dönüşümü gerçekleştirmenin yolları, iş modelinin bu kadar az sayıda unsurunun artan bir inovasyon yoluyla değiştirilmesinden radikal bir inovasyon nedeniyle iş modellerinin tüm elemanlarının dönüştürülmesine kadar uygulanan inovasyon derecesine göre belirlenmiştir.

Dijitalleşme, hem tüketim hem de iş modelleri için giderek daha yeni fırsatlar sunmaktadır. Böylece tüketim, girişimcilik ve çalışma alanları için günümüzdeki ve gelecekteki yöntemleri değiştirmektedir. Son olarak, en sanayileşmiş ülkelerin bazılarında hükümetler, özellikle ABD, Japonya, Almanya ve son zamanlarda da İtalya'da olduğu gibi özellikle üretim içinde devam eden evrimi ilerletmeyi amaçlayan özel politika müdahaleleri geliştirmişlerdir (Freddi, 2018: 393). Bazı endüstrilerin ve sektörlerin niçin geciktiğini anlamak için, bu tür vakaların daha ayrıntılı bir analizine ihtiyaç vardır. Tehdit, sadece ülkeler ve bireyler arasındaki boşlukların daha da genişlemesinin yanı sıra, bazı endüstrilerin dijitalleşme gelişimi tarafından geride kalmasıdır (Leviakangas, 2016: 2). Dijitalleşme yalnızca fırsatlar değil, aynı zamanda sektörlere de zorluklar getirecek olsa da, dijitalleşmenin bir büyüme ve karlılık kaynağı olduğu görülmektedir.

Dijital Devrim, yani İnternet'in yaygın bir ölçekte yayılması proaktif şirketler için yeni stratejik eylem kalıpları yaratabilir. Bu hedeflere bir yandan “gerçekten yeni” ve yenilikçi değer önerilerinin tasarımı ve geliştirilmesi yoluyla ulaşılabilir. Bu durumda firmalar, ürünlerini ve hizmetlerini yalnızca dijital kanaldan sunarlar ve Amazon.com ve Ebay.com gibi sanal şirketlere hayat verirler (Jarach, 2002: 115).

1.5.2. Dijitalleşmenin Avantaj ve Dezavantajları

Dijitalleşmenin birtakım avantaj ve dezavantajları şu şekilde sıralanabilir: Dijital Devrim, bireyleri ve grupları birbirine bağlar, fikirler paylaşılabilir ve yenilikler hızlandırılabilir, benzer şekilde, şimdi bir anlık fırsat dünyasına sahip olunur ve dijital dönüşüm rekabeti küresel ölçekte zorlamaktadır. Dezavantajları ise; bilgi çağı kötülüğün ürkütücü bir şekilde büyümesini sağlar, bu devrim, birçok ilişkiyi ve toplum duygusunu yıkabilir ve dijital teknoloji, politik ve bölgesel topluluk anlayışını parçalayabilir (Pentimone, 2017).

Dijitalleşmenin bazı önemli noktaları ve faydaları şu şekilde belirtilmiştir: Fiziksel olarak gösterilen çabanın ve çalışan eleman sayısının düşmesini sağlar, zaman ve maliyetlerin azaltılması hususunda avantaj sağlar, müşteri ilişkilerini kuvvetlendirir, her tür veriye anlık ve hızlı bir şekilde erişmeyi kolaylaştırır, harici veya dâhili kaynaklı her türlü tehlikeyi minimuma indirir, karın arttırılmasına destek sağlar ve personel memnuniyetini arttırarak aynı zamanda verimliliğin maksimum seviyelere çıkmasını hedefler (Digitalles, 2018).

Dijitalleşme, ulusların servet yaratması için kilit bir belirleyici ve üretimde uluslararası rekabetçiliğin temel belirleyicisi haline gelmiştir (Gruber, 2019: 125). Yeni teknoloji güncellemeleri veya yasal gereklilikler için geleceğe yönelik teknoloji çözümleri, işletmelerin dijital dönüşüm konusunda rahat olmaları gerekliliğinin göstergesi olmalıdır. Bununla birlikte, bunun güvenilir olmayan bir kaynağa bağımlılık, siber saldırıya uğrama olasılığı, sosyal becerilerin azalması, toplum direnci ve bilginin kötüye kullanılması gibi riskler de göz önünde bulundurularak dijital bir çağa dönüşümün hazırlıkları sürecinde önemli tedbirlerin alınması önemlidir.

1.5.3. İmalatta Dijitalleşme

Artan sayıda ürün çeşidi, yüksek performanslı işlemler, esnek makineler ve yeniden yapılandırılabilir sistem yapılarıyla başa çıkabilen modüler ve değiştirilebilir bir üretim sisteminin de yüksek karmaşıklıkla karakterize edilmesi beklenmektedir. Bu karmaşıklığı ele almak için, bir üretim sistemini simüle etmek, optimize etmek, izlemek ve kontrol etmek için entegre bir veri modelleri çerçevesi, dijital imalat araçları ve sensör ağı gerekmektedir (Jackson vd., 2016: 274-275).

Üretim sistemlerinde dijitalleşmeyle ilgili mevcut araştırmalar, esas olarak bu eğilimin teknolojik vaatlerinin günümüz endüstrisinin geleneksel hedeflerine yönelik mevcut süreçleri nasıl iyileştirebileceğine (verimlilik, kalite ve performans) odaklanmaktadır (Maffei vd., 2019: 769). Dijital imalat, yeni teknolojileri üretim süreçlerine mümkün olan en hızlı şekilde entegre etmek için merkezi bir veri yönetimi tarafından karşılıklı olarak birbirine bağlanan çok çeşitli; mühendislik, yazılım ve bilgi ve iletişim teknolojisi araçlarını kullanan Avrupa Üretim vizyonunun temel stratejilerinden biridir (Majstorovic 2014: 27).

Tablo 1.6., vurgu ve temel faydalar üzerindeki terminolojileri ve farklılıkları açıklamaktadır. İmalatın dijitalleştirilmesi, endüstri uygulama araştırma gündeminde yer almaktadır ve dijital üretim sürecinde temel bir rol oynamaktadır. “Dijital Fabrika”, üretim sistemlerini ve bir fabrikada mevcut süreçleri modellemek için bilgi yakalama ve temsil etme teknolojisidir. Üretimin fiziksel yönlerini iyileştirmek ve fabrika planlamasını desteklemek için fabrikada mevcut olan kaynak ve işlemlerin dijital bir modelini, yerleşim ve malzeme akışı çalışmaları olarak göstermekle ilgilenmektedir. “Dijital İmalat”, ürün ve sürecin dijital olarak temsil edilmesi, tüm ürün yaşam döngüsünün iyileştirilmesine

odaklanan teknolojilerin ve iş alanlarının bütünleştirilmesinde rol oynar (E. Silva vd., 2019: 240-243). Bu, ürün yaşam döngüsünün farklı bölümlerini tasarım amacı ve yönetim bilgisi taşıyan dijital verilerle bağlayabilmeyi ve akıllı otomasyon için ve bu bilgiyi daha akıllı, daha verimli iş kararları için kullanabilmeyi sağlayan dijital imalatın asıl rolüdür.

Tablo 1.6. Dijital Fabrika ve Dijital İmalat Terimlerin Karşılaştırılması

	Dijital Fabrika	Dijital İmalat
Tanım	Bir fabrikada model üretim sistemleri ve mevcut süreçler hakkında bilgi toplama ve gösterme teknolojisi.	Bilgi yönetimi için, imalat yaşam döngüsü boyunca karar vermeye yardımcı olan bir dizi araç kullanılır. Fabrikayı, ürünü ve üretim sürecini entegre bir şekilde tasarlamak, yeniden tasarlamak ve analiz etmek için bilgisayarla entegre sistemler, simülasyon, bilgi paylaşım modelleri ve işbirliği araçlarına dayanmaktadır.
Vurgu	Fabrikadaki kaynaklar ve süreçleri ile ilgili tüm bilgileri temsil etmek.	Ürün yaşam döngüsü boyunca daha iyi performans ve karar vermeye odaklanan teknolojileri ve departmanları entegre etmek.
Temel Avantajlar	Bir ürünün fiziki üretimi; kalite, zaman ve maliyet gereksinimlerini karşılayana kadar fabrikanın tüm yönlerini geliştirmek ve iyileştirmek.	Üretim artışını ve pazara çıkma süresini daha hızlı hale getirmek için esneklik, daha kısa zamanda ürün geliştirme, hataların azaltılması, kaliteyi artırmanın yanı sıra maliyet ve zamanın düşürülmesi.

Kaynak: E. Silva vd., 2019: 243.

Maliyet ve hızın yanı sıra şirketler de diğer rekabet öncelikleri bakımından imalatla dijitalleşmenin diğer yararlarını da (örneğin esneklik, kalite, teslim edilebilirlik ve sürdürülebilirlik) analiz etmeleri ve farklı noktalara da odaklanmaları açısından önem teşkil etmektedir (Machado vd., 2019: 1113-1118).

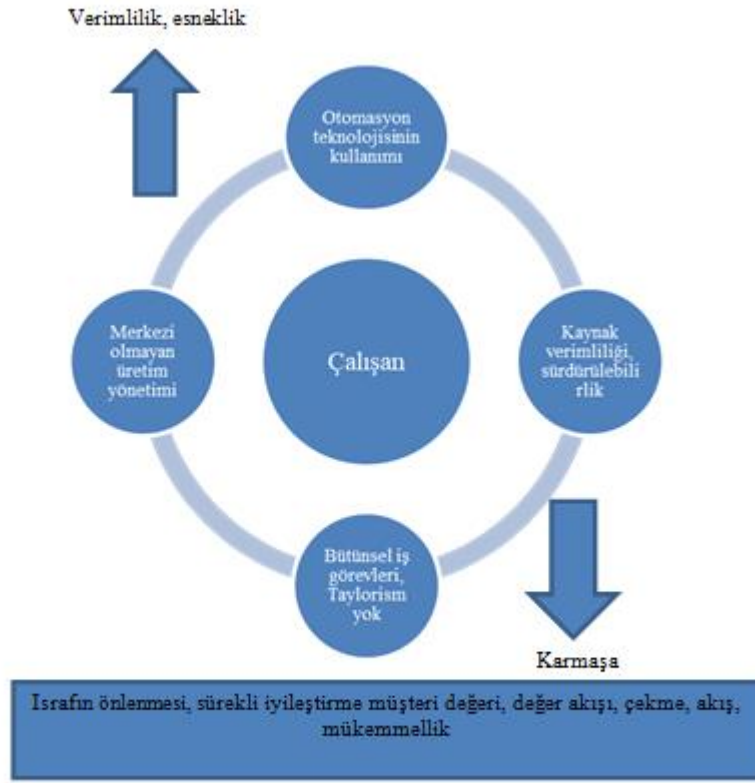
Dijital imalat teknolojilerine geçiş avantajları aşağıdaki gibi özetlenmiştir (Kutin vd., 2018: 480):

- Hem mevcut hem de tamamen yeni ekipman modelleri olan tasarım ve üretimin zaman ve para maliyetlerini önemli ölçüde azaltmak,
- Yeni ekipman tasarımındaki mühendislik hatalarının sayısını azaltmak,
- Yeni nesiller için üretim tekniklerinin süresini azaltmak, üretim hacmini artırmak,
- Zorlu ve yoğunlukla haksız rekabet altındaki işletmelerin üretim esnekliğini önemli ölçüde artırmaktır.

İmalat bütünleşmesi için küresel rekabet edebilirliğin artması, müşteri gereksinimlerinin çeşitlenmesi, dinamik ve öngörülemeyen pazar trendleri ile tasarım imalat pazarına meydan okumakta, ürün geliştirme süresini kısaltmak ve üründe imalat işletmelerinde kaliteden ödün vermeksizin artan karmaşıklığı ele almak için ürün destek süreçlerini iyileştirmek için çalışmaları hızlandırılmaktadır. Bilgi teknolojisi, geleneksel sanayiye de çarpıcı biçimde etkilemiştir. Bu dönemde, iş fırsatına hızlı cevap verilmesi, rekabet gücüne dayanmada en önemli faktörlerden biri olarak görülmektedir. E-üretim, dijital üretim ve sanal üretim gibi akıllı üretim sistemleri, teknoloji kabiliyetleri arttıkça ve işletme koşulları değiştikçe üretim ortamını geliştirmek için üretim ortamında yeni bir paradigma görevi görür (Paritala vd., 2017: 983). Aynı ürünlerin seri üretimi için tasarlanmış geleneksel üretim süreçlerinde emek yoğun olup geliştirme süresi ve maliyet artmaktadır. Bu bağlamda, gelişmiş üretim veya dijital imalat, belirgin ve önemli hale gelmektedir.

1.6. Yalın Üretim Felsefesi ve Endüstri 4.0 Kavramı Arasındaki İlişki

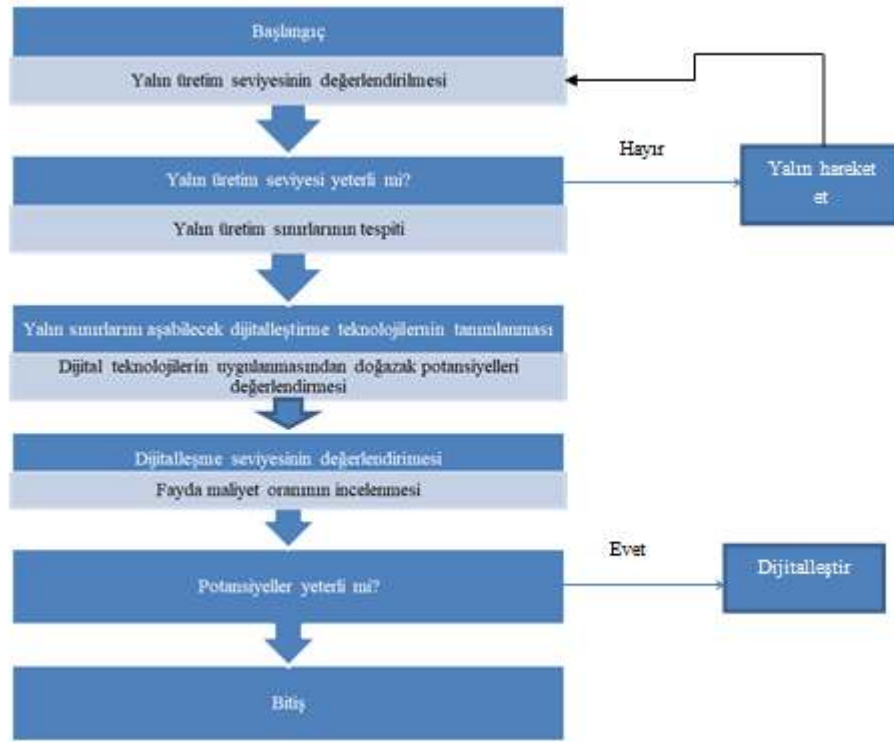
Yalın üretim, kitlesel üretim uygulamalarını, müşterilerin memnuniyetini amaçlayan kaliteli ürünlere odaklanan üretim sistemlerine, değer katmayan her şeyin israfı ile ilgili olduğu yerlerde ulaştığı başarıyla zorlamıştır. Yalın üretim, karmaşık ürünleri ve tedarik zincirlerini gerçekleştiren üretim sistemlerinin ve süreçlerinin büyük esnekliğine cevap olabilir. Bunu başarmak için, “Endüstri 4.0” olarak bilinen siber fiziksel sistem ile üretim seviyesinin bilgi teknolojileri entegrasyonunu planlama seviyesine, müşterilere ve tedarikçilere tanıtması önerilir (Mrugalska ve Wyrwicka, 2017: 471).



Kaynak: Mayr vd., 2018: 623.

Şekil 1.21. Yalın Yönetim ve Endüstri 4.0'ın Ortak Noktaları

Şekil 1.21'de, yalın üretim ve Endüstri 4.0'ı birleştirmek için mevcut literatür; yalın 4.0, yalın otomasyon, akıllı yalın üretim ve yalın Endüstri 4.0 gibi terimleri ortaya koynuştur. Ayrıntılı olarak, yazarların çoğu yalın üretim ve Endüstri 4.0'ın genel uyumluluğunu onaylar. Bu bakış açısı, karmaşıklığın azaltılması, merkezi sütunlar ve yalın prensipler gibi ortak bir zemin olarak hedeflerle ilgili benzerliklere bağlanabilir (Mayr vd., 2018: 623). Buna göre, her iki paradigma beraber yönetilir. İkisinde de kendi kendini düzenleyen sistemler alt sistemlerde sorumluluk dağıtılmaktadır. Dahası, yalın üretim ve Endüstri 4.0, çalışanların temel rolüne odaklanmaktadır.



Kaynak: Hoellthaler vd., 2018: 525.

Şekil 1.22. Yalın üretim Sisteminde Dijitalleştirme Potansiyellerinin Belirlenmesi Modeli

Yukarıdaki yaklaşım (Şekil 1.22.), yalın üretimin sınırlarını dijitalleşme kullanarak aşmak için kullanılan metodolojik bir prosedürü temsil etmektedir (Hoellthaler vd., 2018: 525). Yalın üretim felsefesinde, işletmenin karşısına çıkabilecek olan karmaşık durumları aşma yolu olarak belirlenen bu modelde, yol haritasına belirlenen koşullarda esnek bir şekilde uyulması, yalın üretim tekniklerinin dijitalleşme ortamında doğru bir şekilde uygulanmasına fırsat yaratacaktır.

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki yeni olanaklar, yalın üretim ortamlarıyla eşleşmektedir. Endüstri 4.0 uygulamaları yalın prensipleri dengeleyebilir ve destekleyebilir. Yalın üretim sistemlerindeki Endüstri 4.0 matrisi, Endüstri 4.0 entegre uygulamaları tasarlamaya ve geliştirmeye başlamak için bir çerçeve sunmaktadır (Wagner vd., 2017: 130-131). Ayrıca, sürdürülebilirliği yalın üretim sistemlerine entegre etmeye yönelik yaklaşımlar mevcuttur ve Endüstri 4.0 teknolojilerinin entegrasyonu ile genişletilmelidir.

Şirketlerin henüz Endüstri 4.0'ın pek çok bölümünü uygulamadığı gerçeği, Tablo 1.7'de gösterilmektedir. Bu verilere dayanarak, bağımsızlık her seviyede teşvik edilmelidir; bu bağımsızlık ancak daha iyi iletişim yoluyla (Yalın üretimin önemli bir parçası) sağlanabilir (Leyh vd., 2017: 990).

Tablo 1.7. Günümüz Fabrikasıyla ve Bir Endüstri 4.0 Fabrikasının Karşılaştırılması

		Günümüz İmalatı	Endüstri 4.0 İmalatı
Bileşen (örnek: sensör)	Anahtar nitelikler	kesinlik	bireysel tahminlere dayanan bağımsız eylem
	Anahtar teknolojiler	akıllı sensörler ve arıza tespiti	düşüşün izlenmesi ve faydalı ömür tahmini
Makine (örnek: kontrolör)	Anahtar nitelikler	üretkenlik ve performans (kalite ve verimlilik)	bireysel tahminlerine dayalı bağımsız eylem ve envanter verilerinin karşılaştırılması
	Anahtar teknolojiler	durum-tabanlı izleme ve sistem kontrolü	çalışma süresi kaydının tahmini sağlamlık takibinin izlenmesi
İmalat sistemi (örnek: imalat yönetim sistemi)	Anahtar nitelikler	verimlilik ve genel ekipman etkinliği	bağımsız yapılandırma, bakım ve düzenleme
	Anahtar teknolojiler	yalın işlemler: iş ve israf azaltma	az bakım gerektiren, kendinden uyarlamalı üretim sistemleri

Kaynak: Leyh vd., 2017: 990.

Yalın otomasyon, otomasyon teknolojisini yalın üretim ile birleştirme fikrini ortaya koyuyor. Son on yılda, bilim artık yalın otomasyona fazla dikkat etmemiştir. Bununla birlikte, Endüstri 4.0 kapsamında otomasyon teknolojisinin Yalın üretim ile birleştirilmesi için yeni çözümler bulunmaktadır (Kolberg ve Zühlke, 2015: 1871).

Tablo 1.8’de yalın üretim metodları ve Endüstri 4.0 uygulamaları arasındaki bağ gösterilmiştir. Yalın üretim felsefesini benimseyen işletmeler yıllardır bu alanda birçok yöntem uygulamışlardır. Yüksek teknolojilerde üretim sürecinde verimliliğin artması ve israfın yokedilerek sürecin daha sade bir hal alması için birçok Endüstri 4.0 metodları geliştirilmeye başlanmıştır (Öksüz vd., 2017: 6-9). Özetle; Endüstri 4.0 ve yalın felsefedeki yöntemlerin birbirleriyle bütünleşik bir şekilde uygulanması sonucunda sürecin mükemmelleştirilerek yalın üretim yöntemlerinin uyumluluğu daha esnek olacak ve müşteri memnuniyetinin maksimum seviyeye çıkması da kaçınılmaz olacaktır.

Tablo 1.8. Yalın Üretim Teknikleri ve Endüstri 4.0 Teknolojileri Arasındaki İlişki

	Veri analitiği	Gömülü sistemler	Robotik sistemler	Endüstriyel internet	Bulut sistemler	Simulasyon	Sanal ve artırılmış gerçeklik	Ekleme üretilim	Siber güvenlik	Sensörler	RFID-RTLS Teknolojileri	Mobil Teknolojiler
Jidoka	x		x	x						x		x
Tam zamanında üretim				x	x			x	x		x	
Toplam üretken bakım	x			x		x	X			x	x	x
Kanban										x	x	x
Kaizen	x	x				x				x	x	
Sürekli akış	x			x	x			x		x	x	x
Hücreli üretim	x		x					x				
Heijunka	x	x	x									
Bilgisayarla bütünleşik üretim	x	x	x	x				x	x			x
SMED			x					x		x	x	
Poka-Yoke										x		
Görsel fabrika				x	x	x	X			x		x

Kaynak: Öksüz vd., 2017: 6.

Üretim Yönetim Sistemleri ile Endüstri 4.0, birbirlerini tamamlayan teknikler bütünüdür. Verilerin anlık olarak izlenebilir hale gelmesiyle işletmeler akıllı seviyeye ulaşma yolunda adımlarını atmaya başlamış olup, yalın üretimin tabanını oluşturan sıfır stok felsefesi uygulanması konusunda da verilerin anlık takip edilip analiz edilmesi süreçleri iyileştirilecektir (Proente, 2019).

1.7. Endüstri 4.0 Kavramı

Endüstri 4.0 kavramı, Sanayi Devrimi'nde çoğunlukla bilgi teknolojileri, otomasyon, makine öğrenme yetisi ve anlık verilere odaklanan yeni nesil bir kademeyi temsil etmektedir. Nesnelerin İnterneti ve akıllı üretimin birlikte hareket etmesini sağlayan Endüstri 4.0, üretim ve tedarik zinciri felsefesine yoğunlaşan işletmeler için daha entegre ve daha iyi iletişim ağına sahip bir sistem oluşturmak için fiziksel üretim ve operasyonları akıllı dijital teknoloji, makinelerin birbirleriyle haberleşmesini ve büyük verileri birbirleriyle kombine etmektedir.

Dijitalleşme ve üretim sürecinin akıllılaştırılması günümüz endüstrisi için ihtiyaçtır. İmalat sanayi, şu anda seri üretimden özelleştirilmiş üretime geçmektedir. Üretim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler ve endüstrilerdeki uygulamalar verimliliğin artırılmasına

yardımcı olmaktadır. Endüstri 4.0 terimi, yeni bir organizasyon düzeyi ve ürünlerin yaşam döngüsünün tüm değer zinciri üzerinde kontrol olarak tanımlanan dördüncü endüstriyel devrimi; giderek bireyselleştirilmiş müşteri gereksinimlerine yöneliktir (Vaidya vd., 2018: 233).

Daha genel bir şekilde, Endüstri 4.0, bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT) üretim sistemleriyle birlikte kullanılması olarak tanımlanabilir (Meissner vd., 2017: 165-166). Endüstri 4.0, üretim süreçlerini yönetmek için nispeten yeni bir yöntemdir (Tupa vd., 2017: 1223). Genel olarak, Endüstri 4.0, yenilikçi bilgi ve iletişim teknolojilerinin sektöre gelişmesini ve entegrasyonunu kapsar. Ana amaç, değer zinciri boyunca ürün ve süreçlerin akıllı ağlarını güçlendirmek ve böylece yeni ürünler ve hizmetler sunan müşteriye olan yararını arttırmak için mal ve hizmetlerin oluşturulmasında organizasyonel süreçleri daha verimli kullanabilmelerini sağlamaktır (Barreto vd. 2017: 1246). Sanayi sektöründeki bu değişimler, şu anda dördüncü sanayi devrimi olarak adlandırılan kapsamlı bir sistem olarak görülmektedir.

“Endüstri 4.0” terimi, Alman hükümetinin, üretimin bilgisayarlaşmasını teşvik etme konusundaki yüksek teknoloji stratejisi tarafından başlatılan bir projesinden kaynaklanmaktadır. Endüstri 4.0, imalat sektörünün dijitalleştirilmesinde bir sonraki aşama olarak görülmektedir ve dört problemten kaynaklanmaktadır. Bunlar; verideki şaşırtıcı artış, hesaplama gücü ve bağlantı, özellikle de yeni düşük güçlü geniş alan ağları; analitik ve iş zekâsı yeteneklerinin ortaya çıkışı; dokunma arayüzleri ve artırılmış gerçeklik sistemleri gibi yeni insan-makine etkileşimi formları; dijital talimatların ileri robotik ve 3-D baskı gibi fiziksel dünyaya aktarılmasındaki gelişmelerdir (Sung, 2018: 40).



Kaynak: Chiarello vd., 2018: 247.

Şekil 1.23. Endüstri 4.0 İçin Porter Stili Bir Değer Yapısı

Şekil 1.23’de kurucu teknolojilerin geniş uygulama alanlarını gösteren, Endüstri 4.0’ın Değer Zinciri benzeri bir gösterimini sunmaktadır (Chiarello vd., 2018: 245). Bileşen dijital sistemlerin işletmenin fonksiyonlarına nasıl entegre edilmesi gerektiği yelpazesini ortaya konmuştur.

Endüstri 4.0, siber-fiziksel sistemleri (CPS) oluşturan üretim operasyon sistemleri, bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) - özellikle de Nesnelerin İnterneti (IoT) - arasında bir bütünleşmenin olduğu yeni bir endüstriyel aşama olarak anlaşılmaktadır (Dalenogare vd., 2018: 383). Endüstri 4.0 terimi, imalat endüstrisinin uzun vadeli rekabetçiliğini korumak için Alman hükümeti tarafından başlatılan bir girişimden türetilmiştir. Endüstri 4.0, siber-fiziksel sistemleri (CPS) endüstriyel üretime dahil ederek, akıllı, kendi kendini düzenleyen ve birbirine bağlı endüstriyel değer yaratmayı amaçlamaktadır. CPS, bilgi alışverişinde bulunabilen, işlemleri başlatabilen ve birbirlerini karşılıklı olarak kontrol edebilen akıllı makineler, depolama sistemleri ve üretim tesislerinden oluşur (Müller vd., 2018a: 2). Endüstriyel Nesnelerin İnterneti (IIoT) olarak da adlandırılan İnternet üzerinden aralarındaki bağlantılar; mühendislik, üretim, malzeme akışı ve tedarik zinciri yönetiminde teknolojik sıçramalar yaratır. Endüstri 4.0 ile ilgili yeni ortaya çıkan araştırmalar, CPS ile ilgili teknolojik gelişmelere ve bunların örgütsel uygulamalarına odaklanmaktadır



Kaynak: Grangel-González vd., 2017: 3.

Şekil 1.24. Endüstri 4.0'ın Referans Mimari Modeli

Bu referans modeli, Endüstri 4.0'ın temel yönlerini tanımlamaktadır ve Endüstri 4.0 bileşenlerinin uygulanmasına yardımcı olmayı amaçlamaktadır. Endüstri 4.0 bileşeni, spesifik CPS vakaları olarak Referans model, Endüstri 4.0 için Referans Mimari Modeli (RAMI 4.0) olarak adlandırılır ve Şekil 1.24'de gösterilmiştir (Grangel-González vd., 2017: 3). Model, BİT, üreticiler / tesisler ile ürün yaşam döngüsü arasındaki bağlantıyı üç boyutlu olarak tanımlar. Her boyut, bu alan adlarının belirli bir bölümünü farklı katmanlara bölünmüş olarak gösterir.

Ayrıca Şekil 1.24'de, sol dikey eksen, genellikle oldukça karmaşık olan BİT projelerinin perspektifini yansıtmaktadır. Bu nedenle bunlar genellikle işletme, bilgi, entegrasyon, varlıklar vb. gibi farklı bileşenlere ayrılır. Sol dikey eksen ürün yaşam döngüsünü temsil eder. Ürün yaşam döngüsünün iki ana konsepti, tür ve örneklerdir. Sağ yatay eksen, hiyerarşik bir organizasyon içindeki işlevsellik ve sorumlulukların yerini gösterir. RAMI 4.0, ürün yaşam döngüsü (IEC 62890), kurumsal kontrol sistemi entegrasyonu (IEC 62264) ve proses kontrolü (IEC 61512) sırasında veri yönetimi için mevcut endüstri standartlarını temel almaktadır (Montanus, 2016: 35).

Endüstri 4.0, karşılıklı olarak birbirine bağlı üç faktör için kullanılır (Zezulka vd., 2016: 8):

- Karmaşık teknik - ekonomik karmaşık ağlarla herhangi bir basit teknik - ekonomik ilişkinin sayısallaştırılması ve entegrasyonu,
- Ürün ve hizmetlerin dijitalleştirilmesi,

- Yeni pazar modelleri.

Endüstri 4.0, temelde endüstri değer zincirlerini, üretim değer zincirlerini ve iş modellerini dönüştürecek yeni bir teknolojik çağın önünü açmak için gömülü üretim sistemi teknolojilerini akıllı üretim süreçleriyle birleştirir (Zhong vd., 2017: 616). Endüstri 4.0, işlemlerin karmaşıklığını azaltmak amacıyla, uzun vadeli maliyet azaltma hedefi ile verimliliği ve etkinliği artırarak, tüm unsurları birbirine bağlayarak, gerçek zamanlı veri ve bilgilerin amaçlı toplanması ve uygulanmasını amaçlamaktadır. Endüstri 4.0'ın Avrupa ülkelerini yeni bir modern üretim çağına yönlendirmesi gerekli görülmüştür (Santos vd., 2017a: 973). Sonuç olarak, Endüstri 4.0, müşteri pazarlarını tatmin etmede bir avantaj olan özelleştirilmiş ürünler sunmak için maliyetleri düşürerek ve merkezi olmayan üretim sistemlerinde esnekliği artırarak rekabeti arttırmaya odaklanmaktadır (Meissner vd., 2017: 165). Bu nedenle, rekabetçi kalmak için yüksek bir verimlilik seviyesine ulaşılması gerekmektedir.

Endüstri 4.0 Çalışma Grubu, aşağıdaki sekiz kilit alanda eyleme geçilmesi gerektiğine inanmaktadır (Kagermann vd., 2013: 6-7):

- Standartlaştırma ve kavramsal yapı
- Karışık olan modelin analiz edilmesi
- Sanayi açısından detaylı bant sistemi
- Güven
- Örgüt yönetimi
- İş geliştirme programları
- Kurallar bütünü
- Kaynakların etkin olması

Çağdaş küresel operasyonlar ve gerçek zamanlı teslimat bağlamında büyük çokuluslu şirketler için dijitalleşme üzerine çalışmak önemli bir fırsattır. Yerel operasyonlardan bağımsız olarak küresel operasyonlardan bağımsız operasyonlar, küresel sinerjilerin tehlikeye girmesine neden olabilir. Araştırma ve geliştirme, varlıkların optimizasyonu, kurumsal planlama (strateji, yatırım planlaması, finansal) ve tedarik zinciri gibi merkezi fonksiyonlar, diğer fonksiyonlarla birlikte önemli bir faaliyet değeri sağlar

(Telukdarie vd., 2018: 316). Bu fonksiyonların Endüstri 4.0 üzerinden entegrasyonu, stratejik ve operasyonel faydalar sunarak önemli bir iş fırsatı sunmaktadır.

Endüstri 4.0, üretim sistemini geleneksel merkezi sisteme kıyasla kontrol etmek için daha verimli araçlar sunar. Son yıllarda, Endüstri 4.0 baskın olarak, özellikle gelişmiş ekonomide, imalat sanayi manzarasının gelecekteki dönüşümlerini ortaya koymaktadır (Luthra ve Mangla, 2018: 169). Bununla birlikte, konsept, gelişmekte olan ekonomiler için nispeten yenidir ve iş dünyasında derinlemesine bir anlayış ve uygulamaya ihtiyaç duymaktadır.

Literatür taraması, Endüstri 4.0 için şu hedefleri bildirmektedir: 1) Üretimin, ürün türünü değiştirerek düşük, orta ve yüksek talebe adapte olması gerekir; 2) Akıllı makinelerle parçaların ve ürünlerin izlenmesi ve tanınması; 3) İnsan Makine Arabirimi (HMI) arasında daha iyi etkileşim; 4) Nesnelerin İnterneti (IoT) araçlarının iletişimine dayalı üretim optimizasyonu; 5) İş modelinde, değer zinciri ile etkileşimin şeklini değiştirmeye katkıda bulunan köklü değişimlerdir (Santos vd., 2017b: 1359).

Endüstri 4.0, yaşanmakta olan sektörde, dünya genelinde sürekli artan sermaye ve tüketim malları ihtiyacını karşılamak için devrim yaratmıştır. Endüstri 4.0, müşteriye daha fazla hizmet işlevselliği ile yeni, sürdürülebilir ürünler geliştirmek için muazzam fırsatlar sunmaktadır (Faheem vd., 2018: 25). Endüstri 4.0, verimli, uyarlanabilir, yeniden yapılandırılabilir, esnek ve merkezi olmayan üretim paradigması nedeniyle günümüz piyasasında daha verimli ve etkili olmaktadır.

1.7.1. Endüstri 4.0'ın Tarihsel Gelişimi

Günümüz tarihine ulaşıncaya dek 3 sanayi devrimi geçirilmiştir (Yıldız, 2018: 547). Bunlar; 1) Mekanik Üretim Çağı, 2) Bilim Çağı ve Seri Üretim ve 3) Dijital Devrim'dir. Bugünkü çağımızda ise yaşanan 4. Sanayi devriminin adı siber fiziksel sistemlerle birlikte (Tablo 1.9'da sanayi devrimlerinin tarihsel gösterimi mevcuttur) entegre olabilen üretim sistemlerin ortaya çıkmasının bir ürünü olan "Endüstri 4.0 (Üretimde Dijitalleşme) çağıdır (Kesayak, T. Y.).

Tablo 1.9. Sanayi Devrimlerinin Kronolojik Gösterimi

Mekanik Üretim Tesislerinin Uygulanması (18. Yüzyıl)	1712 Buhar Makinesinin İcadı
Elektrik ve İş Bölümüne Dayalı Seri Üretime Geçilmesi	(19. Yüzyıl) 1840 Telgraf ve 1880 Telefon İcatları 1920 <u>Taylorizm</u> (Bilimsel yönetim)
Üretim Süreçlerinin Otomasyonu (20. Yüzyıl)	1971 İlk mikro bilgisayar (Altair 8800) 1976 Apple I (S. Jobs ve S. Wozniak)
Otonom Makineler ve Sanal Ortamlar (21. Yüzyıl)	1988 <u>AutoIDLab</u> (MIT) 2000 Nesnelerin İnterneti 2010 Hücresel Taşıma Sistemi 2020 Otonom Etkileşim ve Sanallaştırma

Kaynak: Kesayak, T. Y.



Kaynak: S. E. Fırat ve O. Z. Fırat, 2017: 11.

Şekil 1.25. Endüstri 4.0'ın Evrimsel Gelişimi

Bu devrimler arasındaki geçişler de önceki teknolojiler ile birlikte, yeniliklerin de yerini aldığı bilinmektedir. Bu sanayi devrimlerinin her birinde bugünkü anlamda mühendislik uygulamaları mevcuttur. Dört sanayi devriminin içerikleri ve dönemleri Şekil

1.25’de özetlenmiştir (S. E. Fırat ve O. Z. Fırat, 2017: 11). Bu dört evrede mühendislik ve işletmecilik alanları ile sanayi birbirini karşılıklı destekleyerek geliştirmiştir.

Genelde dördüncü sanayi devrimi olarak adlandırılan Endüstri 4.0, ilk olarak Kasım 2011’de Alman hükümeti tarafından 2020’ye yönelik yüksek teknoloji stratejisine yönelik bir girişimden kaynaklanan bir makalede yayınlanmıştır (Kamble vd., 2018: 107). Endüstri 4.0, genel maliyet etkinliğini iyileştirmek ve yatay ve dikey katma değerli faaliyetleri maliyete entegre ederek tedarik zincirinin kontrolünü iyileştirmek için Almanya tarafından tanıtılmıştır. Alman ve Japon şirketleri, yatay değer zincirini entegre etmek ve iç operasyonları dijitalleştirmek için en yüksek noktalardır. İskandinav ülkeleri Almanya’yı takip etmiş ve Endüstri 4.0’ı diğer birçok ülkeden daha hızlı bir şekilde benimsemiştir. Bunun temel nedeni, imalat sanayilerinin ekonomilerine büyük katkısı olmasıdır. Endüstri 4.0’daki öncülerden ilham alan Çin ve Avustralya gibi diğer ülkeler Endüstri 4.0’ı uygulamak için stratejilerini geliştirmeye büyük yatırım yapmaktadırlar. Bununla birlikte, tüm ülkeler Endüstri 4.0’ın uygulanması için hazır durumda değildir (Hamzeh vd., 2018: 50).

Dünya ekonomisinin küreselleşmesi en açık etkisini iki alanda göstermiştir: (1) Sermaye akımlarının serbestleşmesi, (2) Üretimin yer değiştirebilmesi. İlkinin sonucu olarak sermaye, en çok para kazanabileceği alanlara ve yerlere gitmeye başlamıştır. İkincinin sonucu olarak da üretim en ucuza gerçekleştirilebileceği yerlere kaydırılmıştır. Üretimin en ucuza yapılabileceği yerler, ucuz emek ve sağlanan vergi kolaylıkları nedeniyle başta Çin olmak üzere Uzakdoğu ülkeleriydi. 1980’lerden başlayarak ABD ve Avrupa sermayesi üretim merkezlerini bu ülkelere kaydırdılar. Çin ve diğer Uzakdoğu ülkeleri bir süre Amerikalı ve Avrupalı firmaların üretim üssü olarak çalıştı. Halen de bu şekilde çalışmaya devam etmektedirler. Artık bu ülkeler bu ürünleri kendileri de yapmaya yöneldiler. Çin ve diğer Uzakdoğu ülkeleri, yavaş yavaş başkaları için üretim yapmaktan çıkmaya ve kendi markaları altında üretim yapmaya başladılar. Bugün yalnızca Çin mallarını satan çok sayıda internet satış sitesi bulunmaktadır. (Eğilmez, 2018: 267-268). Alman hükümeti bu gelişme üzerine Doğu’nun Batı’yı geçtiğini ve aranın hızla açılmakta olduğunu görerek 2011’de Hannover Fuarı’nda Endüstri 4.0’ı gündeme getirdi.



Kaynak: Sarıkulak, 2018: 43.

Şekil 1.26. Endüstri Devrimlerinin Yarattığı Dönüşümler

Şekil 1.26’da endüstri yenilikleri; üretim prosesleri ve ürünleri, enerji düzenini gerçekleştiren enerji temellerini, iletişim ve temas elemanlarını oluşturmaktadır (Sarıkulak, 2018: 42). Tüm sanayi dönüşüm süreçlerinin birbirleriyle olan etkileşimleri, toplumların gelişimlerine sürekli olarak katkıda bulunma görevini ortaya koymuştur.

Dördüncü Sanayi Devrimi; yeni nesil, birbiriyle iletişim kurabilen teknolojilerin yer aldığı, akıllı fabrikalar aracılığıyla, daha esnek, daha düşük maliyetli, daha hızlı ve verimli üretim yapılabilmesini amaçlamaktadır. Endüstri 4.0 ile birlikte, gerçek zamanlı bilgi alışverişi sayesinde kitlesel kişiselleştirmeye imkan tanıyan tasarım, üretim ve dağıtım sistemlerinden sadece fabrikalar değil, tüm toplum, tüm bireyler, iş örgütlenmeleri, sanayi-devlet ilişkileri ve devletler arası ilişkiler de etkilenmiş olacaktır (Kılıç ve Alkan, 2018: 32).

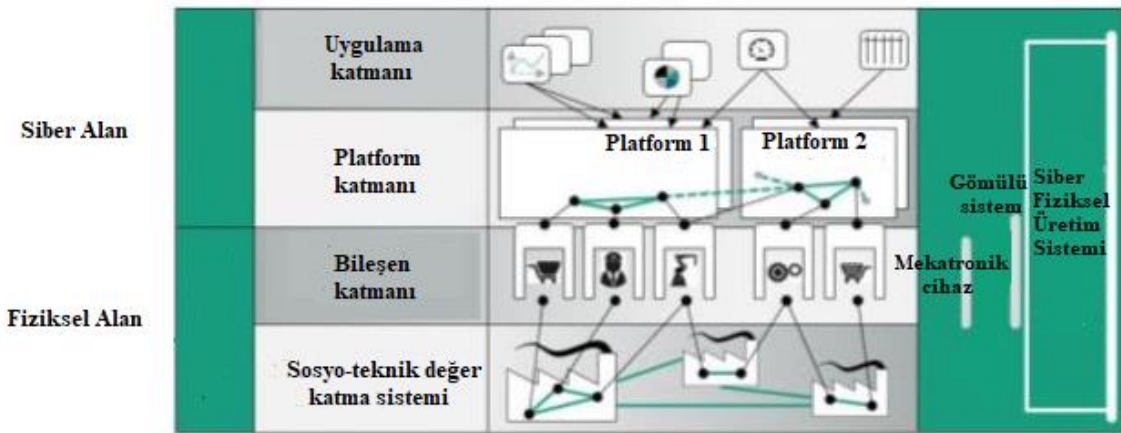
1.8. Endüstri 4.0’ın Bileşenleri

Endüstri 4.0, mevcut dijital eğilimlere ayrıntılı olarak eğilim gösterildiğinde birçok bileşenden meydana gelen, somut olmayan ve karışık bir terimdir. Bu bileşenlerin ne kadar derin bir formda oluştuğunun anlaşılabilmesi için detaylı bir biçimde tüm kavramların incelenmesi gerekmektedir. Endüstri 4.0 bileşenleri; siber fiziksel sistemler, nesnelerin ve hizmetlerin interneti, RFID (Radyo Frekanslı Tanımlama), siber güvenlik, sensör, akıllı fabrika, artırılmış gerçeklik, yapay zeka, 3 boyutlu 3D yazıcılar, büyük veri, robotlar, simülasyon, yatay ve dikey sistem entegrasyonu, bulut bilişim sistemi ve dijital tedarik zincirinden oluşmakta olup, aşağıda ayrıntılı bir şekilde her kavram hakkında bilgi verilecektir.

1.8.1. Siber Fiziksel Sistemler

Siber fiziksel sistemler, cihazlar, binalar, altyapılar ve üretim tesisleri gibi daha büyük sistemlere gömülü teknik sistemlere bakıldığında; siber-fiziksel sistemler, ortamdaki verileri toplar, kaydeder ve yorumlar ve ortamdaki sinyallere tepki verir. Diğer teknolojilerin aksine, siber-fiziksel sistemler, hem yerel hem de küresel düzeyde hem insan aktörler hem de diğer cihazlarla iletişim kurabildiklerinden kendilerini düzenlerler (Reischauer, 2018: 27). Bu sistemler kritik altyapılara (enerji sektörü, ulaşım) ve genellikle yıllarca tüm endüstriyel kontrol sistemlerine derinlemesine entegre edilmiştir. Bu bağlamda akıllı, esnek ve kendinden uyarlanabilir makinelere ulaşmanın ilk hedefi, son yıllarda sensörlerin artan satın alınabilirliği ve yeni iletişim ağlarının ve protokollerinin hızlı gelişimi ile kolaylaştırılmıştır. Bu, sürekli olarak yüksek miktarda veri üretimi ve bilgi teknolojileri (IT) ile entegrasyonla sonuçlanmıştır. En belirgin vaka Bulut Bilişim'dir (Lopez ve Rubio, 2018: 46-47). Endüstrinin, tüm üretim zinciri boyunca buluttan erişilebilen bir tedarikçi ağı tarafından esnek bir şekilde üretildiği, müşteriler ve iş ortakları arasında kapsamlı bir entegrasyonun olduğu bir modele doğru evrimin anlaşılması önemlidir.

CPS, kaynak kullanımını ve sistem performansını optimize etmek için hesaplama ve fiziksel süreçleri birleştirir. Bu sistemler internete veya harici bir güvenli ağa bağlanabilir (Khalid vd., 2018: 132). Ortaya çıkan CPS, koordineli, dağıtılmış ve bağlantılı şekillerde uygulanması için sağlam ve duyarlı olmalıdır (Xu vd., 2018: 382). Gelecekteki CPS'nin, bugünün sistemlerini; örneğin, yetenek, uyarlanabilirlik, esneklik, güvenlik ve kullanılabilirlik gibi çeşitli özelliklerde aşması beklenir.



Kaynak: Yıldız, 2018: 549.

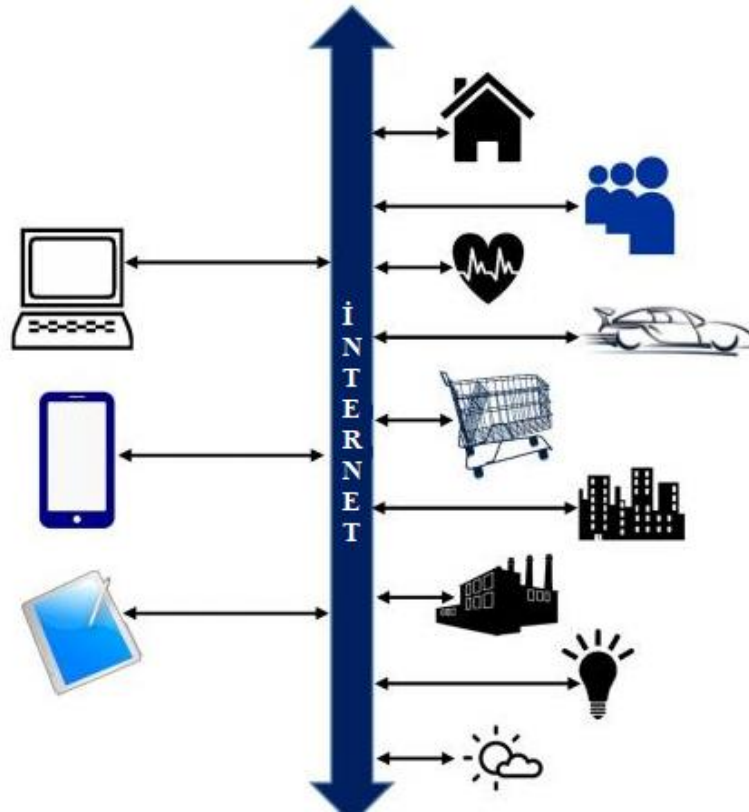
Şekil 1.27. Siber-Fiziksel Üretim Sistemleri

CPS, Şekil 1.27’de gösterildiği gibi ağların birden fazla sensör, aktuatör, kontrol işlem birimi ve iletişim cihazı kullanılarak entegrasyonunu gerçekleştirmektedir. Endüstri 4.0, internetin ve CPS olarak adlandırılan ve fiziksel ve sanal dünyayı bir araya getiren sistemler olarak kabul edilebilen benzeri görülmemiş bir bağlantı ile karakterize edilir. Daha doğrusu, “siber-fiziksel sistemler fiziksel süreçlerle hesaplamaların bütünleştirilmesidir (Yıldız, 2018: 549). Bu, üretim sürecinde kontrol, gözetim, şeffaflık ve verimliliğin tamamen yeni bir derecesini sağlamaktadır.

Siber-Fiziksel sistemler daha çok kontrol teorisinin geliştirilmesine ve çok çeşitli zamansal ve mekansal ölçekler arasında gelişen bileşenler arasında karmaşık etkileşimlere sahip sistemlerin çalışmasına odaklanmıştır (Stanescu vd., 2014: 245-246).

1.8.2. Nesnelerin ve Hizmetlerin İnterneti

Nesnelerin ve Hizmetlerin İnterneti kavramı, sensörler veya ev aletleri (yani, nesneler) ve fiziksel olarak tanımlanamayan hizmetler gibi fiziksel nesnelerin kesintisiz entegrasyon olasılığına bir işlevsellik sunan bir ağ arayüzü olarak dayanmaktadır (Leusse vd., 2009: 47).



Kaynak: Weinberg vd., 2015: 618.

Şekil 1.28. Web Tabanlı İnternet Ortamından Nesnelerin İnterneti Tabanlı Bir Ortama Geçiş

Nesnelerin İnterneti (IoT), cihazları (Şekil 1.28.), tüketicilerin İnternet'e Web üzerinden doğrudan erişebilmeleri için teknolojilerin ötesine geçmekte; fiziksel ve doğal dünyanın daha fazlasının bütünleşmesine ve internet üzerinden erişilebilir olmasına imkân sunmaktadır (Weinberg vd., 2015: 617-619). IoT, veri toplamayı geliştirerek, gerçek zamanlı yanıtları sağlayarak, cihazlara erişimi ve kontrolü geliştirerek, verimliliği ve üretkenliği artırarak ve teknolojileri bağlayarak kuruluşlara yarar sağlayabilir.

Endüstriyel İnternet olarak da adlandırılan Nesnelerin İnterneti (IoT), birbirleriyle etkileşime girebilen bir dizi makine ve cihaz ağı olarak öngörülen yeni bir teknoloji paradigmasıdır. (I. Lee ve K. Lee, 2015: 431). Benzersiz veri teknolojileri, kapsamlı veri teknolojileri, ağ adres nizamı, idrak edilen sistemler, iletişim sistemleri ve sisteme akıllılık niteliği veren araçlar, sahici ve sayısal dünyaların bulunduğu ve sürekli olarak simbiyotik etkileşime girdiği bir sistem oluşturmak için birleştirilir (Borgia, 2014: 1).

Üreticilerin, Endüstriyel Nesnelerin İnterneti (IIoT) veya Endüstri 4.0 ile iş modellerini düşünmeleri ve bir ürünün uzun vadeli bir gelir akışıyla nasıl bir hizmet haline gelebileceğini sorgulamaları gerekir. Endüstriyel Nesnelerin İnterneti (IIoT) hakkında çok fazla tartışmalar bulunmaktadır. Ancak, “nesneler” sistemin sadece bir parçasıdır. Asıl yenilik, hizmetlerin internetidir. Üreticiler iş modellerini düşünmeli ve bir ürünün uzun vadeli gelir akışıyla nasıl bir hizmet haline gelebileceğini sorulmalıdır. Ancak birçok üretici bunu bilir ve faaliyetlerini iyileştirme fırsatını değerlendirir. Örneğin, Tesla yükseltilebilir donanım ve yazılıma sahip araçlar sunmaktadır ve arabaları sensör için hazır ve yazılım yükseltmeleri internet üzerinden sunulan ekstra haberleşme sağlamaktadır. Müşteri, daha sonra Tesla'ya ekstra gelir getiren yükseltmeler için ödeme yapabilir. Hollanda'da bir catering şirketi hastanelere özel yemekler vermektedir. Her öğün, hastaneden hastanın ihtiyaçları ile ilgili alınan verilere dayanarak hastalar için otomatik bir tesiste hazırlanmaktadır (Wasmund, 2017). Müşteri memnuniyetinin sağlanması ve kar elde edilebilmesi için sürdürülebilir hizmet faktörü işletmeler için rekabet avantajı sağlamaktadır.

Nesnelerin İnterneti, operasyonel verilere her zaman erişime olanak sağlayan teknolojik bir potansiyeldir ve yakın zamanda gelişmekte olan pazarlara doğru ilerlemektedir (Thoben ve Lewandowski, 2015: 4). Küresel rekabet, şirketleri giderek artan pazar gereksinimlerini karşılamak için iş süreçlerini giderek daha fazla bireyselleştirmeye zorlamaktadır. İş süreçlerine genel bir bakış artık yeterli gelmemektedir. Her iş sürecini

yürütme, mevcut iş durumuna göre uyarlanmalıdır. Bunu verimli ve zamanında yapmak için, yüksek derecede bir otomasyon çok önemlidir (Krumeich vd., 2014: 38). Nesnelerin İnterneti çağının yönlendirdiği, gerçek dünyanın artan dijitalleşmesi, mevcut iş süreci durumları hakkında eşi görülmemiş bir görüş açısı sağlar.

Hizmetler İnterneti: Katılımcılardan, hizmetler için bir altyapıdan, iş modellerinden ve hizmetlerin kendisinden oluşur. Hizmetler, çeşitli tedarikçiler tarafından katma değerli hizmetler olarak sunulur ve birleştirilir; tüketicilere olduğu kadar kullanıcılara da iletilir ve onlar tarafından çeşitli kanallardan erişilir (Buxmann vd., 2009: 341). Gelecekteki Hizmet İnternetinin inşası büyük ölçüde şüphesiz bir dizi araştırma zorluğu ile karşılaşacak, ancak aynı zamanda birçok iş fırsatının kaynağında olacak bir takım yenilikler tarafından yönlendirilecektir (Soriano vd., 2013: 294). Teknolojik açıdan bakıldığında, yeni, sözde hizmet ekonomisinde hizmetleri desteklemek ve sunmak için İnternet ölçeğinde altyapıların geliştirilmesi bir takım zorlukları beraberinde getirmektedir. İş perspektifinden bakıldığında, değer in hizmetler yoluyla nasıl yaratıldığını yeniden düşünmemize de yol açacaktır.

1.8.3. RFID (Radio-Frequency Identification)

Radyo frekanslı tanımlama (RFID), nesnelerin otomatik olarak tanımlanması gereken uygulamalarda muazzam verimlilik avantajları sağlayan, gelişen bir teknolojidir. Radyo frekanslı tanımlama (RFID) sistemleri; ürünler, kişiler veya hayvanlar hakkındaki verilerin, daha genel bir ifadeyle, otomatik olarak alınması için kullanılmaktadır: Nesne, RFID etiketi adı verilen küçük bir devre ile donatılmıştır ve ortamda depolanan bilgiler bir okuyucu cihaz tarafından otomatik olarak alınabilir. Bu özellik, endüstriyel uygulamalarda malların izlenmesi için veya erişim sistemlerinde kullanılabilir (Feldhofer vd., 2004: 357). RFID sistemleri görüş hattı gerektirmez ve temassız çalışır. Veri ve enerji, radyo frekansı üzerinden iletilir.

Bir nesne olarak RFID etiketleri, tedarik zinciri boyunca kesintisiz ve sürekli iki yönlü iletişim hareketleri için olanak sağlar. Bu, etiketi taşıyan herhangi bir nesnenin, barkodlarda olduğu gibi, otomatik makineler tarafından insan müdahalesi veya manipölasyon olmadan ağa bağlanabileceği anlamına gelir (Schuster vd., 2007: 15). Operasyon çizelgeleme ve üretim kontrolünde, RFID, proses güvenliğini ve kilitlemeyi garanti etmek için kullanılabilir. Malzemeler veya malzeme kapları benzersiz bir kullanıcı ile donatılmışsa (barkod veya RFID yoluyla sağlanır), Üretim Yönetim Sistemi, bir sonraki

Üretim admına başlamadan önce önceki tüm işlem admlarnn başarılı bir şekilde yürütülmesini sağlar (Günther vd., 2008: 3-4). Ayrıca, retim siparişi verileri ve üretim parametreleri, ilk üretim admnda RFID etiketine yazılabilir ve ardından retim Yönetim Sistemi için hızlı veri bakm ve yedeklilik sağlayarak okunur, ardından da güncellenir.

Endüstri 4.0 yeni üretim paradigmlarn ele geçirmiştir ve aralarında Akıllı Fabrika konsepti kesinlikle en önemlisidir. Akıllı fabrika konsepti, retim Yürütme Sisteminin bir tarafındaki atölye katnn ve diğer taraftaki Kurumsal Kaynak Planlama seviyesinin entegrasyonuna dayanmaktadır. rn veri toplama için popüler zm RFID sistemidir. Endüstri 4.0, akıllı ürünlere dayalı üretimi temsil eden akıllı fabrika konseptini vurgulamıştır Akıllı rnler benzersizdir, bu nedenle tanımlanabilir olmaları, herhangi bir zamanda konumlandırılmaları ve müşteriye ulaşmak için kendi geçmişlerini, mevcut durumlarını ve alternatif rotalarını bilmeleri gerekir. Barkodlar gibi normal ürün izleme ve izleme teknolojisinden daha gelişmiş teknolojiye ihtiyaç duyarlar. Bu gereksinimleri sağlayabilen teknoloji, radyo frekanslı tanımlama (RFID) teknolojisidir. Bu teknoloji, verileri hafızasına depolamak için RFID etiketlerine ve etiketteki verileri okumak veya etikete veri yazmak için RFID antenlerine dayanmaktadır. RFID teknolojisi zaten iyi bilinen bir teknolojidir, bu nedenle retim Yürütme Sistemine uygulanabilir, böylece RFID etkin retim Yürütme Sistemi oluşturulabilir (Mladine vd., 2019: 384-385). Kurumsal Kaynak Planlama sistemiyle bağlantılı bu tür canlı üretim takibi üretim planlamasını önemli lde iyileştirebilir. RFID etkin retim Yürütme Sisteminin temel amacı, gerçek zamanlı üretim yürütme verilerine sahip olmaktır

RFID, nesnelerin ve insanların otomatik tanımlanması için bir teknolojidir. Bir RFID cihazı - sıklıkla RFID etiketi olarak adlandırılır - kablosuz veri iletimi için tasarlanmış küçük bir mikroiptir. Genelde, normal bir yapışkan çıkartmaya benzeyen bir pakette bir antene bağlanır. Hem popüler basın hem de akademik çevrelerde RFID, son birkaç yılda dikkat çekici bir konu haline gelmiştir. Bunun önemli bir nedeni, WalMart, Procter ve Gamble ve ABD Savunma Bakanlığı gibi büyük kuruluşların, tedarik zincirlerini otomatik olarak denetlemek için bir araç olarak RFID'yi dağıtma çabalarıdır. Düşen etiket maliyetleri ve güçlü RFID standardizasyonunun bir kombinasyonu sayesinde, RFID kullanımı dünyada hızla yayılmaya başlamıştır (Juels, 2006: 381).

1.8.4. Siber Güvenlik

Siber güvenlik kaynaklarına yatırım yaparken, bilgi güvenliği yöneticilerinin etkili karar alma stratejilerini izlemeleri gerekir. Siber güvenlik yatırımları metodolojilerinin amacı, bir kuruluşun mevcut bir bütçeye göre faydasını en üst düzeye çıkartan bir dizi siber güvenlik kontrolünün seçimine yol açmasıdır (Fielder vd., 2016: 13-14).

Siber güvenlik, interneti günlük yaşamlarında kullanan kişilerin güvence altına alınmasında ve korunmasında önemli rol oynamaktadır. Ancak son yıllarda bilgi, iletişim, eğlence, alışveriş, eğitim, e-sosyal faaliyetler, finansal, iş arama, anasayfa, dosya paylaşım hizmeti ve indirme gibi çok amaçlı olarak geliştirilmiştir. Bu internet kullanım amaçları, insanlar ve toplumları için hem avantajlar hem de dezavantajlar getirmektedir. İnternet kullanımının dezavantajlarına örnek; yasa dışı içerik, anlık dolandırıcılık, kimlik hırsızlığı, casusluk, sabotaj, siber terörizmdir. Bu nedenle siber güvenlik internet kullanım ortamında önemli bir rol oynamakta ve interneti kullanan kişilerin ve kurumların güvende olmalarını garanti etmektedir. Siber güvenliğin anlamı, farklı bağlamlarda karar verme eğilimindedir. Bazı durumlarda, ekonomik terimler veya sosyal ve kültürel terimlerle hatta politik ve askeri terimlerle ilgilidir. Yaygın olarak kullanıldığı gibi, “siber güvenlik 3 şeyi ifade eder (Maskun vd., 2013: 255-257):

- Bilgisayarları, bilgisayar ağlarını, ilgili donanımı ve cihazları, cihazların yazılımını, veriler de dahil olmak üzere içerdikleri ve iletişim kurduğu bilgileri ve ayrıca diğer gizlilik unsurlarını içeren - saldırı, bozulma vb.- tehditlerden korumayı amaçlayan bir dizi faaliyet ve diğer önlemler,
- Bu tür tehditlerden korunma durumu veya kalitesi,
- Araştırma ve analiz de dâhil olmak üzere, bu faaliyetlerin ve kalitenin uygulanması ve iyileştirilmesine yönelik geniş bir çaba alanıdır.

Siber Üretim Sistemi, fiziksel bileşenlerin bilgisayar da ve internet de dâhil olmak üzere çeşitli ağlar üzerinden hesaplama işlemleriyle sorunsuz bir şekilde bütünleştirildiği gelecekteki fabrikalar için bir vizyondur. Yeni ürün geliştirme ve üretim süreçleri, her yerde bulunan bağlantıdan yararlanır; bu da düşük maliyet, daha yüksek verimlilik ve daha yüksek sürdürülebilirlik sağlar (Wu ve Moon, 2019: 820). Aynı zamanda siber-fiziksel tehditler için saldırı yüzeyini genişlettiği için sıkı önlemlerin de alınması gereklidir.

Son zamanlarda ortaya çıkan virüslerin keşfi, siber güvenliğin şirketler tarafından nasıl uygulandığı ve sürdürüldüğü konusunda ciddi bilgi boşlukları olduğunu ortaya çıkarmıştır (Martellini, 2013: 43). Siber güvenlik, (bilgi) sistemlerinin siber saldırılar nedeniyle karşılaştığı tehditleri önlemek, hazırlamak, analiz etmek ve yanıt vermek için potansiyel hedeflerin gerçekleştirdiği genel koordineli önlemleri ve eylemleri içermektedir.

Siber güvenlik risklerinin bütünsel değerlendirmesi, donanım, yazılım, çevre ve insan faktörlerini içeren karmaşık, çok bileşenli ve çok seviyeli bir sorundur. Bütünsel, prediktif bir siber güvenlik riski değerlendirme modeli geliştirme çabalarının bir parçası olarak, kullanıcı davranışlarını, savunucuları ve saldırganların siber güvenlik riskini nasıl etkilediğini anlamak için insan davranışını içeren insan faktörlerinin tanımlanması gerekmektedir. Siber güvenlik risk değerlendirmesi, odak noktasında dar ve iş riski değerlendirme yaklaşımına dayandırılmıştır. Bununla birlikte, savunma ortamına bakıldığında, kullanıcıyı, bilgi teknolojisi analisti, savunucusu ve saldırganı dikkate alarak siber güvenlik riskinin daha bütünsel olması gerekir (Henshel vd., 2015: 1117-1118). Siber güvenlik risk değerlendirmesi, etkileri bilgisayarların ve ağı kendisinin sürekli göz önünde bulundurulmalı ve kontrol altında tutulmalıdır.

1.8.5. Sensör

Günlük hayatımızda, tüm faaliyetlerde otomasyona rastlamaktayız. Otomasyon, cep telefonlarını kullanarak ışıkları ve vantilatörleri açmayı, mobil uygulamaları kullanarak televizyonu kontrol etmeyi, oda sıcaklığını, duman dedektörlerini vb. açmayı içerir. Herhangi bir gömülü sistem bazlı ürün, içinde yerleşik sensörlere sahiptir. Mobil kontrollü kapalı devre televizyon, kamera, hava izleme ve tahmin uygulamaları vb. birçok uygulama bulunmaktadır. Sensörler, sağlık hizmeti izleme ve tespitinde çok hayati bir rol oynamaktadır (Vidya, T. Y.). Bu nedenle, uygulama kullanan bir sensör oluşturmadan önce, bir sensörün tam olarak ne yaptığını ve kaç çeşit sensör bulunduğunu anlamak gerekmektedir.

Sensörler, elektriksel veya optik sinyalleri algılamak ve bunlara yanıt vermek için sıklıkla kullanılan karmaşık cihazlardır. Bir sensör fiziksel parametreyi (örneğin: sıcaklık, kan basıncı, nem, hız vb.) elektriksel olarak ölçülebilen bir sinyale dönüştürür (engineersgarage, 2011). Sensörler sınırlı enerji ve iletim kabiliyetine sahip düşük maliyetli küçük cihazlardır (Buch ve Jinwala, 2010: 1). Sensörler, hedef ölçümlerine karşı

ve performanslarını etkileyebilecek diğer girdi miktarlarına karşı duyarsız olmalıdır (Kalantar-zadeh, 2013: 2). Evrensel bir kural olarak; sensörler güvenilir, doğru, kararlı ve genellikle düşük maliyetli algılama sağlamalıdır.

Farklı yazarlar ve uzmanlar tarafından yapılan sensörlerin çeşitli sınıflandırmaları vardır. Bazıları çok basit, bazıları ise çok karmaşıktır. Sensörlerin basit sınıflandırması, şu şekildedir (electronicshub, 2017):

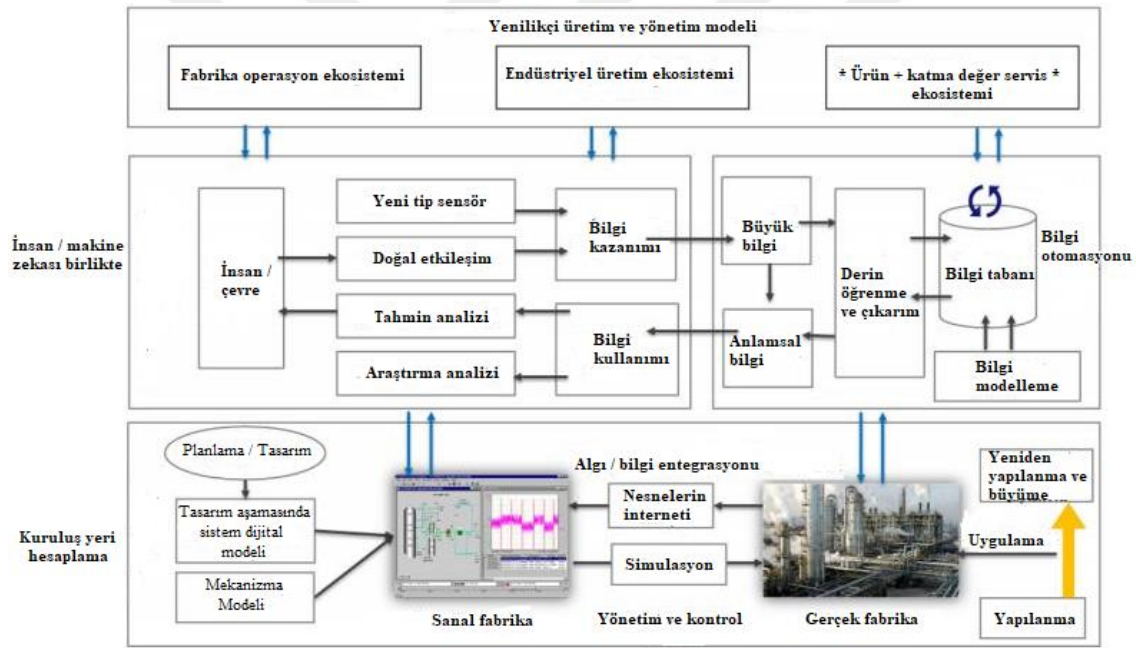
- Sensörlerin birinci sınıfında, aktif ve pasif olarak ayrılırlar. Aktif Sensörler, harici bir uyarma sinyali veya bir güç sinyali gerektirenlerdir. Pasif Sensörler ise harici güç sinyali gerektirmez ve doğrudan çıktı tepkisi oluşturur.
- Diğer sınıflandırma tipi, sensörde kullanılan algılama araçlarına dayanmaktadır. Tespit araçlarından bazıları elektrik, biyolojik, kimyasal, radyoaktifdir.
- Bir sonraki sınıflandırma, dönüşüm fenomenine, yani girdi ve çıktıya dayanmaktadır. Yaygın dönüşüm olaylarından bazıları fotoelektrik, termoelektrik, elektrokimyasal, elektromanyetik, termooptiktir.
- Sensörlerin son sınıflandırması analog ve dijital sensörlerdir. Analog sensörler, bir analog çıkışı, yani ölçülen miktara göre sürekli bir çıkış sinyali üretir. Dijital sensörler, analog sensörlerin aksine, ayrı veya dijital verilerle çalışır. Dönüştürme ve aktarma için kullanılan dijital sensörlerdeki veriler, doğada dijitaldir.

Nesnelerin İnterneti cihazlarının ve sensörlerinin, dijitalleşmenin ve büyük verilerin önümüzdeki 5-10 yılda tüm imalat endüstrisini nasıl değiştirebileceği 5 yıldan uzun bir süredir tartışılmaktadır. Gelecekteki akıllı fabrikaların, kalitatif ve kantitatif malzeme bilgilerinin ekonomik ve güvenilir sensörler ile üretilebildiği durumlarda büyük faydalar sağlayacağı aşikardır. Kendi kendine öğrenme algoritmaları çok kritik bir rol oynayacak ve bulut bağlantılı sensörler nesnelerin interneti bağlantısının gelecekte neler yapabileceğinin güzel bir örneğidir. Yeni uygun fiyatlı sensörleri ve bulut bilişim algoritmaları birleştirilerek, mevcut birçok üretim problemi çözülebilir. 2000'den fazla şirketin görüşüldüğü PwC şirketinin yapmış olduğu pazar araştırmasına dayanılarak, şirketlerin çoğunluğunun (%72) dijitalleşmede ileri bir seviyeye ulaşmak istediği belirlenmiştir (spectralengines, 2018). Dijitalleşme, gelecekteki fabrika konseptlerinin ana zorlayıcı faktörü olacaktır. Endüstri 4.0, tüm üretime dayalı endüstrilerin ortamını değiştirecektir.

Gerçek zamanlı malzeme bilgisi üretmek için akıllı sensörler ile doldurulması gereken bir boşluk olduğu açıktır.

1.8.6. Akıllı Fabrika

Akıllı Fabrika, karmaşıklığın her geçen gün arttığı dünyada dinamik ve hızla değişen sınır koşulları olan bir üretim tesisinde ortaya çıkan sorunları çözecek esnek ve uyarlanabilir üretim süreçleri sağlayan bir üretim çözümüdür. Bu özel çözüm bir yandan, gereksiz işgücü ve kaynak israfının azaltılmasıyla sonuçlanan üretim optimizasyonuna yol açması gereken bir yazılım, donanım ve / veya mekanik kombinasyonu olarak anlaşılan otomasyonla ilgili olabilir (Radziwon vd., 2014:1188). Öte yandan, zihniyetin dinamik bir örgütlenmeden oluştuğu farklı endüstriyel ve endüstriyel olmayan ortaklar arasındaki işbirliği perspektifinde sergilenmektedir.



Kaynak: Li, 2016: 139.

Şekil 1.29. Petrokimya Endüstrisinde Akıllı Bir Fabrikanın Teknoloji Beklentisi ve Planı.

Araştırmada, önümüzdeki 10 yıl içerisinde akıllı fabrikanın petrokimya fabrika endüstrisinde bir teknoloji beklentisi ve planı sunulmaktadır (Şekil 1.29.). Ayrıca, petrokimya fabrika endüstrisindeki akıllı fabrikanın teknoloji çerçevesini sağlar ve izleyen on yıl içinde öncelikli gelişme için kilit teknolojilere ve araştırma noktalarına yoğunlaşır (Li, 2016: 138).

Dijital ve otomatik fabrikaya dayanan akıllı fabrika, üretim kaynakları ve hizmet kalitesi yönetimini geliştirmek için bilgi teknolojisini (örneğin, bulut platformu ve endüstriyel nesnelerin interneti) kullanmaktadır. Akıllı fabrikayı inşa etmek için, üretim işletmeleri üretimi ve pazarlamayı geliştirmeli, üretim sürecinin kontrol edilebilirliğini arttırmalı ve atölyede manuel müdahaleyi azaltmalıdır (Chen vd., 2017b: 6506). Akıllı fabrika, üretim verilerinin analizi yoluyla, sistemi iş modeli ve tüketici alışveriş davranışlarındaki değişikliklere uyarlamayı amaçlayan esnek üretim, dinamik yeniden yapılandırma ve üretim optimizasyonu gerçekleştirebilir.

Akıllı fabrikaların geleneksel fabrikalara göre teknik özelliklerini karşılaştırmak amacıyla bazı temel farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıklar aşağıdaki şekilde (Tablo 1.10.) özetlenmiştir (Wang vd., 2016: 5-6):

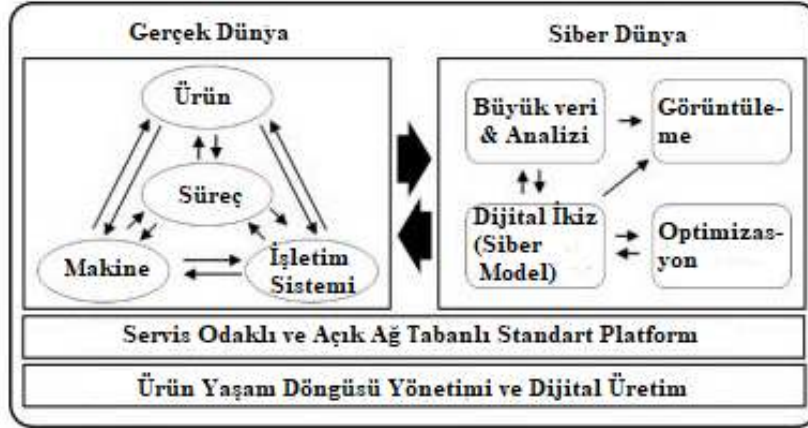
Tablo 1.10. Akıllı Fabrikaların Geleneksel Fabrikalara Göre Teknik Özelliklerinin Karşılaştırılması

Akıllı Fabrika	Geleneksel Fabrika
Çeşitli Kaynaklar. Birden çok küçük lot ürünü üretmek için, farklı türden kaynakların sistemde bir arada bulunabilmesi gerekir.	Sınırlı ve Önceden Belirlenmiş Kaynaklar. Özel bir ürün tipinde seri üretim için sabit bir hat oluşturmak için, ihtiyaç duyulan kaynaklar dikkatlice hesaplanır, uyarlanır ve kaynak yedekliliğini en aza indirecek şekilde yapılandırılır.
2. Dinamik Yönlendirme. Farklı ürün türleri arasında geçiş yaparken, ihtiyaç duyulan kaynaklar ve bu kaynakları bağlama yolu otomatik ve anlık olarak yapılandırılmalıdır.	Sabit Yönlendirme. Sistem kapatılmış kişiler tarafından manuel olarak yeniden yapılandırılmadıkça üretim hattı sabitlenir.
3. Kapsamlı Bağlantılar: Makineler, ürünler, bilgi sistemleri ve insanlar yüksek hızlı ağ altyapısı üzerinden birbirine bağlanır ve birbirleriyle etkileşime girer.	Üretim Yeri Kontrol Ağı. Saha otobüsleri, kontrol ünitesini bağımlı istasyonlara bağlamak için kullanılabilir. Ancak makineler arasında iletişim gerekli değildir.
Derin Yakınsaklık: Akıllı fabrika, endüstriyel kablosuz ağ ve bulutun, nesnelerin internetini ve hizmetlerini oluşturmak için tüm fiziksel eserleri ve bilgi sistemlerini bütünleştirdiği ağ ortamında çalışır.	Ayrılmış Katman. Saha cihazları üst bilgi sistemlerinden ayrılmıştır.
5. Öz Organizasyon. Kontrol, fonksiyonu birden fazla varlığa dağıtır. Bu akıllı varlıklar, sistem dinamikleri ile başa çıkmak için kendilerini örgütlemek için birbirleriyle müzakere eder.	Bağımsız kontrol: Her makine, atanmış işlevleri yerine getirmek için önceden programlanmıştır. Tek bir cihazın herhangi bir şekilde çalışması, tüm hattı bozacaktır.
6. Büyük veri. Akıllı eserler büyük veri üretebilir, yüksek bant genişliği ağı bunları aktarabilir ve bulut büyük verileri işleyebilir.	İzole Bilgi. Makine kendi işlem bilgilerini kaydedebilir. Ancak bu bilgi nadiren başkaları tarafından kullanılır.

Kaynak: Wang vd., 2016: 6.

Endüstri 4.0 veya Endüstriyel İnternetin benimsenmesi ve bunun sonucunda akıllı üretime geçiş, optimize edilmiş tedarik zincirleri ve akıllı fabrikalar sonuçta kazananlar ve kaybedenler olacaktır. Tipik olarak, ABD ve Batı Avrupa üye devletleri gibi gelişmiş

lkeler akıllı üretim ve akıllı fabrika girişimlerinden daha fazla yararlanacaktır. Bu, ağırlıklı olarak operasyonel maliyetlerdeki düşüş, verimlilik artışı ve verimlilik artışı yoluyla gerçekleşecektir. Benzer şekilde, bu üreticileri çevreleyen akıllı ekosistemlerin bir parçasını oluşturan şirketler, simbiyotik ilişkinin bir parçası olarak da fayda sağlayacaktır (Gilchrist, 2016: 222).



Kaynak: Wiktorsson vd., 2018: 473.

şekil 1.30. Temel Kavramlar ve CPS ile Birlikte 'Akıllı Fabrika' Yapısı

şekil 1.30'da, CPS'li bir akıllı fabrikanın temel kavramlarını ve yapısını gösterir. CPS, siber modele dayalı bir akıllı fabrikanın tasarlanması ve işletilmesi için temel teknolojilerden biri olarak kabul edilir. DT (Dijital İkiz), bir bilgiyi birleştirir ve mağaza katındaki değişiklikleri özerk olarak izleyen ve kontrol eden entegre bir sistem gerçekleştirir (Wiktorsson vd., 2018: 473). rnler, retim süreçleri ve kaynakları, işçiler, üretim hücreleri ve hatları ile iletişim teknolojileri arasında bağ kurar.

Akıllı fabrika, artan karmaşıklığa sahip bir dünyada dinamik ve hızla değişen sınır koşulları olan bir üretim tesisinde ortaya çıkan sorunları çözmesi beklenen esnek ve uyarlanabilir üretim süreçleri sağlayan bir üretim konseptidir. Akıllı fabrika konsepti, örneğin otomasyonu ve daha spesifik olarak, gereksiz işgücü ve kaynak israfının azaltılmasıyla sonuçlanan üretim optimizasyonuna yol aması gereken bir yazılım ve / veya mekanik kombinasyonunu içerir. Ayrıca, süreçteki farklı katılımcılar arasında işbirliğinin gerekliliğini de içerir, fabrikadaki, tedarik ağındaki ve müşteri gereksinimlerindeki değişen talep ve koşulları karşılamak için gerçek zamanlı olarak yanıt veren bir üretim çözümü ile sonuçlanan dinamik bir organizasyon oluşturur (Vestin vd., 2018: 460). Örneğin akıllı bir fabrika düşünün, sanal bir dünya yaratarak fiziksel süreçleri izlemek için siber-fiziksel

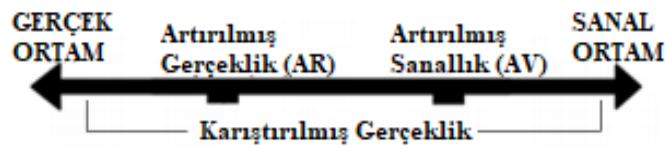
sistemler (CPS) gibi bazı ileri teknolojiler kullanılır, böylece üretim otomasyonu modüler hale getirilmiş ve yapılandırılmış birimlerle elde edilebilir (Lu vd., 2017: 179).

1.8.7. Artırılmış Gerçeklik

Artırılmış gerçeklik (AR), gerçek dünyanın onunla ilgili dijital bilgilerle bütünleşmesini ifade eder. Gerçek nesneler ve insanlar bir bilgi gölgesi yaratmış olup, akıllıca yakalanıp işlendiğinde tüketicilere olağanüstü değerler sunabilen bir veri havası yaratır. İş fırsatları açısından, AR uygulamaları, günümüzün her zaman bağlı olan tüketicilerinin çalışma ve alışveriş yapma şeklini değiştirmek için kullanılabilir. (Farshid vd., 2018: 459).

Artırılmış Gerçekliği (AR), sanal bilgisayar tarafından üretilen bilgiler eklenerek geliştirilmiş / artırılmış fiziksel gerçek dünya ortamının gerçek zamanlı doğrudan veya dolaylı bir görüntüsü olarak tanımlanmaktadır. AR, gerçek ve sanal nesneleri birleştirmenin yanı sıra etkileşimli ve 3D olarak kaydedilmiştir (Furht, 2011: 3). Artırılmış Gerçeklik, sanal bilgileri yalnızca yakın çevresine değil, aynı zamanda canlı video akışı gibi gerçek dünya ortamının dolaylı görüşüne de getirerek kullanıcının hayatını basitleştirmeyi amaçlamaktadır. AR, kullanıcının algı ve gerçek dünya ile etkileşimini geliştirir.

Artırılmış Gerçekliğin (AR) en hızlı büyüyen ve gelişen teknolojilerden biri olduğu çok açıktır. Fiziksel dünyaya zenginleştirilmiş bir görünüm sağlar, görsel olarak iletilen veya giyilebilir ve elde tutulan cihazları kullanarak ve diğer duyuları uyararak bağlamsal anlamda faydalı bilgiler içeren katmanlar ekler (Klimova vd., 2018: 5). Artırılmış gerçeklik (AR), kullanıcının gerçek dünyaya duysal algısını bağlamsal bir bilgi katmanı ile geliştiren bir 3D tekniğidir (Ibáñez ve Delgado-Kloos, 2018: 109). Artırılmış Gerçeklik (AR), kullanıcı algısını geliştirerek çevresindeki gerçekliği daha iyi anlamasına ve gerçek dünyayla etkileşime girmesine yardımcı olur (Iftene ve Trandabăt, 2018: 166). Sanal nesneler, kullanıcının doğrudan kendi duyularıyla algılayamadığı bilgisini görüntüler.



Kaynak: Krevelen ve Poelman, 2007 : 1.

Şekil 1.31. Gerçeklik-Sanallık Sürekliliği

Şekil 1.31’de, Milgram ve Kishino’nun gerçeklik-sanallık sürekliliği üzerine AR, karışık gerçekliğin genel alanının bir parçasıdır. Hem sanal ortamlar (ya da sanal gerçeklik) hem de gerçek nesnelerin sanal nesnelere eklendiği artırılmış sanallık, çevresindeki ortamı sanal bir ortamla değiştirir. Aksine, AR gerçek dünyada gerçekleşir. Bir AR sistemi (Krevelen ve Poelman, 2007: 2):

- Gerçek ve sanal nesneleri gerçek bir ortamda birleştirir;
- Gerçek ve sanal nesneleri tek tek kaydeder (hizalar);
- Etkileşimli, üç boyutlu ve gerçek zamanlı olarak çalışır.

Artırılmış gerçeklik (AR) teknolojisi, bilgisayarın ürettiği nesneleri gerçek kelimeyle bütünleştirir. AR, dijital öğrenme materyallerini fiziksel alana birleştirerek yenilikçi bir öğrenme alanı sunar (Chien vd., 2010: 17). Küresel teknoloji patlaması, yazılım iyileştirmeleri ve giyilebilirliklerin üstünlüğü nedeniyle, işletmeler arasında Artırılmış Gerçekliğin özelliklerine ilgi duymayı öngörmektedir. Önümüzdeki birkaç yıl içinde, kullanıcılar gerçekten giymeden kıyafetleri deneyebilecek veya mobilyaların iç mekânlara uygun olup olmadığını kontrol edebileceklerdir. Android veya iPhone artırılmış gerçeklik uygulaması bu alanda öncü yeniliklerdir (theappsolutions, T.Y.). Dahası, gelecekteki teknoloji evrimi ile diğer insan sensörleri koklama, dokunma ve hissetme gibi görünecektir. Yenilikler, aralarında bankacılık, gayrimenkul, sağlık ve hatta üretim olmak üzere çok sayıda pazar ve alana yeni fırsatlar sunmaktadır

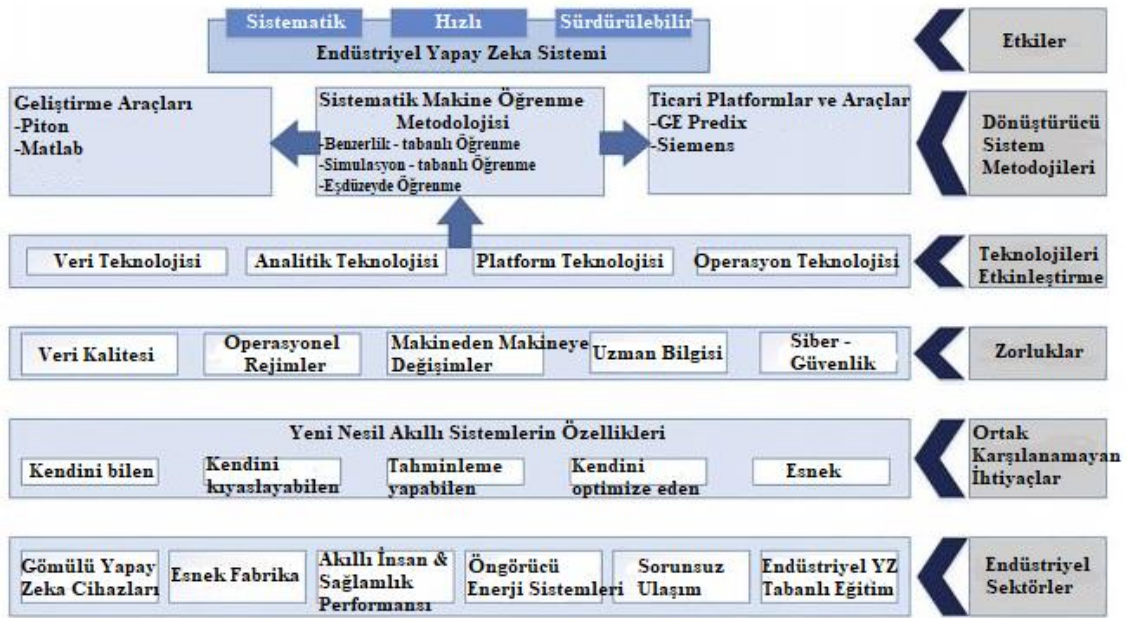
1.8.8. Yapay Zeka

Yapay zekâ, bir makineye beslendiğinde makineyi insanların zekasını sergileyen bilgisayar programları geliştirme bilimi ve mühendisliği gibidir (Agwu vd., 2018: 301). Yapay zekâ, akıllı makineler yaratmayı amaçlayan bir bilgisayar bilimi dalıdır. Teknoloji endüstrisinin önemli bir parçası haline gelen yapay zekâ ile ilgili araştırmalar oldukça teknik ve uzmanlık gerektirir. Yapay zekânın temel problemleri, bilgisayar gibi bazı özelliklerin programlanması ile ilgilidir (Techopedia, T.Y.):

- Bilgi
- Akıl Yürütme
- Problem çözme

- Algı
- Öğrenme
- Planlama
- Nesneleri manipüle etme ve taşıma yeteneği

Yapay zekanın amacı, akıllıymış gibi davranan makineler geliştirmektir. Dijital bilgisayarların veya bilgisayar kontrollü robotların, normalde insanların daha yüksek entelektüel işleme yetenekleriyle ilişkili sorunları çözme yeteneğidir. Yapay Zekâ, bilgisayarların şu anda insanların daha iyi olduğu şeyleri yapmalarını sağlayan bir çalışmadır (Ertel, 2011: 2-3).



Kaynak: Lee vd., 2018: 21.

Şekil 1.32. Endüstriyel Yapay Zekâ Ekosistemi

Şekil 1.32’de endüstri için dönüştürücü yapay zeka sistemleri geliştirmek için ihtiyaçlar, zorluklar, teknolojiler ve metodolojiler için sıralı bir düşünme stratejisi tanımlayan, önerilen Endüstriyel Yapay Zekâ ekosistemini göstermektedir. Uygulayıcılar bu şemayı Endüstriyel Yapay Zekâ geliştirme ve dağıtım için bir strateji geliştirmek için sistemisraf bir rehber olarak takip edebilirler. Hedeflenen endüstride, bu ekosistem; kendini tanıma, kendini karşılaştırma, kendini tahmin etme, kendini optimize etme ve esneklik gibi genel karşılanmamış ihtiyaçları tanımlar. (Lee vd., 2018: 21). Bu çizelgede Veri Teknolojisi, Analitik Teknoloji, Platform Teknolojisi ve Operasyon Teknolojisi olmak üzere

dört ana etkinleştirme teknolojisi bulunmaktadır. Bu dört teknoloji, önerilen Siber Fiziksel Sistemler bağlamında konulduğunda daha iyi anlaşılabilir.

1.8.9. 3 Boyutlu 3D Yazıcılar:

Üç boyutlu baskı (3D baskı) oldukça gelişmiş mühendislik alanıdır. İlk deneyler 80'lerin sonunda başlamıştır, ancak 90'lardan itibaren gerçek 3D baskı hakkında konuşmaya başlanmıştır. Gerçek hayatta Bilgisayar Destekli Tasarım sistemlerinin yükselmesiyle birlikte 3D yazıcılar da geliştirilmektedir. 3D baskı, nihai şekle ulaşılan kadar katmanlar ekleyerek ürünlerin yapıldığı, parça yapımında kullanılan ilave bir tekniktir. 3D baskının avantajları, düşük prototip maliyeti ve karmaşık parça şekillerinin daha hızlı üretilmesidir (Stopka vd., 2017: 845). İş akışı olarak da adlandırılan 3D yazdırma işlemi, üç boyutlu bir model alıp yazdırmaya hazır hale getirmeyi içerir. Bu, modeli yazıcının nesneyi yapmak için kullanabileceği talimatlara bölmek için özel bir model ve yazılım formuyla başlayan çok adımlı bir işlemdir (Bell, 2015: 2). 3D baskıyı anlamak için en temel kavram nesnelerin inşa edildiği işlemdir (Bell, 2014: 4).

Tasarımın prototipleme ve üretim aşamaları, hem teknik hem de teknik olmayan arkaplanlardan yenilikçilere daha yakın hale getirilmiştir. 3D baskı, tasarım ve malzeme özgürlüğü, geliştirme hızı ve imalatla azalan sermaye yatırımı sunar. Bu önemli avantajların ödülleri, kullanıcıya özel ve ileri malzeme konstrüksiyonları ve iskeleler üretme kabiliyeti nedeniyle, tıp ve tıbbi cihazlarda yardımcı teknolojiyle birlikte gözlenmiştir (Keaveney vd., 2018: 1). 3D baskı endüstrisindeki güncel gelişmeler, insanların üretim sürecini değerlendirme biçiminde devrim yarattı. 3D baskı, malzeme, tasarım, prototip oluşturma ve üretim caddeleri dahil olmak üzere ürün tasarım döngüsünün kritik yönlerine açık erişim sağlar.

1.8.10. Büyük Veri

Büyük Veri, büyük ve karmaşık veri içeren büyük veri kümeleri topluluğudur. Büyük Veri, zettabayt cinsinden ölçülen ve çeşitli kaynaklardan türetilen büyük miktarda veri kümesine sahiptir. Büyük Veri, geleneksel veritabanı sistemlerinin işleme kapasitesini aşan verileri ifade eder (Al-Badi vd., 2018: 271-272). Veriler çok büyük, çok hızlı hareket ediyor veya veritabanı mimarilerinin sağlamlığına uymuyor olabilir. Bu verilerden değer elde edebilmek için, işlem için alternatif olarak seçilen yol çok önemlidir (Feinleib, 2014: 1).

Büyük veri, son yıllarda popüleritesi artan bir terimdir. Büyük veri, bilinçli bir karar veya değerlendirme yapmak için analiz edilen büyük miktarda ya organize ya da örgütsüz veri açıklamasıdır. Veriler; tarama geçmişi, konum belirleme, sosyal medya, satın alma geçmişi ve tıbbi kayıtlar gibi çok çeşitli kaynaklardan alınabilir (Rafferty vd., 2016: 2). Büyük veri, geleneksel basit veri tabanı sistemlerinin işlem gücünü etkileyecek karmaşık verilerden oluşur.

Genel olarak, Büyük Veri terimini, boyut olarak devasa olan ve zamanla katlanarak artan veri toplamalarını tanımlamak için kullanılır. Kısacası, böyle bir veri o kadar geniş ve karmaşıktır ki, alışılmış veri yönetimi araçlarının hiçbirisi bu veriyi saklayamaz ya da verimli bir şekilde işleyemez. Büyük Veri'ler üçe ayrılmaktadır (Amellal vd., 2019: 23):

Yapısal veri: Sabit formatta depolanabilen, erişilebilen ve işlenebilen verileri ifade eder. Bu ilişkisel veritabanlarında ve veri tablolarında bulunan verileri içerir. Yapılandırılmış veriler ilk olarak, ne tür verilerin kaydedileceğini ve bu verilerin nasıl kaydedileceğini açıklamak için bir veri modeli oluşturulmasına bağlıdır. Yapılandırılmış veri, depolama, hafıza ve işlemenin yüksek maliyet ve performans sınırlamaları nedeniyle; bir kerede kolayca girilebilmesi, saklanabilmesi, sorgulanabilmesi ve analiz edilebilmesi avantajına sahiptir.

Yapılandırılmamış veri: İsimsiz form ve yapılandırılmamış veriler içeren verileri ifade eder. Büyük boyutun yanı sıra, yapılandırılmamış veriler, değer elde etmek için işlem yapması için çeşitli zorluklar doğurur. Yapılandırılmamış verilerin tipik bir örneği, basit metin dosyalarının bir kombinasyonunu içeren heterojen bir veri kaynağıdır, yapılandırılmış ve yapılandırılmamış verileri içerebilir.

Yarı yapılandırılmış veri: Anlamsal etiketler içeren ancak tipik ilişkisel veritabanlarıyla ilişkilendirilen yapıya uymayan bir veri türüdür. Yarı yapılandırılmış varlıklar aynı sınıfa ait olmasına rağmen; e-posta, XML ve diğer biçimlendirme dillerini içeren özelliklerin aksine bunlar aynı sınıfa ait olabilir.

Büyük veri teknolojisi, şüphesiz internet bilimi ve teknolojisi alanında önemli bir gelişme alanıdır. Tüm dünyada yaygın olarak değerlendirilmiş, geliştirilmiştir ve birçok üretim ve yaşam alanında uygulanmıştır. Akıllı üretimin gelişmesiyle birlikte, büyük veri teknolojisi akıllı imalat sanayinde de giderek daha önemli bir rol oynayacaktır. Literatürdeki örneklerle bakılacak olursa (Ye vd., 2019: 661-662):

1) Büyük verilerle olaya dayalı olarak çelik işleminin zamanını ve kalitesini tahmin edildiğini,

2) Geçerli tahminler üretmek için zaman içindeki üretim verilerini yakalamak için radyo frekanslı tanımlama (RFID) teknolojisini kullanan Nesnelerin İnterneti üretim atölyesinde büyük bir veri analiz yöntemi tanıtıldığını,

3) Çok sayıda RFID etkin atölye lojistik verilerinden sık sık yörüngeleri bulmak için büyük bir veri yaklaşımı önerildiğini saptanmaktadır.

Çoğu veri bilimcisi ve uzmanı Büyük Veri'yi aşağıdaki beş ana özellikleriyle tanımlamaktadır (Oussous vd., 2018: 433):

- **Ses (Veri hacmi):** Milyonlarca cihaz ve uygulamadan sürekli olarak büyük miktarlarda dijital veri oluşturulur (BİT'ler, akıllı telefonlar, ürünlerin kodları, sosyal ağlar, sensörler, kayıtlar vb.).
- **Hız (Hız):** Veriler hızlı bir şekilde oluşturulur. Faydalı bilgileri ve ilgili bilgileri elde etmek için hızla işlenmelidir.
- **Çeşitlilik (Çeşitlilik):** Büyük Veri, çeşitli kaynaklardan ve çoklu formatlarda (örneğin videolar, belgeler, yorumlar, kayıtlar) dağıtılır.
- **Değer:** Doğru kararı destekleyen büyük veri işlemeden üretilir. Kuruluşların büyük veri analitiklerinden değer elde etmek için hassaslaştıran işlemesi gerekir. Örneğin, büyük veri analitiklerinden elde edilen değer, bir bebeğin her kalp atış hızını kaydederek, inceleyerek veya analiz ederek koşulları ortaya koymaya ve yeni doğan bir bebeğin hayatını kurtarmaya yardımcı olabilir (Anshari, 2019: 95-96).
- **Doğruluk:** Web günlük dosyalarının, sosyal ortamın, kurumsal içeriğin, işlemin, veri uygulamasının veri kaynağına ilgiyle verilerin gerçekliğini ifade eder. Tarih, güvenilirliğini ve güvenilirliğini sağlamak için geçerli bir bilgi gücüne ihtiyaç duyar (Anshari, 2019: 96).

Büyük verilerin kullanımının değer yaratabileceği beş yol sunulmuştur (Dunlop, 2013: 7):

1. Büyük veriler, bilgiyi şeffaf ve çok daha yüksek frekansta kullanılabilir hale getirerek önemli değerlerin kilidini açabilir.

2. Kuruluşlar, işlemsel verileri dijital biçimde oluşturup depoladıkça, ürün stoklarından hasta günlerine kadar her şey hakkında daha doğru ve ayrıntılı performans bilgileri toplayabilir ve bu nedenle performansı artırabilir.

3. Büyük veri, müşterilerin ve dolayısıyla çok daha özel olarak tasarlanmış ürün veya hizmetlerin daha dar bölümlere ayrılmasını sağlar.

4. Gelişmiş analizler karar vermeyi önemli ölçüde iyileştirebilir.

5. Yeni nesil ürün ve hizmetlerin gelişimini geliştirmek için büyük veriler kullanılabilir.

Günümüzde Büyük Veri kullanımı, şirketler tarafından emsallerinden daha iyi performans göstermeleri için yaygınlaşmaktadır. Çoğu sektörde, mevcut rakipler ve sektöre yeni giren kişiler, analiz edilen verilerden kaynaklanan stratejileri; rekabet etmek, yenilik yapmak ve değeri yakalamak için kullanmaktadır. Perakendeciler, stoklarını sosyal medya verilerinden, Web arama eğilimlerinden ve hava tahminlerinden oluşturulan tahmin modellerine göre kolayca optimize edebilir Büyük Veri, kuruluşların, yeni büyüme fırsatları yaratmalarına ve endüstri verilerini birleştirip analiz edebilen tamamen yeni şirket kategorileri oluşturmalarına yardımcı olur Anurag, 2017). Bu şirketler; ürün ve hizmetler, alıcılar ve tedarikçiler, ele geçirilebilecek ve analiz edilebilecek tüketici tercihleri hakkında geniş bir bilgiye sahiptir. Aynı zamanda iş süreçlerini anlar ve optimize ederler.

1.8.11. Robotlar

Robot, çevresini algılayan, karar vermek için hesaplamalar yapabilen ve gerçek dünyada eylemler gerçekleştirebilen özerk bir makinedir (Guizzo, T.Y.) Makine harici veya (genellikle) bir dahili bilgisayar üzerinden kontrol edilir ve genellikle bir veya birkaç programlanmış işi gerçekleştirmek için sesli, görsel ve / veya dokunsal sensörler ile diğer cihaz ve araçlarla donatılmıştır (businessdictionary, T.Ya.).

Endüstriyel robotlar kinemisraf serbestlik dereceleri ve yönetilebilir aletlerin, sensörlerin ve diğer çevre cihazlarının çok yönlülüğüne bağlı olarak büyük bir esnekliğe sahiptir. Örneğin, yeni veya değiştirilmiş bir ürünün tanıtımında tüm robot sistemini programlamak ve yapılandırmak için gereken çaba yüksektir ve kullanılan esnekliği sınırlamaktadır (Michniewicz ve Reinhart, 2014: 566-567). Bu nedenle, endüstriyel

ortamdaki robotlar çoğunlukla az değişkenlik ve uyarlanabilirlik ile tekrarlayan, önceden tanımlanmış işler için kullanılır.

Robotlar modern imalat endüstrisinde önemli bir rol oynamaktadır. Endüstri 4.0'ın önemli bir yüzü; güvenlik, esneklik, çok yönlülük ve işbirliğine odaklanarak görevleri akıllıca tamamlayabilen robotların desteklediği özerk üretim yöntemleridir. Endüstriyel devrimi kolaylaştırmak için en son teknolojik yeniliklerle daha fazla endüstriyel robot gelişmektedir. Akıllı robotlar, insanları yalnızca kapalı alanlarda basitçe yapılandırılmış iş akışlarında değiştirmez. Endüstri 4.0'da robotlar ve insanlar el ele çalışacaklar, tabiri caizse, görevleri birbirine bağlamak olan ve akıllı sensör insan-makine arayüzlerini kullanacaklardır. Robotların kullanımı çeşitli işlevleri içerecek şekilde genişlemektedir: üretim, lojistik ve ofis yönetimi (belgeleri dağıtmak için) ve uzaktan kontrol edilebilirlik alanlarıdır. Bir problem meydana geldiğinde, çalışan, cep telefonundan bir web kamerası ile bağlantılı olan bir mesaj alacaktır (Bahrin vd., 2016: 139). Böylece problemler görülebilir ve ertesi gün geri dönülene kadar işlemin devam etmesi için talimatlar verilecektir. Bu bağlamda fabrika 7 / 24 anlık çalışıyor olacaktır.

1.8.12. Simülasyon

Simülasyon, bir modelde dinamik süreçleriyle gerçek bir sistemin yeniden üretimidir. Amaç gerçeklik için aktarılabilir bulgulara ulaşmaktır. Daha geniş bir anlamda, simülasyon, bir simülasyon modeliyle belirli deneyleri hazırlamak, uygulamak ve değerlendirmek anlamına gelir (Bangsow, 2010: 2). Simülasyon, analitik olarak etkilenmeyen karmaşık stokastik sistemlerin performansını tahmin etmek ve değerlendirmek için kurulmuş bir araçtır. Simülasyon optimizasyonundaki son araştırmalar ve bilgisayar gücündeki patlayıcı büyüme, sistemlerin tasarımını ve işlemlerini doğrudan optimize etmek için simülasyonları kullanmayı mümkün kılmıştır. Aynı zamanda, her yerde bulunan algılama, yaygın bilgisayar kullanımı ve benzeri görülmemiş sistemler arasında bir bağlantı, yeni bir sanayileşme çağında (Endüstriyel 4.0 / Endüstriyel İnternet olarak adlandırılmıştır) kullanılmaktadır (Xu vd., 2016: 310).

Tablo 1.11'de 1960'lı yıllardan beri gelişen simülasyon paradigmasının ana yönlerini göstermektedir. Endüstri 4.0 paradigması, üretim ve diğer sistemlerin sanal fabrika konsepti üzerinden modellenmesini ve işlem kontrolünde operasyonel sistemlere özerk ayarlamayı da içeren, gelişmiş yapay zekanın (bilişsel) kullanılmasını gerektirir. Yeni simülasyon

modelleme paradigması, aşağıdaki tabloda (Tablo 1.11.) incelenen “Dijital İkiz” kavramı ile en iyi şekilde tahmin edilmektedir. Dijital ikiz kavramı, simülasyon modellemesinin, ürünlerin ilk kez sanal bir ortamda tam olarak geliştirildiği ve test edildiği ürün yaşam döngüsünün tüm aşamalarına yayılmasını ve sonraki aşamalar, önceki ürün yaşam döngüsü aşamaları tarafından üretilen ve toplanan bilgileri kullanır (Rodič, 2017: 196). Gerçek hayat verilerinin tasarımıdaki simülasyon modelleri ile birleştirilmesi, gerçekçi verilere dayalı doğru verimlilik ve bakım tahminleri sağlar.

Tablo 1.11. Simülasyon Modelleme Paradigmasının Evrimi

Bireysel başvuru: Simülasyon, uzmanlar tarafından örneğin mekanik gibi çok özel konularla sınırlıdır. 1960+	Simülasyon araçları: Simülasyon, özel tasarım ve mühendislik sorularını cevaplamak için standart bir araçtır, örneğin; akışkan dinamiği. 1985+	Simülasyon Tabanlı Sistem Tasarımı: Simülasyon, gelişmiş uygulama yelpazesi, örneğin model tabanlı sistem mühendisliği ile çok seviyeli ve çok disiplinli sistemlere sistemik bir yaklaşım sağlar. 2000+	Dijital İkiz Kavramı: Simülasyon, tüm yaşam döngüsü boyunca, örneğin; operasyon verilerine doğrudan bağlantı ile operasyon ve servis desteği. 2015

Kaynak: Rodič, 2017: 196.

Endüstri 4.0 teknolojileri, farklı yapılandırmaların gerçek uygulamalarından önce denenip test edilebileceği simülasyon senaryolarının dağıtımını kolaylaştıracak, böylece daha karmaşık sistemlerin yerleştirilmesine olanak sağlayacaktır. Değişikliklerin süreç davranışını nasıl etkileyebileceğinin simülasyonu, bu kaynakların veya hizmetlerin son kullanıcılar için nihai katma değeri nasıl etkileyeceği öngörüsünde büyük bir avantajdır (Dopico, 2016: 411). Simülasyonlar; fiziksel dünyayı, makineleri, ürünleri ve insanları içerebilecek sanal bir modelde yansıtmak için gerçek zamanlı verilerden yararlanacaktır. Bu, operatörlerin fiziksel değişmeden önce sanal dünyada, sıradaki bir sonraki ürün için makine ayarlarını test etmelerini ve optimize etmelerini, böylece makine kurulum zamanlarını azaltma ve kaliteyi artırmalarını sağlayacaktır (Bahrin, vd., 2016: 139).

1.8.13. Yatay ve Dikey Sistem Entegrasyon

Operasyonel açıdan bakıldığında yatay olarak entegre bir şirket, faaliyetlerini temel yetkinliklerine odaklar ve uçtan uca bir değer zinciri oluşturmak için ortaklıklar kurar. Dikey olarak bütünleşmiş bir şirket ise, ürün geliştirmeden üretime, pazarlamaya, satışa ve dağıtımına kadar değer zincirinin mümkün olduğunca içerde kalmasını sağlar. Endüstri 4.0'daki dikey entegrasyon, organizasyon içindeki tüm mantıksal katmanları saha

katmanından (yani üretim katından) Ar-Ge, kalite güvence, ürün yönetimi, BİT, satış ve pazarlamaya kadar birbirleriyle bağlantı kurmayı hedefler. Veriler, serbest ve şeffaf bir şekilde bu katmanlarda yukarı ve aşağı akar, böylece stratejik ve taktik kararlar verilere dayalı olabilir. Dikey olarak entegre olan Endüstri 4.0 işletmesi, değişen pazar sinyallerine ve yeni fırsatlara uygun şekilde ve çeviklikle cevap verebilmek için önemli bir rekabet avantajı kazanmaktadır. Yatay entegrasyon söz konusu olduğunda, Endüstri 4.0, benzeri görülmemiş düzeyde otomasyon, esneklik ve operasyonel verimliliği üretim süreçlerine dahil eden bağlı siber-fiziksel ve kurumsal sistem ağlarını öngörmektedir (Schuldenfrei, 2019).



Kaynak: Gehrke vd., 2015: 7.

Şekil 1.33. Endüstri 4.0 Kapsamında Dikey ve Yatay Entegrasyon

Siber fiziksel sistemlerin tanıtılmasıyla birlikte, fabrikanın her bölümü ağdaki özelliklere sahip bir nesne olarak temsil edilecektir. Makineler birbirleriyle haberleşecek ve merkezi olmayan kontrol sistemleri üretim sırasını optimize edebilecektir. Üretim süreci, her bir ürünün üretim sırası boyunca yolunu bildiği küçük standart ve birleştirilebilir adımlardan oluşacaktır. Aynı üretim hattında farklı ürünler olabilir ve üretim sürecinde değişiklik yapılması durumunda makine ve işçilerin esnek olmaları gerekir. Çalışma ortamı, kalifiye işçinin üretim sürecini kontrol edeceği kontrol veya izleme merkezlerine kayacaktır. Bazı çalışanlar çoğu gün evden mobil cihazlarla çalışabilir, çünkü ağ bağlantılı sistemler şifreli hatlardan yetkili bir mobil cihaza geçebilir. Bu değişim sayesinde, ürün geliştiricilerin ve üretim işçilerinin çalışmaları birbirine yaklaşacak ve potansiyel olarak birleşecektir. Şekil 1.33’de bu gelişmeyi bir Endüstri 4.0 fabrikasında göstermektedir ve dikey ve yatay

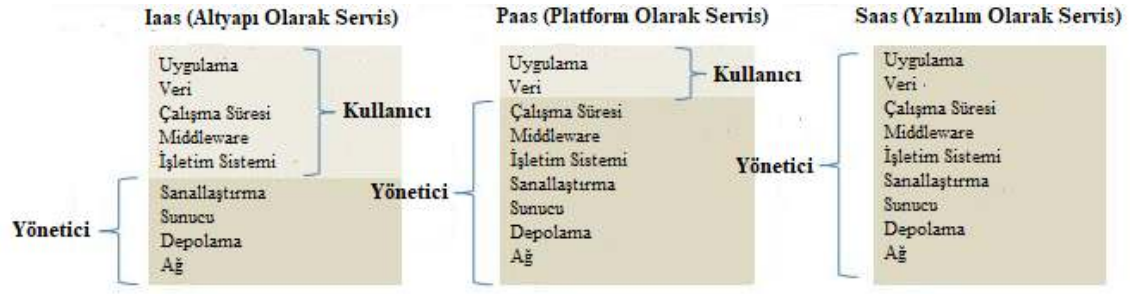
entegrasyon prensiplerini tanıtmaktadır (Gehrke vd., 2015: 7). Planlama ve kalkınmanın üretimle birleştirmesine dikey entegrasyon denir. Ağ bağlantılı üretim ile departmanlar ve şirketler arasındaki ara bağlantı, veri ve bilgi alışverişi artacak ve böylece yatay entegrasyon adı verilen entegrasyonu ve iletişimi daha önemli hale getirecektir.

Yatay ve dikey entegrasyon sayesinde iş dünyası üretim süreçlerindeki değişikliklere ve sorunlara hızla karşılık verebilmekte, müşteriye özel ve kişiselleştirilmiş üretim kolaylaşmakta, kaynak verimliliği artmakta, küresel tedarik zincirinde optimizasyon elde edilmektedir (Şahin, T. Y.).

1.8.14. Bulut Bilişim Sistemi

Bulut bilişim, talep üzerine veya kullanım başına ödeme yöntemiyle bulut kullanıcıları için paylaşılan bir bilgi işlem kaynakları havuzuna erişim sağlayan bir arketiptir. Bulut bilişim, kullanıcılara ve kuruluşlara, sermaye harcaması ve işletme harcamasında tasarruf açısından çeşitli faydalar sunar. Bu gibi faydaların varlığına rağmen, bulut bilişimin kullanımı konusunda kısıtlamalar getiren bazı engeller var. Güvenlik her zaman göz önüne alınan önemli bir konudur. Bu hayati özelliğin olmayışı, bilgisayar örneğinin olumsuz etkisine neden olarak kişisel, etik ve finansal zararlarla sonuçlanır (Subramanian ve Jeyaraj, 2018: 28). Bulut bilişim, kurumsal Bilgi Teknolojileri ve bilgisayar, arama, e-posta, sosyal medya, mesajlaşma ve depolama da dahil olmak üzere kamuoyu tarafından kullanılan birçok yazılım hizmetinin omurgasını oluşturan temel paradigma olarak kabul edilir (Lynn, 2018: 4). İşletmeler, ölçeklendirilebilirlik, hızlı dağıtım ve paralelleştirme ile sağlanan BİT verimliliği ve iş çevikliği konusundaki iki ana eğilimin yakınsaması tarafından etkilenmiştir.

Bulut bilişim, önemli bir bilgi işlem paradigması olarak ortaya çıkmış ve internet üzerinden paylaşılabılır bir konfigürasyonlu bilgi işlem kaynakları havuzuna isteğe bağlı olarak kolayca erişilebilmesini sağlamıştır. Bu değer dizisinde, yazılım (uygulamalar, veritabanları veya diğer veriler), altyapı ve bilgi işlem platformları, veri depolama, yönetim ve işleme hizmetleri için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bilgi işlem maliyetleri, esnekliğin yanı sıra yer ve zaman karmaşıklığı gibi bir dizi avantaj sağlarlar. Bununla birlikte, bulut bilişim tekliflerinin sunduğu sayısız sözlerden yararlanmak için, mimari çözümler, performans optimizasyonu, kaynak sanallaştırma, güvenilirlik ve güvenlik sağlama, gizliliği sağlama vb. gibi birçok sorunun çözülmesi gerekir (Kobusińska vd., 2018: 416).



Kaynak: Kavzoğlu ve Şahin, 2012: 3.

Şekil 1.34. Bulut Bilişim Servisleri ve Sundukları Hizmetler

Uygulayıcıların gerçekleştirebildikleri yapılar ve yöneticilerin prosedür ağırlıklarını kapsayan Şekil 1.34’de gösterilmektedir (Kavzoğlu ve Şahin, 2012: 3). Bulut hizmetleri uygulayıcılarına verdikleri nokta atışları tüm prototipler açısından değişiklik göstergesidir.

Bulut bilişimin popülaritesinin artmasıyla birlikte, bulutları oluşturmak, erişmek, yönetmek ve korumak için araçlar ve teknolojiler ortaya çıkmaktadır. Bu araçların, bir bulut içindeki çok sayıda işlemi saydam ve hizmet kesintisi olmadan yönetmesi gerekir (Jin vd., 2010: 4). Bulut bilişim, düşük maliyetler, daha hızlı uygulama ve teknolojilerin karışımlarını kullanarak daha fazla esneklik vaat etmekte ve bununla ilgili araçlar da kritik önem kazanmaya başlamaktadır.

Maliyet ve ölçeklenebilir kapasitenin azaltılmasının yanı sıra, bilim veri sistemleri, bulut bilişim ile diğer hizmetlerden faydalanabilir. Bu, laboratuvarlar, kurumlar ve disiplinlerdeki araştırmacıların ortak projeler üzerinde birlikte çalışmasını mümkün kılarak bilimsel araştırmanın işbirliğini teşvik eder. Araştırmacılar, multidisipliner deneyler için bilim ürünleri üretmek üzere entegre edilebilecek verilere erişime ihtiyaç duymaktadırlar. Bu, özellikle araştırmanın ilerlemesinde paylaşılabılır olması gereken büyük veri setlerinin toplanmasına hesaplamalı yaklaşımlar uygulanmasında yatar; keşif gücünün var olduğu veri, yoğun bilimde de oldukça önemlidir (Crichton, 2013: 28). Bulut, kullanıcıların hem bilim verilerini hem de hizmetleri bilgi, uzmanlık olmadan ya da onları destekleyen teknoloji altyapısı üzerinde kontrol etmeden paylaşımlarını sağlayan sanal bir ortam sağlar.

Bulut bilişim uygulamaları için temel avantaj ve dezavantajlar aşağıdaki tabloda özet halinde verilmiştir (Apostu vd., 2013: 119-121):

Tablo 1.12. Bulut Bilişim Avantaj ve Dezavantajları

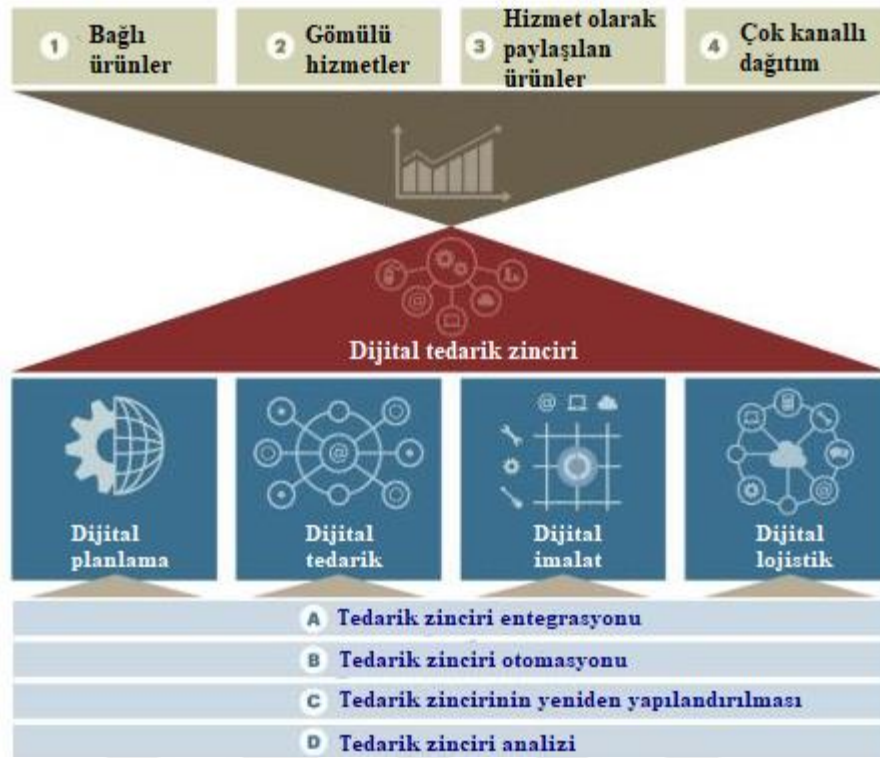
Avantajlar	Dezavantajlar
Maliyet Verimliliği	Teknik Sorunlar
Sınırsız Depolama	Bulutta Güvenlik
Yedekleme ve Kurtarma	Dış Saldırlara Yatkınlık
Otomatik Yazılım Entegrasyonu	Muhtemel Kesinti Süresi
Bilgiye Kolay Erişim	Maliyet
Hızlı Dağıtım	Yanlış Karar Alabilme Riski
Daha Kolay Hizmet Ölçeği	Destek Eksikliği

Kaynak: Apostu vd., 2013: 119-121.

İşleme ve depolama teknolojilerinin hızlı gelişimi ve İnternet'in başarısı ile bilgi işlem kaynakları her zamankinden daha ucuz, daha güçlü ve daha erişilebilir hale gelmiştir. Bu teknolojik eğilim, kaynakların internet üzerinden kullanıcılar tarafından talep üzerine talep edilip kiralanabilecekleri genel araçlar olarak temin edildiği, bulut bilişim adı verilen yeni bir bilgi işlem modelinin gerçekleştirilmesini sağlamıştır. Kuruluşlar bulutta daha fazla deneyim kazanarak daha fazla temel işletme işlevini bulut platformlarına kaydırmaya başladılar. Bu nedenle, bulut kabulünün önemli ölçüde olduğunu görüyoruz. Özellikle veri yönetimi, sistem entegrasyonu ve çoklu bulut sağlayıcıların yönetimi açısından başlangıçta hayal ettiğimizden daha karmaşık durumdadır (Avram, 2014: 529). Bulut bilişim, dünya genelindeki şirketlere ilgi duymaya devam etmektedir, ancak birçoğu, bulut bilişimin benimsenmesini beklenenden daha fazla maliyetli ve daha büyük engeller barındırdığına inanmaktadır.

1.8.15. Dijital Tedarik Zinciri

Yeni nesil akıllı üretim sistemleri, çeşitli yeni olanak sağlayan teknolojileri içerecektir. Bu teknolojiler, dördüncü sanayi devrimi döneminin kullanılmasında yardımcı olacaktır. Tedarik zincirini ve üretim sisteminin ürün yaşam döngüsünü verimli, merkezden uzak ve iyi bağlanmış hale getireceklerdir (Chhetri, 2018: 51). Dijital tedarik zincirinin faydaları, ekosistemdeki şirketler ve tedarikçileri, çalışanları ve müşterileri dâhil olmak üzere birçok aktör için avantaj sağlayan hizmetlerin maliyet etkinliğini ve değer yaratma faaliyetlerini içerir. Bir tedarik zinciri bir dizi olarak tanımlanabilir bir kaynaktan müşteriye ürün, hizmet, finans ve / veya bilgi giriş ve çıkış akışlarında doğrudan yer alan üç veya daha fazla varlık (yani, kuruluşlar veya bireyler) demektir (Korpela, 2017: 4183). Bu tanım, özellikle faaliyet ve iş süreçleri seviyelerinde, şirketler arasındaki bilgi akışının rolünü vurgulamaktadır. Aktörler arasındaki etkin entegrasyonun, tedarik zincirindeki süreçlerin ve bilgilerin entegrasyonunu gerektirdiğini izler.



Kaynak: Kearney ve WHO, 2015: 4.

Şekil 1.35. Dijital Tedarik Zinciri Çerçevesi

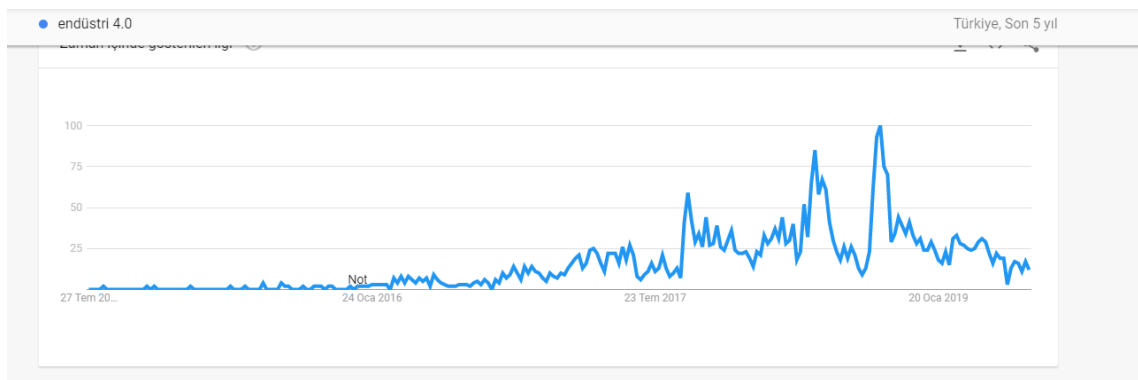
Şekil 1.35’deki dijital tedarik zinciri çerçevesine bakıldığında, tedarik zinciri yönetiminin dijitalleştirilmiş çağa dönüşümüne öncülük etmek isteyen tedarik zinciri yöneticileri, yalnızca kendi işlevleriyle ilgili fırsatları ve zorlukları tanımlamakla kalmayacak, aynı zamanda tüm şirketin, ürün ve hizmetlerinin dijital dönüşümünü ve tedarikçilerin yolunu da değerlendirerek müşteriler ve diğer pazar ortakları şirketleri ile etkileşime girecektir. SCM’nin iş modelinin dijitalleşmesine nasıl katkıda bulunabileceği, SCM’nin dijital dönüşüm gündemini tanımlamak kadar önemlidir (Kearney ve WHO, 2015: 4).

“Dijital Tedarik Zinciri”, endüstrideki en sıcak şifrelerden biridir. Uzmanlar, dijitalleşmenin lojistik endüstrisi ve tedarik zinciri yönetiminde devrim yaratacağını ilan etmektedirler. Teknolojiye yapılan mevcut yatırım, Dijital Tedarik Zinciri’nin önemini ortaya koymakta; tedarik zinciri yöneticileri DSC’nin önemli ekonomik faydalar getirmesini beklemektedir. Tedarik zinciri kendi başına bir iş değildir; bir iş dünyasındaki bir departmandan ziyade, dijital işletmeler DSC’lere güvenmektedirler. DSC ve yüksek dijital operasyonlara sahip kuruluşlar, yıllık %2,9 oranında artış sağlarken, yıllık %4,1 verimlilik artışı bekleyebilirler. Şirketler dijital dönüşümden vazgeçemezler ve hayatta kalmayı beklerler (Büyüközkan ve Göçer, 2018: 173).

1.9. Türkiye'nin Endüstri 4.0 Sürecindeki Konumu

Endüstri 4.0'ın tranformasyonu, ülkemiz açısından meşakkatli ve zaman alan bir noktada yer almaktadır. Artık tek başına coğrafi konum ve çalışan maliyetinin az olması gibi hususlar, uluslararası alanda işletmelerin birbirleriyle yarışabilmeleri yönünden geçerli sebepler değildir. Rekabet avantajını yakalayabilmek için, devlet, sanayi ve üniversite üçgeninin birlikte hareket etmesi gerekmektedir. Bu taraflardaki işbirliği sağlanabilirse ülkemizin Endüstri 4.0'daki gelişmelere hızlı ve çevik bir şekilde adaptasyonu kolayca sağlanabilir (Taş, 2018: 1825-1826). Günümüzde, imalat işletmelerinde sürdürülebilirliği / sürdürülebilir kalkınmayı, imalat işletmeleri için nispeten yeni bir kavram olduğu gibi tanımlamak kolay değildir (Garbie, 2016: 7). Sürdürülebilirlik, günümüzdeki yaşam ve iş yapma ile ilgili bir sorunu temsil eden “Endüstri 4.0” olarak kabul edilir.

Sanayi sektöründe ülkenin kaynaklarının etkin kullanılabilmesi, piyasada rol alabilme zamanının minimuma indirilebilmesi, müşteri memnuniyetinin üst seviyelere çıkarılabilmesi için teknolojik yatırımlara önem verilmesive teknik konularda eleman yetiştirilmesi gerekmektedir. Mesela, ülkenin önümüzdeki 6 yıl içerisinde dünyadaki en büyük 10 ekonomik güçte ülkelerden biri olabilmesi için her sene %8.5 büyüklük göstergesine ulaşması gerekmektedir. Yeni Sanayi Devrimi'yle beraber, üretilen malların piyasaya sürülme hızı %25 - %50 oranındaki seviyelere düşebilecekken, işgücü maliyetlerinde %30 azalma ve enerji birikiminde de %70'lere varan kazançlara sahip olunması beklenmektedir (Ersoy, 2019).



Kaynak: googletrends, 2019.

Şekil 1.36. 27 Temmuz 2014-13 Temmuz 2019 Tarihleri Arasında Türkiye’de Endüstri 4.0’ın Google Üzerinden Aranma Trendi

Uzmanlar tarafından üretimin evrensel lisanı olarak atfedilen Endüstri 4.0 kavramı, 2013’lü yıllardan itibaren öncelikle Almanya’da söz edilmeye başlanmıştır. Ülkemizde ise

uluslararası arama motoru olan Google üzerinden yapılan araştırmalara bakıldığında, 2015 yılının Ekim ayından itibaren ilk olarak aramalar başlamış ve anlamlı farkındalık son 5 yıl içerisinde gözle görülür bir şekilde artmaya başlamıştır (Şekil 1.36.).



Kaynak: TÜBİTAK, 2016: 4.

Şekil 1.37. Sanayinin Dijital Olgunluk Seviyesi

Şekil 1.37’de TÜBİTAK’ın 2016 senesinde 1000 şirket üzerinde yapmış olduğu araştırmanın sonuçları yukarıdaki gibi özetlenmiştir. Ülkemiz dijital ilerleme açısından yapılan araştırmalar kapsamındaki Sanayi 2.0 ile Sanayi 3.0 arasında tespit edilmiştir. Önceden Türkiye, jeopolitik durum ve az işgücüyle imalat yaparak küresel piyasada kuvvetli gibi gözükse de artık havacılık, uzay, bilgisayar, elektronik, optik ve ilaç gibi yüksek teknik özellikler içeren ürünlerin ihracatının çok fazla olmaması, ithalatın fazla olması gibi sebeplerden dolayı fazla gelişebilen bir ülke kimliği çizememektedir (Yüksekbilgili ve Çevik, 2018: 431).

Dijitalleşme, robotizasyon ve akıllı otomasyondaki terapidaki artış, işgücü piyasası da dâhil olmak üzere piyasalar üzerinde büyük etkiye sahiptir. Teknolojik değişiklikler bazı işleri yok ederken, yeni meslekler de üretmektedir (Sümer, 2018: 1). İşlerin robotlar, akıllı araçlar, dijital ve bağlantılı süreçlerle değiştirilmesi, işgücü piyasası üzerinde işsizlik gibi sonuçlar doğurmaya başlayacak olsa da, tüm sektörlerdeki çoğu mesleğin yeni bir dijital karşılığı olmaya başlayacaktır.

1.10. Endüstri 4.0’ın Avantajları ve Zorlukları

Endüstri 4.0, sanayiye yeni bir bakış açısı kazandırmış ve bununla birlikte de işletmelerin büyük bir dijital dönüşüm sürecine sürüklemiştir. Bu süreci pozitif bir duruma çevirebilen işletmeler kazanacak, süreci doğru yönetemeyen ya da dijital okuryazarlık

seviyesinde kendini teknik anlamda yetiştiremeyen bireyler bu durumdan olumsuz yönde etkileneceklerdir.

1.10.1. Endüstri 4.0'ın Avantajları

Endüstri 4.0, kaynak kullanımı, işçi verimliliği ve operasyonel maliyet azaltma gibi kısa sürede en önemli avantajları getirmiştir. Uzun vadeli avantajlar, sırasıyla; sürekli talep algılama, uçtan uca otomasyon, kaynak optimizasyonu ve israfların azaltılmasıdır (Baygin vd., 2016: 2). Endüstri 4.0 fırsatları, literatüre dayanan kişiler, strateji, operasyonlar ve çevre kategorileri altında sınıflandırılır. Strateji alanındaki fırsatlar; Endüstri 4.0 ile yeni iş modelleri gelişmiş rekabet gücü için yeni değer teklifleri, operasyonlar; verimliliğin artması, maliyetleri düşürülmesi, daha yüksek kalite, artan hız ve esneklik, yük dengeleme ve stok azaltılmasıdır, çevreye dayanan fırsatlar; monoton çalışmaların azaltılması, yaşa uygun işyerlerinin oluşturulması ve çevresel etkinin düşürülmesidir (Müller vd., 2018b: 1-5). Endüstri 4.0'ın uygulanması, endüstriyel değer yaratma üzerinde geniş kapsamlı bir etkiye sahiptir.

Tablo 1.13'de sunulan kavramlar, sürdürülebilir üretimin en önemli yaklaşımlarını Endüstri 4.0 ile ilgili eğilimler ve gelişmelerle birleştirmektedir (Stock ve Seliger, 2016: 540). Endüstri 4.0'ın makro perspektifi için sürdürülebilir üretim olanaklarını ve mikro perspektif fırsatlarına genel bir bakış sunulmaktadır.

Tablo 1.13. Endüstri 4.0'a Makro ve Mikro Perspektif Açısından Temel Bakış

Makro perspektif	İş modelleri: Endüstri 4.0'da, yeni gelişen iş modelleri, yeni hizmetler sunmak için akıllı verilerin kullanılmasıyla büyük ölçüde yönlendirilmektedir. Bu gelişme, yeni sürdürülebilir iş modellerini demirlemek için kullanılmalıdır. Sürdürülebilir iş modelleri, çevre ya da toplum için önemli ölçüde olumlu ya da olumsuz etkileri azaltır ya da temel olarak bir çevresel ya da sosyal problemin çözümüne katkıda bulunabilirler. Ek olarak, sürdürülebilir iş modelleri mutlaka uzun vadede rekabet edebilirlik ile karakterizedir. Değer Yaratma Ağları: Endüstri 4.0'daki değer yaratma ağlarının çapraz bağlanması, kapalı döngü ürün yaşam döngüleri ve endüstriyel simbiyozun gerçekleştirilmesi için yeni fırsatlar sunar. Ürün, malzeme, enerji ve su akışlarının ürün yaşam döngüleri boyunca ve aynı zamanda farklı fabrikalar arasında verimli bir şekilde eşgüdümünü sağlar.
Mikro perspektif	Ekipman: Fabrikalardaki üretim ekipmanı genellikle 20 veya daha fazla yıla kadar uzun kullanım aşaması ile iyi bir sermayedir. Donanımın iyileştirilmesi, fabrikalardaki ekipmanın heterojenliğinin üstesinden gelmek için mevcut üretim ekipmanlarını sensör ve aktüatör sistemleri ve ilgili kontrol mantığı ile yükseltmenin kolay ve uygun maliyetli bir yolunu sağlar. Böylece donanım ekleme, bir fabrika gibi bir değer yaratma modülü boyunca bir siber fiziksel sistem gerçekleştirilmesi için bir yaklaşım olarak kullanılabilir üretim ekipmanı ile birlikte kullanılabilir. Kullanım aşamasını uzatır veya uygulamayı imalat ekipmanı için yeni bir kullanım aşamasında kolaylaştırır ve temel olarak sürdürülebilirliğin ekonomik ve çevresel boyutlarına katkıda bulunabilir. İnsan: Endüstri 4.0'da insanlar değer yaratmanın organizatörleri olacaklardır. Endüstri 4.0'daki sosyal zorluklarla başa çıkmak için üç farklı sürdürülebilir yaklaşım kullanılabilir. Bunlar; yeni bilgi ve iletişim teknolojisi teknolojilerini birleştirerek çalışanların eğitim verimliliğinin artırılması, içsel motivasyonun artırılması ve iş organizasyonu tasarımına yönelik yeni siber fiziksel tabanlı yaklaşımlar oluşturarak yaratıcılığın geliştirilmesi, çalışan için bireysel teşvik sistemleri uygulayarak dışsal motivasyonun artırılmasıdır. Organizasyon: Akıllı bir fabrikada sürdürülebilir odaklı bir merkezi olmayan kuruluş; akıllı lojistik, akıllı şebeke, kendi kendine yeten tedarik veya müşteri gibi siber fiziksel sistemin dinamik kısıtlarını göz önünde bulundurarak ürünlerin, malzemelerin, enerjinin ve suyun etkin dağıtımına odaklanır. Bütünsel bir kaynak verimliliğine yönelik bu kavram Endüstri 4.0'ın temel avantajlarından biri olarak tanımlanmaktadır. Süreç: Sürdürülebilir süreç tasarımı, Endüstri 4.0'ın verimlilik yaklaşımına uygun üretim süreci zincirleri tasarlayarak veya dahili olarak soğutulmuş aletler gibi yeni teknolojileri kullanarak bütünsel kaynağa hitap eder. Ürün: Endüstri 4.0'da sürdürülebilir ürün tasarımı yaklaşım, belirli bir ürünün yeniden kullanılmasına ve yeniden üretilmesine ya da beşikten beşiğe ilkelerin çökmesine sağlayan ürünler için kapalı döngü yaşam döngülerinin gerçekleştirilmesine odaklanır. Farklı yaklaşımlar, tüketicinin refahı için tasarım yapmaya da odaklanmaktadır. Bu kavramlar, örneğin yeniden üretim için çekirdeklerin kurtarılması veya müşteri için daha yüksek bir refah seviyesine ulaşmak için ürüne yeni ek hizmetler uygulanarak tanımlama sistemlerinin uygulanması ile desteklenebilir.

Kaynak: Stock ve Seliger, 2016: 540.

Endüstri 4.0, yeni, internet tabanlı hizmetler ve iş modellerini mümkün kılacak merkezi olmayan ve bireyselleştirilmiş üretime doğru temel bir paradigma kaymasını temsil etmektedir. Endüstri 4.0, ağ ve internet ile bütünleşiktir. Geleneksel tedarik zincirleri, yüksek oranda uyarlanabilir tedarik ağlarına dönüşecektir. Küçük ve orta ölçekli şirketler bu

tür katma değerli ağlarda önemli bir rol oynayacaktır (Gabriel ve Pessl, 2016: 135). Sonuç olarak, Endüstri 4.0, geleceğin zorlukları için bir çözüm olabilir.

Endüstri 4.0, daha fazla esneklik, teslim sürelerinin azaltılması, küçük parti boyutları ile müşteri taleplerine uyum sağlama ve alt hizmetlerde yeni teklifler gibi olumlu yanları bulunmaktadır (L. Wang ve G. Wang, 2016: 5). Endüstri 4.0'ın KOBİ'lere vaat etmiş olduğu faydalar; rekabet gücünü, verimliliği, geliri, istihdam olanaklarını, gelişmiş insan ve bilgi teknolojileri kaynakları yönetimini maksimum seviyeye çıkarma, üretim süreçlerinin optimizasyonu, üstel teknolojilerin geliştirilmesi, daha iyi müşteri hizmeti sunumu ve memnuniyetin artırılmasıdır (Gilchrist, 2016: 205-206).

Dördüncü sanayi devriminin ortaya çıkmasıyla birlikte dört önemli etki alanının ortaya çıktığı bir etkisi olduğu öngörülen birçok alan vardır. Bunlar aşağıdaki gibi özetlenmiştir (Lee vd., 2014: 8):

1) Makine sağlığı tahmini, makine duruş süresini azaltır ve tahmini etkinlik bilgileri, üretim yönetimini, bakım planlamasını ve makine güvenliğini optimize etmek için ERP sistemini destekleyecektir.

2) Üretim hattı, işletme yönetimi seviyesi ve tedarik zinciri yönetimi arasındaki bilgi akışı, endüstri yönetimini daha şeffaf ve organize hale getirmektedir.

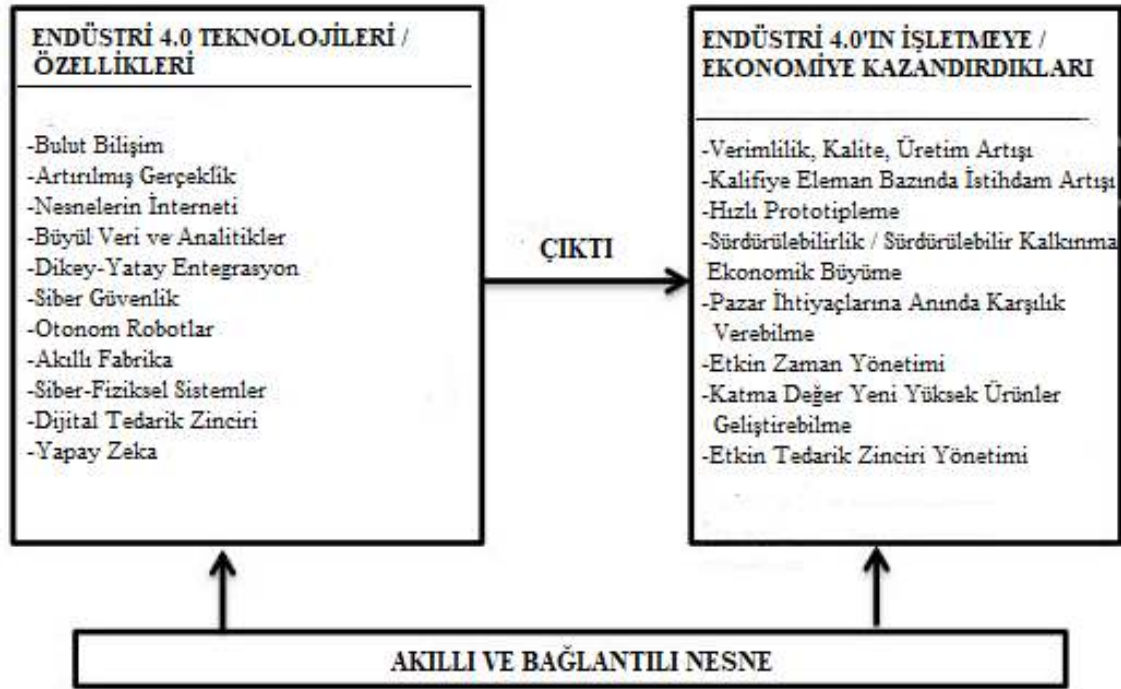
3) Yeni sanayi eğilimi işgücü maliyetlerini düşürecek ve daha iyi bir çalışma ortamı sağlayacaktır.

4) Sonunda, enerji tasarrufu, optimize edilmiş bakım çizelgesi ve tedarik zinciri yönetimi ile maliyeti düşürecektir.

İşletmelerin büyük dijital dönüşüme adapte olma gerekliliğinin sebepleri şu şekildedir; tüketicilerin kendilerini özel hissetmek istemeleri ve taleplerinin farklılaşması, müşteri bilgilerinin büyük veri ortamında tutulma ihtiyacının doğması, şirket ortaklıklarının önemini avantaja dönüştürme bilincine varılması ve eski fonksiyonel iş düzenleri yerine yeni dijital iş değerleri yaratılmasıdır (Schwab, 2016: 62).

Yeni nesil endüstrimiz olan Endüstri 4.0, üretimde esnekliğin yanı sıra toplu kişiselleştirme, daha iyi kalite ve gelişmiş verimlilik vaadi de vermektedir. Böylelikle şirketlerin giderek daha da bireyselleştirilmiş ürünler üretme zorlukları ile başa çıkma ve

kısa sürede pazara sunma ve daha kaliteli olmalarını sağlar (Zhong vd., 2017: 616). Akıllı 4.0, Endüstri 4.0'da önemli bir rol oynamaktadır.



Kaynak: Tekin, 2018: 253.

Şekil 1.38. Endüstri 4.0 Teknolojileri ve İşletmeye / Ekonomiye Kazandırdıkları

Gerçekleştirilmiş olan incelemelerin ışığında Endüstri 4.0'da kullanılan teknik hususlar, firmalara ve iktisadi yönden katmış olduğu olumlu özellikler Şekil 1.38'de gösterilmektedir (Tekin, 2018: 253).

Endüstri 4.0 sayesinde ürünlere yapılan üretim faktörlerine yapılan ödemelerin ekonomiye katkısı oldukça olumlu olacağı öngörülmektedir. Ayrıca, teknolojik ilerlemelerin sayesinde dijitalleşmeye bağlı olarak verimli, etkin bir üretim yönetim sistemi sağlanarak, işletmelerin karına ve müşteri memnuniyete katkısı artacaktır (Aydemir, 2018: 259-260). Teknik yatırımlara önem verilmesi ve yüksek teknolojik ürünlerin ihracatının artması sağlanarak devlet ve sanayi sektörlerinin de birbirleriyle iletişim halinde olması sayesinde küresel üretim değer zincirinde rekabet avantajı sağlanabilir.

1.10.2. Endüstri 4.0'ın Zorlukları

Sanayi 4.0'ın işletmelere olumlu yönden yüksek katma değer sağlarken öte yandan da analiz edilmesi gereken gelecekte olumsuz etkiler yaratabilecek durumları da ortaya çıkarmaktadır. İlk etapta işletmelerin dijitalleşmenin getireceği yeniliklere karşı örgütsel

anlamda adapte olması gerekmektedir. Bazı uzmanlar tarafından üretim proseslerinin her an kontrol altında tutulması, ortaya çıkan arızalara anında müdahale edilebilmesi, çalışan tabanlı sorunlara çözüm bulabilme yolunda adımların atılması gibi sebeplerden dolayı insan gücünün zamanla azalacağı bu yüzden de işsizliğin de artacağı görülmektedir (Şahin, 2017). Bu konuda düşünülmesi ve karşılaşılabilecek zorluklara çözüm bulabilme yolu eğitimden geçmektedir. Özellikle matemisraf, teknik ve bilişim alanlarında eleman yetiştirilmesi, Endüstri 4.0'ın rekabet arenasında ülkemiz açısından daha avantaj sağlayacaktır.

Endüstri 4.0'ın dezavantajları aşağıdaki şekilde özetlenmiştir (Mertes, 2017).

- Veri koruma eksikliği,
- Uzaktan üretim sistemlerinin kolay manipülasyonu,
- Kırsal alanların bir dezavantajı, geniş bant bağlantılarının olmaması,
- Gerekli altyapıların sürekli temini ve bakımı,
- Yüksek ve pahalı teknik standartlar,
- Çalışanlar için ek gereklilik (Bilişim teknolojileri bilgisi).

Endüstri 4.0 ile karşı karşıya kalan zorluklar arasında güvenlik konusu çok büyük risk taşımaktadır. Endüstri 4.0 tekniklerini uygulamanın belki de en zorlu yanı budur. Ayrıca sermaye alanında böyle bir dönüşüm, ucuz görünmeyen yeni bir teknolojiye büyük bir yatırım gerektirecektir. İstihdam açısından bakıldığında ise küresel olarak Endüstri 4.0'ın benimsenmesi ile istihdam koşullarına ilişkin spekülasyonlar henüz erken olsa da, işçilerin farklı veya tamamen yeni bir beceri seti edinmeleri gerektiğini söylemek güvenlidir. Bu, istihdam oranlarının artmasına yardımcı olabilir, ancak aynı zamanda çoğu sektör çalışanını da konuya yabancılaştırır (Luenendonk, 2017). İşçiler sektörünün sanayiye ayak uydurması belki de zor olacaktır bu yüzden farklı eğitim biçimleri getirilmeli, ancak bu durum sağlansa da işçilerin eski düzene alışan kesimi (yeniliklere tepki gösteren) için sorun hala devam edecektir. Gizlilik hususu, sadece müşterinin endişesi değil, aynı zamanda üreticiler için de geçerlidir.

Endüstri 4.0'ın, işletmeleri götürecek olduğu başarılı yol haritasında sadece önceki kullanmış oldukları bilgi ve teknik donanımı ortadan kaldırıp yepyeni teknik yatırımlara dönüş sağlamakla gerçekleşmemektedir (Banger, 2016: 464). Bu büyük dönüşüm, çok yönlü

bir stratejik karar olup, en üst kademeden en alt kademeye kadar tüm örgütün bu konuda eğitim alması ve bu yeni fikre adapte olması gerekmektedir.

Yıllardır işletmeler, müşterilerin bitmeyen ve hep daha iyisini bekleyen isteklerini gerçekleştirmek için farklı yollar ve teknikler geliştirmişlerdir. Teknolojinin bu kadar hızlı bir şekilde devrim yaratması, robotların insanların yapabildiği birçok aktiviteyi gerçekleştirebilir hale gelmesi bazı kesimler tarafından tehdit unsuru olarak algılanmaktadır. Teknik, robotik ve bilişim konusunda farklı yetenekleri olan insanların bu konuda iş bulma olasılığının daha yüksek olacağı öngörülmektedir (Görçün, 2016: 198).

Endüstri 4.0 kavramının gündeme gelmesiyle beraber beden gücünün azalacağı ve işsizliğin artacağı konusunda olumsuz tartışmalar sıklıkla gündeme gelmektedir. Şu an için istihdam konusuna negatif etkisinin olacağının bir kanıtı dayandırılması gibi bir durum söz konusu değildir. Önceki sanayi devrimlerinde hep olumlu sonuçlara ulaşıldığından ötürü kesin ve önyargılı bir yorumda bulunmamak gerekmektedir. Dijitalleşme çağına getirdiği yeniliklerle beraber bazı mesleklerin karşılaştığı riskin düzeyinin daha fazla olması ihtimaldir (S. E. Fırat ve O. Z. Fırat, 2017: 21-22). Ancak son yıllarda istihdama katılacak gençler akıllı çağda büyüdüğü için Endüstri 4.0'ın getireceği değişikliklere adaptasyonları zor olmayacaktır.

Endüstri 4.0 evriminin yarattığı büyük dijital dönüşümden işletmelerin kaçabilmesi neredeyse olanaksız bir hale gelecektir. Özellikler robotların ve algoritmaların işletmelerin hayatına girmesiyle beraber, işsizliğin artacağı da beklenmektedir. Hâlihazırda çalışan kişilerin kendilerini dijital yetkinlik anlamında geliştirmesi işleri kaybetmemeleri açısından zorunlu bir durum haline gelecektir. Gelen yeni neslin dijitalleşme ve robotlarla beraber yetişmesi, dijital dönüşümü daha az yadırgamalarına sebebiyet verecektir. Yeni meslekler ortaya çıkacak, yeni neslin dijital ve teknik odaklı meslekleri seçme olasılığı da yükselecektir. Yeni mesleklerin özelliği, tek bir alanda uzmanlaşmanın olmadığı bir eğitim sistemine dayalı olmasıdır.

Örnek olarak sadece endüstri ya da makine mühendisliği yerine; içinde robotik, otomasyon, yazılım, veri bilimi, programlama, siber güvenlik, dijital sistemler vb. gibi derslerinde bulunduğu ve farklı bir mühendislik ismi ile ortaya çıkan bir mühendislik dalında eğitim alacaklardır. Bu durum sadece mühendislik alanında değil birçok meslek alanında farklı şekilde ortaya çıkacaktır. Mavi yakaların işsizlikle karşı karşıya kalabilme

ihtimali yüksek olacaktır. Vasıfsız işçi grubunun da kendini dijital anlamda elinden geldiğince geliştirmesi gerekmektedir. Devlet-sanayi-akademi işbirliği içerisinde mavi / beyaz yaka ayırt edilmeksizin teknik altyapı kuvvetlendirme ve dijital okuryazarlık seviyesinin artırılmasına yönelik eğitim reformlarının hızlı bir şekilde düzenlenmesi gerekir.

1.11. Süreç Yönetimi ve Süreç İyileştirme

Süreç kavramı, süreç yönetimi, süreçlerin görsel yönetimi ve süreç iyileştirme konularına aşağıda detaylı olarak yer verilmiştir.

1.11.1. Süreç Kavramı

Bir süreç (veya dönüşüm) stratejisi, bir organizasyonun malları ve hizmetleri dönüştürmek üzere benimsediği yaklaşımdır. Süreç stratejisinin amacı, müşteri gereksinimleri ve ürün özelliklerini maliyet ve diğer yönetsel kısıtlamalar dâhilinde karşılayan mallar üretmenin bir yolunu bulmaktır. Kelimenin tam anlamıyla dünyadaki her şey, üç süreç stratejisinden birinin bir türünü kullanarak yapılır: süreç odaklı, tekrar odaklı ve ürün odaklıdır (Heizer ve Render, 1995: 286).

1) Süreç Odaklı: ABD üretiminin muhtemelen %75'i “sipariş organizasyonu” adı verilen yerlerde düşük hacimli, yüksek çeşitli ürünler yapmaya ayrılmıştır. Tesisler, bir süreci gerçekleştirmek üzere organize olmuştur. Bir fabrikada bu süreçler kaynak veya boyama departmanları olabilirken; bir ofis ortamında alacaklılar hesabı, satış ve maaş hesabı departmanları olabilir. Bu tip tesislerde ekipman, yerleşim ve denetim bağlamında bir süreç odağı vardır. Çok çeşitli gereksinimler işlemek ve sık gerçekleşen değişimleri yapabilmek üzere tasarlandıklarından yüksek derecede bir ürün esnekliği sunarlar. Sonuç olarak kesikli süreç olarak da bilinirler.

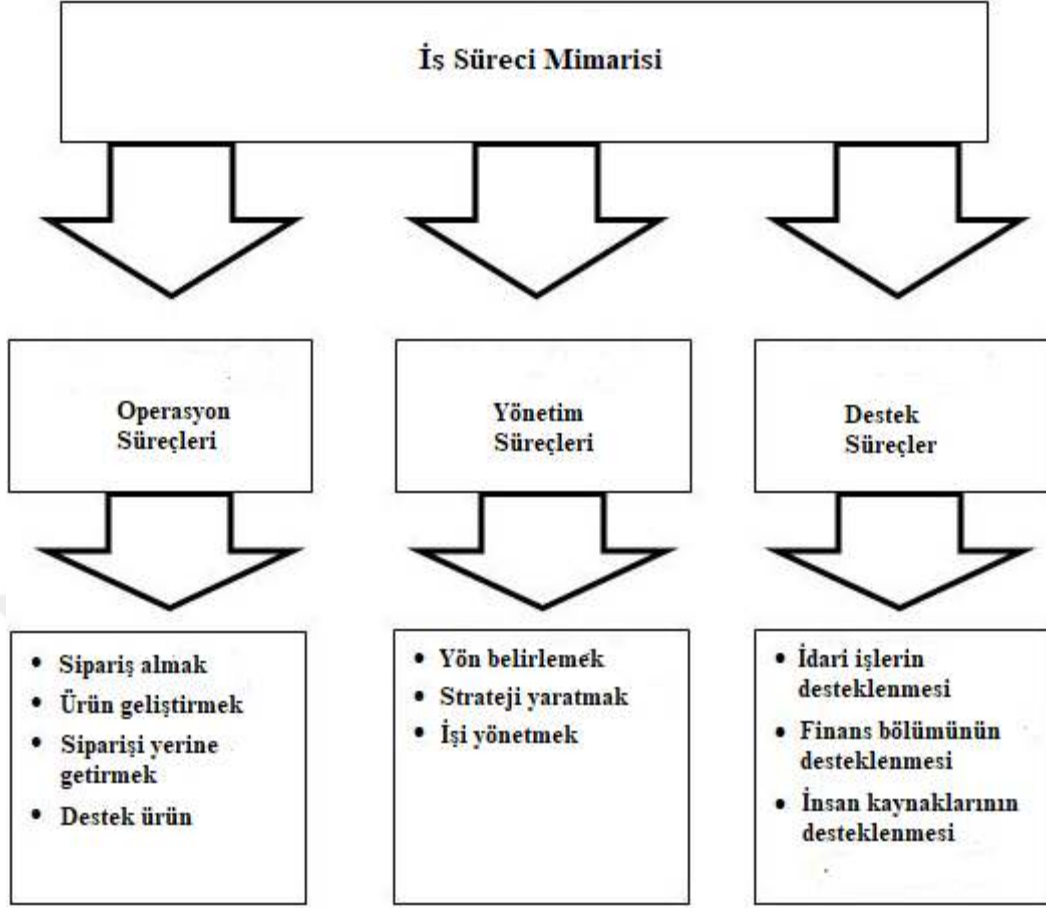
2) Ürün odaklı: Yüksek hacimli, düşük çeşitli üretim, ürün odaklıdır. Ekipman, yerleşim ve denetim bir ürün ortaya koymak üzere organize edilmiştir. Bunun sebebi, ürün odaklı tesislerin çok uzun, sürekli bir süreci olmasıdır. Cam, kağıt, teneke sac, ampul ve somun ile civata gibi ürünleri imal etmek üzere sürekli bir süreç kullanılır.

3) Tekrarlı Süreç: Üçüncü yaklaşım, tekrarlı süreçtir. Tekrarlı süreçler, modüller kullanır. Tekrarlı sürece bir örnek, klasik montaj hattıdır. Tekrarlı süreç, tüm otomobil ve ev aletlerinin montajı dâhil yaygın bir şekilde kullanılır.

İş süreçleri, mal veya hizmet üretimini bir dizi yerel görev ve kuruluşlar arası değişim olarak tanımlar (Krishna vd., 2019: 1). Doğru bir iş süreci modeli, iş süreci yönetimi yoluyla bir iş hedefine ulaşmanın anahtarıdır (Kang vd., 2019:503). İş süreci modellemesi, iş süreci yönetiminde önemli bir görevdir. İş paydaşları tarafından kapsamlı bir şekilde anlaşılan süreç modelleri, kuruluşların bu alandan kar etmesine olanak tanır (Dani vd., 2019: 1). İş süreci modelleri şirketler için önemli varlıklar olarak kabul edilir, çünkü uygun yönetim şirketlere rekabet avantajı sağlar (Pérez-Castillo, 2019: 86). İş süreci, tüm işlemlerden ve kaynaklardan bilgi alan çok disiplinli ve karmaşık bir durumdur (Aydiner vd., 2019: 230). Aslında, iş süreci kaynakları tüketen ve bu tüketim perspektiflerini iş süreçlerine yansıtan bir faaliyetler bütünüdür (Lacheheb, vd., 2019: 3). İş süreçleri bir modelleme olarak kabul edilir: kaynaklar, kaynak tüketimi ve farklı iş süreçleri hizmetleriyle kaynakların birleştirilmesidir.

Bir iş süreci olay günlüğü, her biri bir olayın yürütülmesiyle üretilen olay kayıtlarının sırasından oluşan bir takım izlerden oluşur. Her olay kaydı, süreçte belirli bir faaliyetin yürütülmesiyle ilgili verileri toplar (Nguyen, 2019: 214) Her ne kadar literatür, “iş süreçleri” için çok sayıda tanım sunsa da bunların tümü, aşağı yukarı aynı ontolojiyi yansıtır; bir iş süreci, belirli bir sonuç/amaç için çapraz fonksiyonel faaliyetler üzerinden akan işlemler olarak birbirine bağlı bir dizi sürekli veya kesikli çapraz fonksiyonel faaliyetlerdir (Bititci vd., 2011: 853).

İşletme süreçleri, operasyonel veya destekleyici olmaları ile karakterize edilir. Operasyonel süreçler, operasyonel veya destekleyici olmaları ile karakterize edilir. Operasyonel süreçler, organizasyonların strateji geliştirme, ürün ve hizmet icat etme, bunları pazarlayıp satma, üretimi ve ürünlerin ya da hizmetlerin teslimatını yönetme ve müşterileri faturalandırma şekli ile ilişkilidir. Destek süreçleri insan kaynakları faaliyetlerinin, bilgi sistemleri altyapısının, finans ve varlık yönetiminin teminini içerir (Llewellyn ve Armistead, 2000: 225).



Kaynak: Mackay vd., 2008: 24.

Şekil 1.39. İş Süreci Mimarisi

Şekil 1.39’da iş süreçlerinin mimarisi gösterilmektedir. Yönetim süreçleri, işletmeyi yönlendirmek ve kontrol etmek içindir. Bu süreçler, “kazanan bir formülü muhafaza edip geliştirmek veya kazanan bir formül belirleyip değiştirmek suretiyle kendi iç ve dış ortamlarındaki değişimleri belirleyerek ve bunlara yanıt vererek rekabetçi avantajı sürdüren şey yönetim süreçleridir” demektedir. Yönetim süreçleri harici müşteri için doğrudan değer yaratmaz, bunun yerine gelecekte en çok değer nerede oluşturulabileceğini belirler ve yeterli oranda uygun operasyon ve destek süreçlerinin bulunmasını sağlamak üzere işletmeyi yönlendirir. Bu yüzden yönetim süreçleri, harici değer ile rekabetçi avantajın oluşumunun sağlanması ve sürdürülmesinde kritik önem taşır ve yönetim süreçlerinin, operasyon süreçlerine değer kattığı söylenebilir (Mackay vd., 2008: 24).

İş süreçleri, girdiler ve çıktılarla fonksiyonel sınırları geçen birbiriyle ilişkili faaliyetler serisi olarak düşünülebilir. Bunlar neden önemlidir ve neden organizasyonlar, iş süreçleriyle açıkça yönetme yaklaşımları benimsemektedirler? Bunun sebeplerine göre süreç bakış açısı (Armistead ve Machin, 1997: 886):

1) Değişen harici talepleri karşılamak için organizasyonlarda esnekliğin artırılmasına olanak tanır;

2) Yeni ürünler ve hizmetlerin pazar hızını ve müşterilerin taleplerine olan tepkiselliği ele alır;

3) Maliyetlerde düşüşü kolaylaştırır;

4) Artan teslimat güvenilirliğini kolaylaştırır ve

5) Tutarlılık ve özellikleri açısından ürünlerin ve hizmetlerin kalitesini ele alır.

Üretim süreçleri doğrudan hammaddeleri veya yarı mamul malları nihai bir fiziksel ürüne dönüştürür. Üretim süreçlerinin çıktısı, dönüştürülmüş fiziksel bir üründür; bu süreçler deterministik, iş akışı yönelimli, son derece usule dayalı ve bu nedenle çok tekrarlanabilir durumdadır. Bu nedenle, üretim süreçleri, girdi-işlem-çıkı ya da tedarikçi-girdi-işlem-çıkı-müşterinin geleneksel iş akışına dayalı üçlü rolü tarafından temsil edilmektedir (Wohlers vd., 2019: 4-5). Üretim süreci temelde, çok sayıda disipline ve uzmanlığa sahip kişilerle ve bilgisayarlar, robotlar ve diğer donanımlar gibi çok sayıda otomasyon seviyesine sahip çok çeşitli makine, araç ve ekipmanla ilgilenen karmaşık bir faaliyettir (engineeringarticles, 2015).

Üretim şirketleri, ürün tasarımını ve üretim verimliliğini ve ürün kalitesini iyileştirmek için toplanan verileri kullanmak için üretim işlemlerinin standartlaştırılmasını önemli bir görev olarak görmektedirler. Ancak, süreç tasarım kurallarını gerçek süreç tasarımından çıkarmak zordur (Song ve Jeong, 2019: 630). Bir üretim şirketinin proses tasarımı; ürün analizi, pazar araştırması, sermaye yoğunluğu ve kaynak esnekliği gibi çeşitli faktörleri dikkate almalıdır.

Endüstri 4.0, müşteri ihtiyaçlarına bugün mümkün olandan daha hızlı yanıt verilmesine izin vermekte; üretim sürecinin esnekliğini, hızını, verimliliğini ve kalitesini artırarak yeni iş modellerinin, üretim süreçlerinin ve diğer yeniliklerin benimsenmesinin temelini oluşturmaktadır (Rüßmann, 2015: 9). Bu durum, daha fazla endüstriyel üretici tekliflerini geliştirmek ve özelleştirmek için Endüstri 4.0 teknolojilerine yatırım yaptığı için, yeni bir kitlesel kişiselleştirme seviyesi sağlayacaktır.

İnternete bağlı bilgileri temsil eden bir iş süreci biçimi olarak tanımlanan e-iş

süreçleri, kurumsal sınırlar arasında akar ve tedarik zinciri ortaklarını dijital operasyon faaliyetlerini desteklemek için birbirine bağlar. E-iş süreçleri, dijital tedarik zincirleri operasyonlarını kolaylaştırmanın etkili bir yolu olarak görülmekle birlikte, firmalar, bu süreçlerde firmalar arası kaynak düzenlemesi eksikliğinden dolayı, e-iş süreçlerine yaptıkları yatırımlardan işletme değeri elde etmenin zorlukları ile karşılaşmaya devam etmektedir. Amazon, Dell ve Lenovo gibi büyük şirket topluluklarının gerçekleştirdikleri faaliyetler, e-iş süreçlerinin şimdi tedarik zincirinde işbirlikçi verimliliği artırdığını ve sınırlar arasında elektronik bağlantıyı geliştirerek ve farklı kurumsal kaynaklar ile yetenekleri birleştirerek önemli ekonomik kazançlar yarattığını göstermektedir (Zhu vd., 2020: 273).

Örgütsel yapılara, üretim şirketlerinin değişen iş modelleri neden olmaktadır. Örgütsel değişimi mümkün kılmak uyum ve yeniliğe açıklık, dijital hazır olma, öğrenme desteği ve ilgili tüm paydaşların dijital okuryazarlığı gerektirir. Kuruluşlardaki insanlar için yeterli teknoloji tasarımı konusunda, özellikle Endüstri 4.0 konseptinden değer üretmek için dikey ve yatay süreç entegrasyonu için yeterli tasarım ve uygulama ortamları geliştirmek için teknik zorlukların ele alınması gerekmektedir (Stary ve Neubauer, 2017: 22). İncelemeler, insanların gelecekteki üretim durumlarının hayati bir unsuru olarak kalacağını ve örgütsel gelişim çabalarına ve sürekli işyerinde iyileştirmeye katılmaları gerektiğini ortaya koymaktadır.

Endüstri 4.0'da iş süreçleri, modern teknolojilerin büyümesi ve entegrasyonu ile merkezi iş süreçleri yönetimi araçları, çelişkili gereklilikleri yerine getirme ve ölçeklenebilirlik, güvenlik, açıklık, güven ve maliyetten pay alma konusundaki limitleriyle karşı karşıyadır. Rekabetçi bir pazarda hayatta kalmak için, esnek ortamlarda açık iş ortamlarında uygulama yapmak; işbirliği, bilgi paylaşımı ve ortak kararları teşvik etmek açısından kaçınılmazdır. Özellikle nesnelerin interneti cihazları yaygınlaştıkça teknolojilerin ilerlemesi, işlerin otomatikleştirilmesi, bilgi paylaşımı ve dönüştürülmesi için geniş bir fırsat yelpazesi sunar. Modern teknolojilerin uygulanmasıyla birlikte, iş süreci 4.0 olarak adlandırılan yenilikçi iş süreci, birlikte çalışma, otomasyon, güven ve şeffaflığın nihai hedefleri için çaba göstermektedir (Viriyasitavat ve Hoonsopon, 2019: 32).

1.11.2. Süreç Yönetimi

İş süreci yönetimi, iş süreçlerinin tasarımını, analizini ve denetimini desteklemek

üzere yöntemler ve araçlar kullanan bir yönetim yaklaşımı olarak tanımlanabilir. Amaçlar müşteri memnuniyeti ve ürün kalitesini artırmanın yanı sıra operasyonları iyileştirmektir. İş süreci yönetimi, verilen çok sayıda yeni patentle şirket bilgi sistemlerinin rekabet gücünde önemli bir başlık haline gelmiştir (Campos ve Almeida, 201: 17). İş Süreci Yönetimi'nin temel bir varsayımı, yeniden tasarlanmanın iş süreçlerinin rafine ve geliştirilmiş sürümlerini sağlamasıdır (Satyal vd., 2019: 283). İş Süreci Yönetimi iş süreçlerinin nasıl tasarlanacağı, analiz edileceği, yapılandırılacağı, yürürlüğe gireceği ve değerlendirileceği sorununu ele almaktadır (Borkowski, 2019: 220) İş Süreçleri Yönetimi, süreçleri müşteri ihtiyaçları ile uyumlu hale getirmek için kurumun iş akışını iyileştirmek için bütüncül bir yaklaşımdır (Kluza ve Nalepa, 2017: 123). Prosedürlerin optimizasyonunu sağlamak, sürekli proses iyileştirme ile verimliliği ve etkinliği artırmak için proseslerin yeniden yapılandırılmasına odaklanır.

“İş süreci yönetimi, yüksek eğilim ve büyük oranda katma değerin olduğu iş operasyonlarının ana yönleri ile ilgilidir” denmektedir. İş süreci yönetiminin, aşağıdaki kurallara göre yönetilmesi gerekir (Lee ve Dale, 1998: 216):

- 1) Büyük faaliyetlerin doğru şekilde planlanıp belgelenmesi gerekir.
- 2) İş süreci yönetimi, kilit faaliyetler arasında yatay bağlantılarla bir odak noktası oluşturur.
- 3) İş süreci yönetimi, disiplin, tutarlılık ve kalite performansında tekrarlanabilir olmalarını sağlamak için sistemlere ve belgelendirilmiş prosedürlere dayanır.
- 4) İş süreci yönetimi, her bir tek sürecin performansını değerlendirmek, hedefler belirlemek ve kurumsal hedefleri karşılayabilecek çıktı seviyelerini sağlamak için ölçüm faaliyetine dayanır.
- 5) İş süreci yönetiminin, problem çözümü ve ekstra avantajlardan yararlanmak suretiyle optimizasyona sürekli bir yaklaşım ile dayanması gerekir.
- 6) İş süreci yönetiminin, üstün rekabet gücü elde edilmesini sağlamak için en iyi uygulamalardan ilham alması gerekir.
- 7) İş süreci yönetimi, bir kültür değişimi yaklaşımıdır ve sadece iyi sistemler ve doğru yapının yerli yerinde olması ile sonuçlanmaz.

İş Süreci Yönetimi, iş süreçlerinin nasıl tasarlanacağına ve kurumsal uygulamalara nasıl uygulanacağına dair detayları içerir (Martins ve Zacarias, 2017: 130). İş Süreçleri Yönetimleri, şirketlerin iş süreçlerinin tüm süreç yaşam döngüsünü yönetmelerine olanak sağlayan, iş süreci yürütmesinin uygulanmasını, koordinasyonunu ve izlenmesini destekleyen yazılımı temsil eder. İş Süreçleri Yönetimleri, operasyonel planlara daha iyi bir şekilde ulaşılmasını sağlayan Kurumsal Kaynak Planlama veya Müşteri İlişkileri Yönetimi gibi şirkette mevcut diğer sistemlerle entegre edilebilecek orkestratör olarak çalışır (Pérez-Álvarez vd., 2018: 23).

İşletmeler, amaçlarını ve hedeflerini yerine getirmek için operasyonlarını yapılandırırlar. Bu çalışma biçimleri, kendi iş süreçlerini oluşturur (Froger vd., 2019: 290). İş süreci yönetimi, iş süreçleri etrafındaki tüm yönetim faaliyetleriyle ilgilidir (Mendling vd., 2017: 1). Öncelikli olarak görevlerin otomasyonu ve diğer stratejiler arasındaki darboğazların ortadan kaldırılması yoluyla organizasyonun verimliliğini artırmaya odaklanmıştır (Enríquez vd., 2018 :3).

Bilgi teknolojisi, kuruluşlara; işlerini otomatikleştirmek, bilgilendirmek ve dönüştürmek için geniş bir fırsat yelpazesi sunar. İş süreçleri, iş stratejisini bir kuruluşun bilgi teknolojisi yetenekleriyle ilişkilendirir. Çağdaş organizasyonlardaki iş süreçlerinin önemi, bir kurumun iş süreçlerinin sürekli optimizasyonunu sağlayan bir yönetim tekniği olarak iş süreci yönetimine de yol açmıştır (Rahimi vd., 2016: 142). Gerçekten de, bilgi teknoloji destekli iş süreçlerinin artan yaygınlığı göz önüne alındığında, İş Süreçleri Yönetimi ve bilgi teknolojileri yönetimi çalışmaları sıkı bir şekilde bütünleştirilmiştir. Bir iş sağlayıcı olarak bilgi teknolojileri yönetimi, stratejik ve operasyonel planlama seviyelerinde sıralı ve karşılıklı entegrasyonları gerektirir.

İş Süreçleri Yönetimi, bir şirketin gerçekleştirdiği süreçleri stratejik olarak değerlendirmeyi ve kuruluşlardaki iş süreçlerinin etkinliğini ve verimliliğini sürekli olarak iyileştirmek için şunları amaçlar (Meidan, 2017: 71):

- 1) Daha düşük maliyetler elde etmek;
- 2) Kaliteyi arttırmak;
- 3) Aynı iş alanındaki diğer kuruluşlarla ilgili olarak rekabet üstünlüğü

kazanabilmektir Başlıca rolü, süreci, müşterinin ihtiyaçlarına göre ayarlamasıdır (Plesa ve Prostean, 2018: 313).

Günümüzün dinamik iş ortamında, işletmelerin işlerini en iyi şekilde yürütmek için güncel bilgilere ihtiyaçları vardır. Sürmekte olan dijitalleşme ve bağlantılı topluluklar, şirketler ve işletmeler aracılığıyla, değişen parametrelerin yanı sıra değişen iş çerçevesi koşullarının, süreçleri optimize etmek ve kendi şirket için en iyi yönü elde etmek için mümkün olduğunca hızlı bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, kuruluş, mevcut süreçleri modellemek ve yönetmek için İş Süreç Yönetimi'ni kullanır. İş Süreçleri Yönetimi'ni gerçekleştirmek ve süreçleri, verileri ve bilgileri optimize etmek için, organizasyonel süreçleri gerekli kaynaklarla birlikte modellemek amacıyla tüm süreçlerle ilgili bir bilgi envanteri geliştirilmelidir (Paschek, 2018: 182-186). İş süreçleriyle iş stratejisi, müşteri ihtiyaçları ve iş hedefleri ile aynı hizada olmalıdır. Böylece işlem hedeflerine ulaşılması ölçülebilir ve kontrol edilebilir. Kısaca, İş Süreçleri Yönetimi'nin hedefleri, etkinlik ve verimliliğin artırılmasının yanı sıra stratejik ve operasyonel işletme hedeflerine ulaşmaktır.

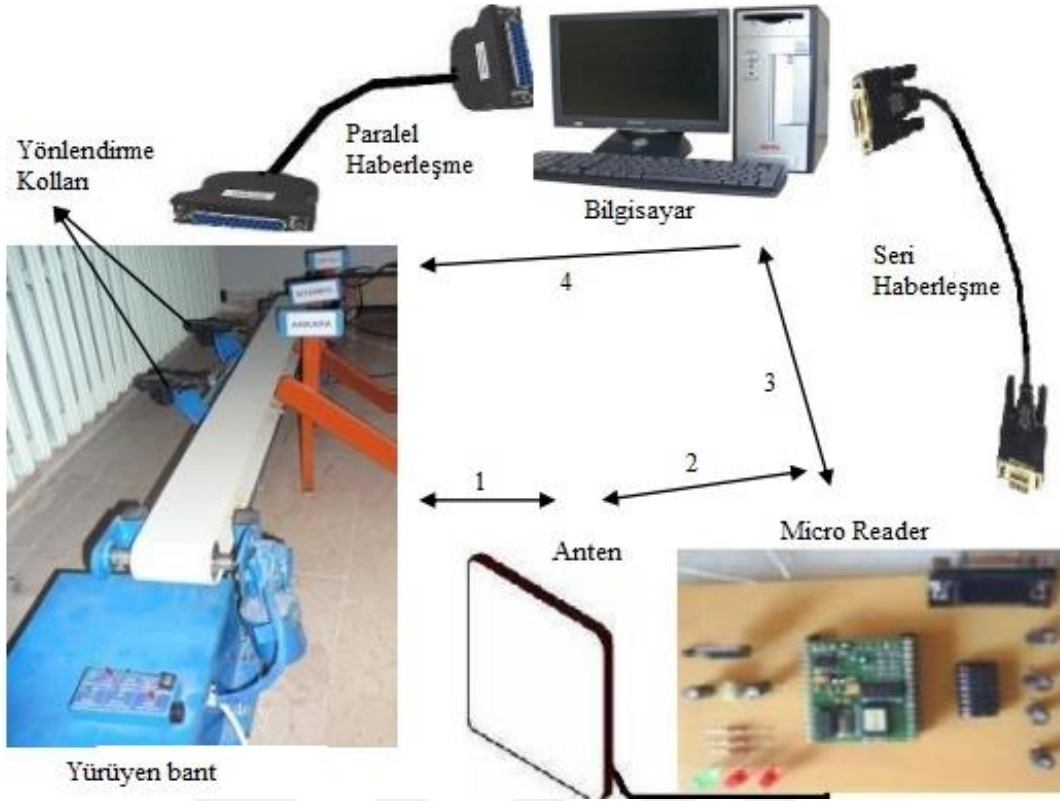
1.11.3. Süreçlerin Görsel Yönetimi

Süreçler;

- 1) Blok şema,
- 2) Süreç haritası,
- 3) İş akış şeması olarak üç değişik biçimde görsel olarak kullanılabilirler.

1) Blok Şema

Bir blok diyagramı mühendislikte kullanılan özel, üst düzey bir akış şemasıdır. Yeni sistemler tasarlamak veya var olanları tanımlamak ve geliştirmek için kullanılır. Yapısı, ana sistem bileşenlerine, ana süreç katılımcılarına ve önemli çalışma ilişkilerine üst düzey bir genel bakış sağlar. İlgi noktalarını veya sorunlu bölgeleri hızlı bir şekilde tanımlamak için sistemin hızlı ve yüksek bir görünümünü sağlar. Özellikle bir sistemin girişine ve çıkışına odaklanır (smartdraw, T. Ya.).



Kaynak: Çakır ve Güngör, 2010.

Şekil 1.40. RFID ile Kargo Yönetimi Sistemi Blok Şeması

Hizmet sektörünün en popüler ve hızlı tempoyla çalışılan mesleklerinden biri kargo sektörü çalışanlarıdır. Bireysel açıdan yapılabilecek kusurların ortaya çıkması da muhtemeldir. Bu yanlışların minimum düzeye indirgenmesi için kendiliğinden denetim sistemi olan, teslimatların gidecekleri şehirlere uygun olarak belirlenmesi RFID ile desteklenmiş olan bir düzen kurulmuştur ve blok diyagram Şekil 1.40'da gösterilmiştir. Teslimatların üzerinde bulunan RFID etiketinde yazan yazılar öncelikle yürüyen bantta hareket halindeyken tespit edilmektedir. Micro Reader sayesinde veriler bilgisayara transfer edilip kendi hafızasındaki veri ortamında analiz edilir ve hangi şehirlere gidecekleri tespit edilir. Yürüyen bantın kolları aktifleşerek şehirlere göre ayırma işlemleri gerçekleştirilir ve teslimatların hareketleri serileşir (Çakır ve Güngör, 2010: 85).

Blok diyagram, tüm ilgili bölümleri ve bunların nasıl takip edilebileceklerini kolay bir biçimde göstererek sürecin anlaşılmasını geliştirir. Hem yeni süreçler tasarlamada hem de mevcut süreçleri iyileştirmede kullanışlı bir araçtır. Her iki durumda da blok diyagram, çalışmanın hızlı ve görsel olarak net bir görüntüsünü sağlar ve ilgilenilen işlem noktalarına hızla yol açabilir. Blok diyagramın uygulama alanları şu şekildedir (Edrawsoft, T. Ya.):

1) Yazılım programcıları fikirleri iletmek ve karmaşık kavramları basitleştirmek için uygular.

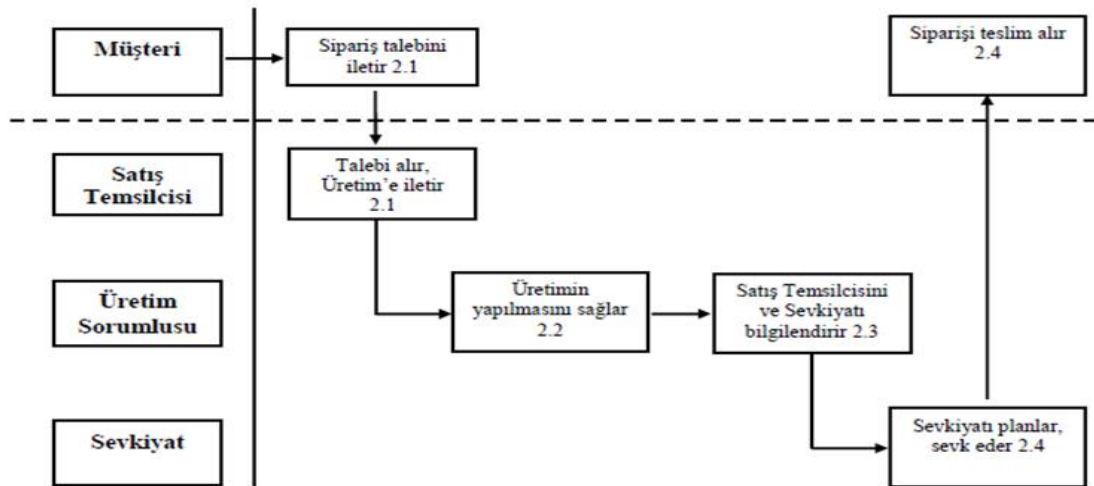
2) Proje yöneticileri, proje görevlerinin görsel olarak birbirine nasıl uyduğunu gösterebilir.

3) Satış ve pazarlama uzmanları sunumlara, tekliflere ve raporlara blok diyagramlar ekleyerek sunumları daha resimsel hale getirebilir.

2) Süreç haritası

Süreç planlama (haritalama), iş süreçlerinin temsilini ve analizini sağlar. Süreç haritaları, bir organizasyonun faaliyetlerini görselleştirme ve denetlemenin araçlarından sadece biridir ve toplu olarak bu görsel yaklaşımlar, artan şeffaflık ve süreç görünürlüğü olarak öne çıkmaktadır (Klotz vd., 2008: 624). Belirli bir görevi tamamlamada gerçekleşen belirli adımları ve eylemleri belgeleme işlemidir (Steckowych ve Smith, 2019: 379). Proses eşlemesi en basit haliyle, bir işlemin bir adımının diğerine akışının görsel olarak gösterilmesidir.

Süreç haritaları bir süreçteki gecikmeleri ve aksamaları görsel olarak vurguladığı için bunlar, iş akışları hakkındaki bilgileri, yöneticilerin kanıtlara dayalı kararlar alabilmesini sağlayan bir formatta gösterir (Barbrow ve Hartline, 2015: 34-35). Süreç haritaları aynı zamanda departmanlar arası iletişimde, özellikle de harita, çok fazla ayrıntı olmadan bir iş akışını anlamaya yetecek kadar bilgi sağladığında yararlıdır.



Kaynak: Tokcan, 2011: 31.

Şekil 1.41. Süreç Haritası - Müşteri Talebinin Karşıllanması Süreci

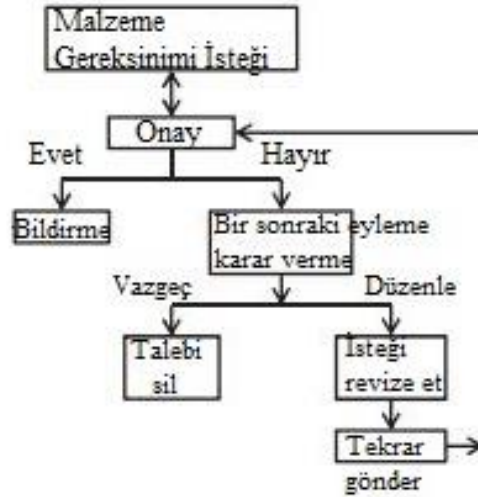
Şekil 1.41'deki süreç haritası örneğinde müşterinin istemiş olduğu sipariş prosesi yer almaktadır. Sol kısımda bu sürece baştan sona destek olan personel bulunmaktadır. Diğer başlıklarda ise süreçte adım adım olan, yer alan ve her bireye ait olan işlemler numaralandırılarak gösterilmektedir (Tokcan, 2011:30).

İşletmelerde işletmelerin iş sistemlerini grafik ve her detay düzeyinde ve karmaşıklıkta görmelerini sağlamak için süreç haritalama etkin bir teknik olarak benimsenmiştir (Wang vd., 2009: 267). Süreç haritalama, işin gerçekte nasıl yapıldığını ve sistemin hangi işlevleri yerine getirmesi gerektiğini, sistemin bu işlevleri yerine getirmek için nasıl inşa edildiğini ayırt ederek süreç akışının bir analiz edilmesidir. Bu yöntemi kullanarak, ilişki, ara bağlantılar ve işlem akışları; tüm işlemlerin ve işlemlerin birlikte görüntülenmesini sağlamak için bir elemanlar topluluğu olarak gruplandırılır ve sistemler düşüncesinde yaygın olarak kullanılan bir yaklaşım olan akışları optimize etmek için gerekli ayarlamaları uygun şekilde yapabilir (Nyemba ve Mbohwa, 2017: 448). Süreç haritalama, üreticilerin, işlevsel sınırları aşan süreçler aracılığıyla faaliyetlerin sırasını kolayca tanımlamalarını sağlar.

3) İş akış şeması

Bir iş akışı diyagramı, bir işin veya çalışmanın nasıl yapılacağını tanımlayan bir eylemler serisini gösterir. Bir iş akışı diyagramı, ister makine ister insan olsun kaynaklar arasında görevlerin nasıl akacağını ve hangi koşulların, sıralamanın ilerlemesini sağlayacağını görselleştirir (smartdraw, T.Yb.). Etkili bir iş akışı modeli; darboğaz analizi, proses atığı tespiti, kapasite yönetimi ve karar verme süreçleri gibi sorunları çözerek proses verimliliğini artıracaktır (Shukla vd., 2014: 274).

Bir iş akışı, temel iş süreciyle ilişkili adımların bir soyutlamasıdır ve genellikle yönlendirilmiş bir grafik olarak modellenir. İş akış şeması; bir program mantık dizisinin, iş veya üretim sürecinin, organizasyon şemasının veya benzeri resmi yapının resmileştirilmiş bir grafiksel gösterimi olarak tanımlar. Bir akış şeması genellikle bir sürecin başından sonuna kadar olan akışını göstermek için kullanılır. Genellikle, doğru sıra sırasına göre bir dizi adım boyunca bizi yönlendirecek şekilde düzenlenmiş, çizgilerle birbirine bağlanmış farklı sembollerden oluşur. Bu semboller şunları içerir: başlangıç ve bitiş, etkinlik, girdi ve çıktı, karar ve bölümdür (Damij vd., 2008: 1128). Bir akış şeması bir başlangıç noktasıyla başlar ve bir bitiş noktasıyla sona erer.



Kaynak: Joglekar vd., 2014: 149.

Şekil 1.42. Malzeme Gereksinimi Talebi İşlemek İçin İş Akışı Örneği

Bir iş akışı örneği, Şekil 1.42’de gösterilmektedir Bir iş akışı esas olarak iş kurallarının, politikaların ve proje yönetiminin modellenmesi ile ilgilidir ve bu nedenle sıkı kontrol ve faaliyet odaklılık söz konusudur. Verilebilenler; somut kararlar, kararı destekleyecek bilgiler veya bilgi tabanının bir parçası olan yayınlanabilir bilgiler olabilir (Joglekar vd., 2014: 148-149). Genellikle bir iş akışı kendisiyle ilişkilendirilmiş bir veya daha fazla belirli öğeye sahiptir.

İş akış şeması, atılan adımların, harcanan zamanın, harcanan mesafenin ve belirli bir işin yapılma şeklinin grafiksel gösterimidir (businessdictionary, T.Yb.). Başarılı bir şekilde oluşturulmuş bir akış şeması, organize ve net bir şekilde doğru iş akışını temsil edecektir (edrawsoft, T.Yb.).

İş akış diyagramı kullanmanın avantajları aşağıdaki biçimde özetlenmiştir (Eternalsunshineoftheismind, 2017).

1) İletişim: Akış şemaları, bir sistemin mantığıyla ilgilenen veya dahil olan herkese ulaşabilmenin daha iyi bir yoludur.

2) Etkili analiz: Akış çizelgesi yardımıyla, problem daha etkili bir şekilde analiz edilebilir, böylece zaman ve maliyet tasarrufu sağlanır.

3) Doğru dokümantasyon: Program akış çizelgeleri, çeşitli amaçlar için gerekli olan ve işleri daha verimli kılan iyi bir program dokümantasyonu görevi görür.

4) Verimli Kodlama: Akış şemaları, sistem analizi ve program geliştirme aşamasında kılavuz veya plan görevi görür.

5) Doğru Hata Ayıklama: Akış çizelgesi hata ayıklama işleminde yardımcı olur.

6) Verimli Program Bakımı: Çalışma programının bakımı akış çizelgesi yardımıyla kolaylaştırılır. Programcının bu kısımda daha verimli çaba sarf etmesine yardımcı olur.

1.11.4. Süreç İyileştirme

Günümüzde, iş süreci modellerinin kurulması ve iyileştirilmesi, bir kuruluşun işleyişinde ve yapısında değişiklik yapılmasını sağlamak için önemli bir araç haline gelmiştir. Aslında, daha başarılı ve rekabetçi bir işletme yaratılmasına yol açmaktadır. Aynı zamanda, tutarlılık, şeffaflık ve faaliyetlerinin etkinliği kavramını da sağlayabilir (Kahloun ve Ghannouchi, 2018: 39). Ek olarak, yüksek kaliteli bir iş süreci modeli elde etmek, tasarım hatalarını azaltmak, uygulandıktan sonra işlemin fonksiyonlarından kaçınmak ve tasarımcının anlaşılması ve bakımı daha kolay bir iş süreci modeli üretmesine yardımcı olmak gibi çeşitli avantajların üretilmesini sağlar.

İş süreci iyileştirme hizmetlerinin kalitesini sürekli olarak iyileştirmeye ve rekabet edebilirliklerini sürdürmeye çalışan kuruluşlar için bir zorluktur. Zaman ve maliyet kontrolünde iş akışı optimizasyon faydalarının farkında olan birçok farklı alandaki kuruluşlar, süreç iyileştirme stratejileri ve metodolojileri benimsemiştir (Abreu, 2013: 320-321). Süreç iyileştirmenin özü, değişim düzeyindeki süreç düzeyini ve performansını arttırmaktır. İş süreçlerini iyileştirmek, kurumsal performansı ve rekabet gücünü artırarak önemlidir. Süreç optimizasyonu, özellikle müşteri ve şirket için katma değeri arttırmaya yöneliktir. Süreçlerin iyileştirilmesi, bir sürecin performansını artıran pozitif değişiklikler yapmak anlamına gelir (Sujova ve Marcinekova, 2015: 297-301). Bir süreci iyileştirmenin temeli, bir sürecin temel performans göstergelerinin hedef değerlerini ve bunların bir süreci ölçerken ve analiz ederken tespit edilen değerlerle karşılaştırılmasını belirtmektir.

İş süreci iyileştirme, bir şirketin iş uygulamalarını ve süreçlerini operasyonel veya stratejik hedeflerine uyacak şekilde değiştirmeyi ifade eder. Bu yaklaşım evrimsel, artan bir şekilde süreç değişikliklerini başarabilir ve bu nedenle radikal yaklaşımdan daha az riskli ve maliyetli olduğuna inanılır (Chung vd., 2007: 390-393). Günümüzün rekabetçi ve küreselleşmiş pazarlarında, şirketler süreçlerinde israfları ortadan kaldırmaya odaklanmalı

ve sürekli iyileştirme girişimleri uygulamalıdır. Süreç iyileştirme, iş süreçlerini tanımlamaya, analiz etmeye ve iyileştirmeye odaklanır (Aqlan ve Al-Fandi, 2018: 261). Bu, kalitenin iyileştirilmesi, israfların giderilmesi ve elde edilen iyileştirmelerin sürdürülmesini içerir.

Kaynak optimizasyonu ve organizasyonel yanıt verme konusundaki iyileştirmelerden yararlanma arayışı, İş süreci iyileştirme metodolojileri için çeşitli önerilerde bulunmuştur. Bugün, prensipleri ve teknikleri ya da iyileştirmelerin odaklandığı hedef alan üzerinde 3 tür süreç iyileştirme yaklaşımı bulunmaktadır. Bunlar; 1) Kurumsal çapta odaklanan 2) Olası iş süreci iyileştirmelerini bulmaya çalışan süreç düzeyinde odaklanan ve 3) İşe yardımcı olan projeye odaklanan yaklaşımlardır (Martins ve Zacarias, 2017: 130).

İş süreci iyileştirilmesi, bir firmanın geçmiş deneyimlerden alınan dersleri kullanarak örgütsel süreçlerde iyileştirmeler yapma ve bu gelişmeleri uygulamak için mekanizmalar oluşturma çabalarıdır. İş süreçlerinin iyileştirilmesi, dahili olarak oluşturulan bilgiye odaklanır ve bu bilgiyi tüm kuruma genişletir (Wang vd., 2014: 679).

İş süreci iyileştirme, örtülü bir iş faaliyetleri serisinin tasarlanıp yönetildiği şekli iyileştirme yöntemidir. İş süreci iyileştirme sayesinde; katkı sağlama, başarı ve işten gurur duyma hissi, iş güvenliğini artırma, memnun müşteriler yaratma, teşvik ve kazanç potansiyelini artırma ve odaklanma ile ilerleme iyileşmesi algısı gibi çok sayıda avantaj elde edilebilir (Islam ve Ahmed, 2012: 285-286).

İş süreci iyileştirme, 21. yüzyıl kuruluşlarının sürekli olarak düşük maliyet ve döngü süresinde daha yüksek kalite elde etmek için temel süreçlerini optimize etmeye çalıştıkları için önemli bir ivme kazanmaktadır. Son zamanlarda yapılan bir ankete göre, kuruluşların %45'inin, iş süreci iyileştirme projelerinde daha fazla katılım olmasını beklediğini ortaya koymaktadır (Raschke ve Sen, 2013: 446). Aslında, iş süreci iyileştirme projeleri bilgi teknolojisi harcamaları için en önemli gerekçelerden biridir.

Devam eden siber-fiziksel sistemlerin ve Nesnelerin İnterneti'nin (IoT) benimsenmesi, çığır açan yeniliklerin getirdiği inanılmaz iş süreci iyileştirmelerine eşlik etmektedir. Akıllı fabrikalara, akıllı tedarik zincirlerine ve akıllı müşteri deneyimine sahip olan Endüstri 4.0 gerçeğe dönüşmüştür ve Endüstri 4.0 aynı zamanda iş süreci inovasyonunu da yönlendirmektedir (Schoenthaler vd., 2015: 1). Bilgi teknolojisinin dinamik gelişimi, düzensiz bir akış yolu olan işletmelerde iş süreçlerini iyileştiren araçların

uygulanmasını sağlar. Endüstri 4.0 kavramı çerçevesinde akıllı sistemlerin kullanılması, çalışma alanının verimli bir şekilde çıkarım ve modellenmesini sağlamak için kaynakları ve süreçleri gerçek zamanlı olarak izlemeyi mümkün kılarak uygulama yolunu kısaltır (Wielki ve Koziol, 2019: 939).

1.12. Toplam Ekipman Etkinliği (Overall Equipment Effectiveness)

OEE, çok basit hesaplamalarla performans oranını belirten bir performans ölçüm metresidir. Tüm önemli verimlilik ölçütlerini dikkate alır. Her parametrenin verimliliği azaltmak için kattığı kayıp miktarını gösterir (Ahire ve Relkar, 2012: 3842). Makineler ve işlevleri artık daha da karmaşık bir hale gelmektedir ve belirli bir makinenin OEE'si, teslimat ve kalitenin müşteri için daha önemli olduğu yerlerde önemli bir rol oynamaktadır. OEE tekniği, kırılmayı en aza indirmeyi, makinenin performansını ve kalite oranını arttırmayı, böylece etkinliği arttırmayı ve kuruluşun iş hacimlerinin artmasını amaçlamaktadır (Kumar vd., 2014: 1711).

OEE, makinelerin kullanımını etkileyen potansiyel sorunlu alanları sürekli olarak belirlerken üretim süreçlerinin sistemisraf analizine yardımcı olur. Ek olarak, OEE sadece elemanların kullanılabilirliğine değil, aynı zamanda performansı ve etkinliği değerlendirmek için performans ve kaliteye dayalı nicel bir ölçüm üretmektedir. İmalat sektöründe OEE'yi doğru anlamak, müşterilerin memnuniyetlerini ve beklentilerini karşılamak için zamanında teslimat ve hizmet kalitesinin sürekli iyileştirilmesi için temel bir stratejidir. Müşterilerin memnuniyetini sağlamak, büyük ölçüde üreticilerin performanslarına, güvenilirliklerine, müşterilerin ihtiyaçlarına cevap vermelerine ve sürekli iyileştirmelerine bağlıdır (Esmael, vd., 2018: 999). OEE'yi yönetmek, üretim işlemlerinin güvenilirliğini sağlamak ve müşterileri ve son kullanıcıları memnun etmek için kullanılan yaklaşımlardan biridir. Bu, üreticinin hem piyasadaki rekabet gücünü hem de dünya standartlarına uymasını sağlayarak güvenilirliği sağlama yoludur.

OEE değerinin sistemden otomatik olarak görülüp hesaplanması işletmelerin her türlü sorununun çözüldüğü anlamına gelmemektedir. Etkin bir dijital sistemin verimli olarak çalışabilmesi için hem teknik altyapı hem de örgütün dijital okuryazarlık kabiliyetini ortaya çıkarabilme yetkinliği açısından oldukça önemlidir. Tüm problemlerin anlık görülebilmesi, kayıt altında tutulması ve iyileştirmenin nerelerde yapılacağının karar verilebilmesi

açısından da yarar görebilmek açısından dijital sistem takibinin bir ekip işi olduğu unutulmamalıdır.

%100'lk bir OEE puanı, durma süresi olmadan, yalnızca en iyi parçaları, mümkün olduğunca hızlı ürettiğiniz anlamına gelir. İşte performansınızın iyi olup olmadığını gösteren OEE'nin kriterleri (intelzone, 2018):

- %100 OEE puanı mkemmeksel üretim göstermektedir. İyi parçalar ürettiğiniz ve durma süreniz olmadığı anlamına gelir.
- %85 OEE, farklı üreticilerin işareti olan dünya standartlarında bir puan anlamına gelmektedir. şirketler için uzun vadeli bir amaç olarak kullanılabilir.
- %60 OEE, tipik olarak adil bir kesikli üretim kabiliyetine sahip olduğunuzu gösterir. Üretim hattınızda iyileştirme için daha boşluklarınızın olduğu anlamına gelmektedir.
- %40 OEE kötü bir skordur. Ancak, şirketinizin %40 puanına sahip olması, daha yüksek bir seviyeye ulaşmak için ciddi iyileştirmeler yapmanız gerektiği anlamına gelir. Kolayca erişilebilen yeni teknoloji ve Endüstri 4.0 süreçleriyle, en büyük kaynağın aksama süresine dikkat ederek ve durma süresi nedenlerini takip ederek puan kolayca arttırılabilir.

Toplam Ekipman Etkinliği (OEE), imalat sanayinde verimin ölçülmesi için gerekli olan nicel bir araç olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Tesisler arasında performans ve güvenilirliği arttırmak için ilgili kayıpları tespit etmek ve ortadan kaldırmak için tasarlanmıştır (Heng vd., 2019: 630). OEE, onaylanmış kalitede ürünler üretmek için harcanan zamanın planlanan üretim süresine oranı (yükleme süresi) olarak tanımlanır. Hem araştırmacılar hem de uygulayıcılar arasında OEE'nin yaygın olarak uygulanmasının temel nedenlerinden biri, basit ancak kapsamlı bir i verimlilik ölçüsü olmasıdır. Sanayinin artan dijitalleşmesi, üretim verilerini otomatik olarak elde etmek ve analiz etmek için araçlar sağlar. şirketler OEE lmnn çoğunlukla merkezi bir bölüm olduğu ve yatırım için önemli bir neden olduğu retim Yürütme Sistemlerine önem vermektedir (Hedman vd., 2016: 128-129). OEE önlemlerinin geçerliliği ve kullanışlılığı büyük ölçüde veri toplanmasına bağlıdır ve teknoloji verilerin kullanılabilirliğini güvence altına alabilir ancak verilerin doğru olduğunu garanti edemez.

OEE, şirketler tarafından yalın üretime doğru gittiği, genellikle hesaplanan kullanılabilirlik oranı, performans oranı ve kalite oranı ile çarpılarak tanımlanan bir yüzde sayısı olduğu belirtilen bir ölçüm yöntemidir. Hatların ekipmanlarının tam potansiyelleriyle ilgili olarak ne kadar iyi kullanıldığının bir ölçüsüdür. OEE'yi ölçmenin temel amacı, kısıtlama veya darboğaz ekipmanlarının daha etkin çalışmasını sağlamaktır. OEE ve bireysel faktörleri, ekipmanın nerede zaman kaybettiğini görmek için tesis numaralarını verecektir. OEE'nin başarılı bir şekilde hesaplanması, gerçek ekipman kullanımını yansıtan güvenilir veriler gerektirir. Tahmin edilen kullanım, yöneticiler zaman kayıplarının nedenlerini belirleyebilir ve bu kayıpları azaltmaya çalışabilir. OEE üç yüzde faktörün çarpımının ürünüdür. Bunlar; kullanılabilirlik, performans verimliliği ve kalite oranıdır (Puvanasvaran vd., 2013: 273).

Uygunluk = Fiili üretim süresi \ Planlanan üretim süresi

Performans = Geçerli çalışma hızı \ İdeal çalışma hızı

Kalite = Sağlam ürün (çıktı) \ Toplam ürün (çıktı)

OEE = Kullanılabilirlik × Performans × Kalite

- **Kullanılabilirlik:** Kullanılabilirlik, makinenin üretim için gerekli olan yerlerde ne sıklıkta bulunduğunu gösteren bir yüzde sayıdır. Cihazda ölçülen aksama süresi, olan arıza ve ayarın ilk ikisinde birikir.
- **Performans:** Performans verimliliği, küçük duruş ve yavaş çalışma süresini (kayıt dışı duruş) dikkate alır. İdeal çevrim süresi, gerçek çalışma süresine bölünerek üretilen toplam parçalarla çarpıldığı etkin performansı hesaplamak için gereklidir.
- **Kalite:** Kalite oranı üretim sırasında reddedilen parçalardan dolayı kaybedilen zaman ve ilk başlangıçtan proses stabilizasyonuna kadar olan kayıpları (ayar, set-up firesi ve üretim firesi) kapsar.

OEE aracı, ekipman verimliliğini azaltan kayıpları belirlemek için tasarlanmıştır. Bu kayıplar kaynakları tüketen ancak değer yaratmayan faaliyetlerdir. Kayıplar, kronik ya da seyrek olan üretim bozukluklarından kaynaklanmaktadır. Kronik bozukluklar küçük ve gizlidir ve eşzamanlı olarak ortaya çıkan çeşitli nedenlerin bir sonucudur. Diğer taraftan, seyrek rahatsızlıklar daha çabuk ortaya çıkmaktadır, çünkü hızlı bir şekilde ortaya çıkarlar

ve normal durumdan büyük sapmalar gösterirler. Nakajima'nın (1988) bahsetmiş olduğu altı büyük kaybı ortadan kaldırarak entegre iş gücünün genel ekipman verimliliğini sağlamak için çaba gösterdiği aşağıdan yukarıya bir yaklaşımdır. Altı büyük kayıp bira fabrikasındaki bir paletleme tesisinden bazı örneklerle aşağıda verilmiştir (Muchiri ve Pintelon, 2008: 3519-3520).

Duruş kayıpları

1) Arıza kayıpları, ekipman arızası veya bozukluğundan kaynaklanan zaman kayıpları ve miktar kayıpları olarak sınıflandırılmıştır. Örneğin, bir bira fabrikasında paletleme tesisi motorunun parçalanması aksama süresine ve dolayısıyla üretim kaybına neden olur.

2) Kurulum ve ayar kayıpları, üretim bir maddenin ihtiyacından diğerine geçerken değiştiğinde meydana gelir. Bir bira fabrikasında, farklı ürünler arasındaki kurulumlar, başlatmalar sırasında test etme ve makinelerin ve cihazların ince ayarlarının yapılması sırasında bu tür bir kayıpla karşılaşılır.

Hız kayıpları:

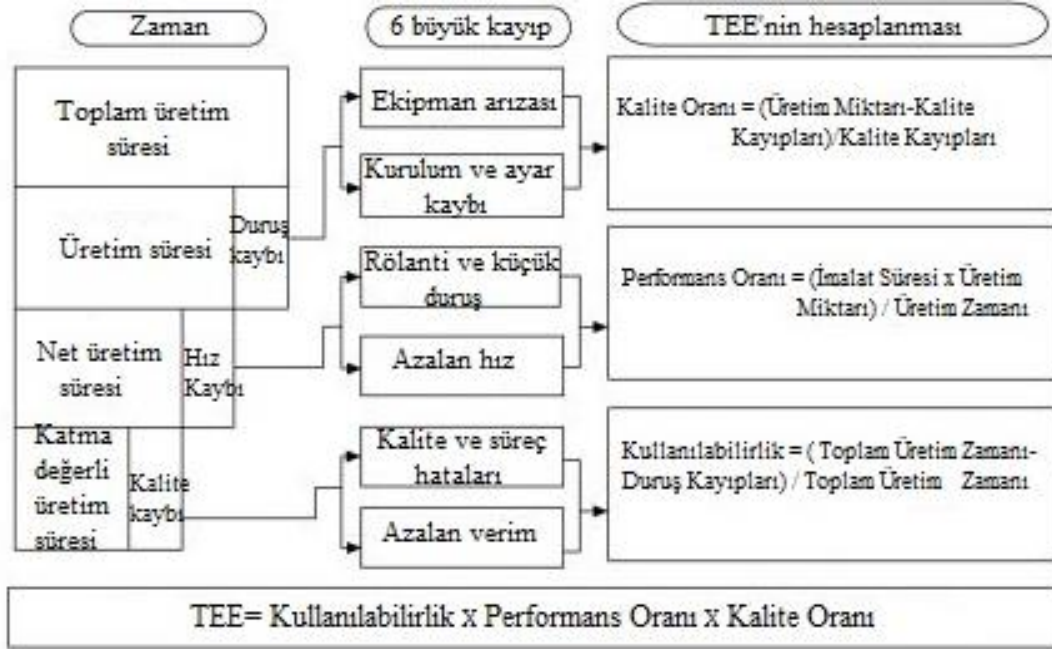
3) Üretim geçici arıza nedeniyle kesintiye uğradığında veya bir makine rölantide iken boşta kalma ve küçük durma kayıpları meydana gelir. Örneğin, paletleme makinelerindeki kirli fotoseller küçük durmalara neden olur. Hızlı bir şekilde sabitlenmelerine rağmen, sıklıkları nedeniyle çok fazla kapasite kaybına neden olmaktadır.

4) Azalan hız kayıpları, ekipman tasarım hızı ile gerçek çalışma hızı arasındaki farkı ifade eder. Bir paletleme tesisinde, kullanılmayan paletlerin kullanımı, aynı sayıda şişe için hız kaybına neden olan daha uzun işlem sürelerine yol açar.

Kalite kayıpları

5) Kalite kusurları ve yeniden işleme, hatalı çalışan üretim ekipmanlarının neden olduğu kalite kayıplarıdır. Örneğin, bazı palet tipleri palet bozar ile paketleyici arasında sıkışmış ve hasar görmüştür.

6) Başlatma sırasındaki düşük verim, makinenin başlatılmasından stabilizasyona kadar olan verim kayıplarıdır. Örneğin, tesiste gece vardiyası ile sabah vardiyası için zayıf hazırlık, doldurma musluklarında sorunlara yol açar ve böylece verimi düşürür.



Kaynak: Ahuja ve Khamba, 2008: 725.

Şekil 1.43. Altı Ana Üretim Kaybına Dayanarak OEE'nin Hesaplanması

Altı ana kayıp, ekipman arızası / arıza kaybı, kurulum ve ayar kayıpları, rölanti ve küçük durma kayıpları, kusur ve yeniden işleme kayıpları ve başlangıç kayıplarını içerir. Altı ana kaybın üretim sistemi üzerindeki etkisini göz önünde bulundurarak OEE'nin hesaplanması Şekil 1.43'de gösterilmektedir (Ahuja ve Khamba, 2008: 724). OEE ölçümlerini kullanmak ve disiplinli bir raporlama sistemi oluşturmak, bir kuruluşun başarısı için kritik olan parametrelere odaklanmasına yardımcı olur.

Dünya standartlarında üretime ulaşma arayışında, dünya çapındaki örgütler şimdi işletmelerle ilişkili verimsizlikleri tespit etmek için üretim sistemlerinin ayrıntılı analizine güvenmektedir. Ekipman kaynaklı kayıplar dışında, insan performansını etkileyen faktörlerin ve enerji / verim verimsizliklerinin dünya standartlarında performans elde etmek için uygun bir şekilde hesaba katılması gerektiği görülmüştür. Toplam 16 kayıp tanımlanmış ve kayıpların etkisini azaltmak veya üretim sistemlerinden kaynaklanan kayıpları ortadan kaldırmak için stratejiler geliştirilmiştir. Aşağıda verilen 16 çeşit kaybı listeleyen ayrıntılı bir sınıflandırma verilmiştir (Venkatesh: 2007: 16).

Tablo 1.14. Üretim Performansını Etkileyen 16 Büyük Kayıp

Kayıp	Kategori
1. Arıza kayıpları 2. Kurulum / ayar kayıpları 3. Takım değişimi 4. Başlangıç kaybı 5. Küçük duruşlar / Rölanti kaybı. 6. Hız kaybı 7. Hatalı üretim 8. Kapatma kaybı	Ekipman verimliliğini azaltan kayıplar
9. Yönetim kaybı 10. Çalışma hareketi kaybı 11. Hat organizasyon kaybı 12. Lojistik kayıp 13. Ölçüm ve ayar kaybı	İnsanın iş verimliliğini engelleyen kayıplar
14. Enerji kaybı 15. Sarf malzeme kaybı 16. Verim kaybı.	Üretim kaynaklarının etkin kullanımını engelleyen kayıplar

Kaynak: Venkatesh: 2007: 16.

OEE'nin başarılı bir şekilde hesaplanmasının veri toplama yeteneğine bağlı olduğu açıktır. Veriler güvenilir değilse, hesaplanan OEE değeri gerçek ekipman kullanımını yansıtmayabilir. Ayrıca, her bir kayıp sınıflandırmasının bir ekipman durumuna karşılık geldiğini kabul etmek önemlidir. Örneğin, bir makinenin planlanmış bakım zamanı ile ilgileniyorsak, makine planlanmış bakım durumundayken verilerin toplanması gerekir. OEE hesaplanırken her şirket doğruluk seviyesi ve veri toplama kabiliyeti nedeniyle farklı ekipman durumları gerektirebilir (Jeong ve Phillips, 2001: 1406-0407).

Üretim ekipmanının altı ana aşaması şu şekildedir (Ron ve Rooda, 2005: 191).

1) Programlanmamış durum: İşlenmemiş vardiya, hafta sonları ve tatil günleri (başlangıç ve kapanış dâhil) gibi zamanlarda ekipmanların üretimde kullanılması planlanmamıştır.

2) Planlanmamış duruş: Ekipman, planlanmamış duruş süreleri, örneğin bakım gecikmesi (personel veya parçaların bakımı beklenir), tamir, sarf malzemelerinin veya kimyasalların değiştirilmesi nedeniyle amaçlanan işlevini yerine getirecek durumda değildir.

3) Planlanmış duruş: Planlanmış aksama süresi olayları nedeniyle ekipmanın amaçlanan işlevini yerine getirmesi mümkün değildir. Bu durum içerdiği faaliyetler: üretim testi, önleyici bakım ve kurulum.

4) Mühendislik (Teknik) durumu: Ekipman, amaçlanan işlevini yerine getirebilecek durumdadır, ancak mühendislik deneyleri yapılması için işletilmektedir. Mühendislik durumu şu şekilde faaliyetler içermektedir: proses mühendisliği, ekipman mühendisliği ve yazılım mühendisliği vb.

5) Boşta bekleme durumu: Ekipman, amaçlanan işlevini yerine getirebilecek durumdadır ancak kullanılmamaktadır. Bekleme durumu aşağıdaki etkinlikleri içerir: mevcut operatör yokluğu (aralar, öğle yemeği ve toplantılar dahil), mevcut öğe yokluğu (mevcut destek ekipmanlarının bulunmamasından kaynaklanan öğeler dahil değil) ve destek araçları yokluğu vb.

6) Üretkenlik durumu: Ekipman amaçlanan işlevini yerine getirir. Verimlilik durumu, düzenli üretim (birimlerin yüklenmesi ve boşaltılması dâhil), üçüncü şahıslar için çalışma, yeniden işleme ve üretim birimleriyle birlikte yapılan mühendislik çalışmaları gibi faaliyetleri içerir.

OEE, Endüstri 4.0 konseptine mükemmel bir şekilde uygundur ve Endüstri 4.0 felsefelerinin uygulanmasının etkinliğini ölçen metriktir. Nesnelerin İnterneti (IoT), imalat ajanslarının enstrümantasyon ve analitik yoluyla ekipman performansının detaylı bir şekilde anlaşılmasıyla OEE değerlendirmelerini geliştirmelerine yardımcı olmaktadır. IoT çözümleri, OEE değerlerini birçok yönden iyileştirmeye yardımcı olur (intelzone, 2018):

1) Bakım planlamasını, programları ve kaynakları optimize etmek için geçmiş süreç ve performans verilerini analiz eder.

2) Arızaları önlemek için öngörücü bakımla, makinelerinin bozulmasıyla ilgili uyarıları önceden alır.

3) Daha düşük bakım maliyetleri, daha az malzeme ve sarf malzemesi ve daha fazla ekipman kullanılabilirliği sağlar.

4) Üretim hattının kalitesi dikkatle izlenecektir. Proses parametrelerini izlemenizi, makinelerin kalibrasyon, sıcaklık, hız ve üretim zamanlarını bulmanıza yardımcı olur.

5) Tedarik zincirinin yönetiminde yardımcı olur. Endüstriler, önceki üretim sonuçlarını yenileri ile karşılaştırabilir. Gelecek programlarında nasıl çalışacaklarına karar vermelerine yardımcı olur.

Yenilikçi IoT ile ilgili yeni ekipmanlarla şirketler, teknolojiyi düzgün bir şekilde uygulayarak, daha yüksek bir OEE puanına kolayca ulaşabilirler. Üretim organizasyonları, OEE’de gelişmeler sürdürmeye devam edecektir. Yukarıda maddeler analiz edildiğinde, nesnelerin interneti sayesinde önemli ve ölçülebilir gelişmeler sağlanabilir.

2. BÖLÜM

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Tüm araştırmayı kapsayan, Yalın Üretim Teknikleri, İmalatta Dijitalleşme, Süreç İyileştirme ve Toplam Ekipman Etkinliği (OEE) Yöntemi kavramlarıyla ilgili çalışmalar, birbirleriyle bütünleşik olduğundan ve çalışmaların sonuçlarına bakıldığı zaman, araştırmacıların, asıl hedefin, işletme sahiplerinin müşteri odaklılık, kaliteyi arttırma, maliyetleri düşürme, katma değeri olmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılması, rekabet avantajı sağlamak için teknolojinin süreçlere entegre etme çalışmaları, operasyonel doğruluğu, etkinliği ve / veya verimliliği artırabilecekleri alanları belirlemek için prosedürlerini analiz etmek ve ardından iyileştirmeleri gerçekleştirmek amacıyla bu süreçleri yeniden tasarlamak için kullandıkları yöntemlerin, aslında bize ortak bir yaklaşım içerisinde olduklarının sonucunu doğurduğundan ötürü bu çalışmalar, ayrı başlıklar altında toplanmamış olup, hepsi bir arada verilmiştir. Literatürde tez çalışmasıyla konu olarak bağlantılı olan çalışmalar aşağıdaki Tablo 2.1’de özetlenmiştir.

Tablo 2.1. Yalın Üretim Teknikleri, İmalatta Dijitalleşme, Süreç İyileştirme ve Toplam Ekipman Etkinliği (OEE)'Ne İlişkin Çalışmalara Genel Bakış

Yazar ve Yılı	Yöntem	Bulgular
Temiz vd. (2010)	-TPM -OEE	-Geliştirilen veri taslağında bütün harici noktalar, proses noktaları, veri saklama ünitesi ve veri süreci için bir sistem meydana getirilmiştir. -TPM performansını maksimum seviyeye ulaştırmak ve OEE değerlerinin artırılması, kayıpların azaltılması için OEE enformasyon düzeneği oluşturulmuştur.
Çakır ve Özveri (2012)	-Yalın Altı Sigma -Analitik Hiyerarşi Prosesi -Değer Akış Haritalama -Pareto Analizi	-Nisan ayı verilerine bakıldığında, sigma düzeyi 2,7, bir milyon ihtimalde hata seviyesi fazla çıkmıştır. Bu bağlamda, kusur fazlaysa bu seviye de artmaktadır. Aralık ayında ise, sigma düzeyi 3,8 olup, bir milyon ihtimalde hata seviyesi düşüktür. -İyileştirme bölümünde, işlemlerdeki operatör sayıları azaltılmış ve maliyet düşüşü gerçekleştirilmiştir. -İyileştirmeler gerçekleştirildikten sonraki kontrol aşamasında bir milyon ihtimalde hata seviyelerinde düşüş olduğu ve hurda adetlerinde azalma görüldüğü tespit edilmiştir. Uygulanan iyileştirmelerle beraber aylık ortalama, 3.503 TL birikim yapılmıştır.
Maraşlı ve Kemahlı (2013)	-OEE -Üretimi Takip Etme ve Süreçleri İyileştirme Sistemi	-Pilot çalışması yapılmadan önceki durum şu şekildedir: OEE oranı %50, iş emirlerinin üretim takip formlarıyla operatörlere verilmesi, herhangi bir arıza veya problemde ikaz düzeneğinin bulunmaması, üretim takip formundan gelen verilerin kurumsal kaynak planlaması yazılımına 2 gün sonra teslim edilmesidir. -Pilot çalışmasından sonraki durum özetlenirse; OEE oranı %75'e kadar artmıştır, operatörler sisteme anında girdikleri için yöneticiler tüm durumları ve süreçleri anlık izleyebiliyor ve veriler kurumsal kaynak planlaması yazılımına hiç beklenmeden girilebiliyor, herhangi bir arıza durumunda ikaz sisteminin yürürlüğe girerek bakım ünitesine sinyal gitmesi ve yöneticilere e-mail, telefonla mesaj gibi yöntemlerle yansıtılması gibi iyileştirme kazanımları olmuştur.
Kolberg ve Zühlke (2015)	<u>Kavramsal Çalışma</u> -Endüstri 4.0 -Yalın Üretim -Andon Sistemi ve Kanban Üretim Örneğiyle Siber Fiziksel Sistem Örnekleri	-Endüstri 4.0 çözümlerini yalın üretim yöntemleriyle birleştiren kapsamlı bir çerçeve eksikliği olduğundan dolayı Andon prensibini desteklemek için akıllı saatler veya esnek bir Kanban üretim çizelgelemesi için siber fiziksel sistemler aracılığıyla örnekler göstermiştir. -Araştırma yaptıkları Alman Yapay Zeka Araştırma Merkezi'ndeki Yenilikçi Fabrika Sistemleri Bölümü'nde yalın otomasyon alanındaki araştırmalarını derinleştireceklerini, mevcut Endüstri 4.0 çözümlerinin yalın üretime aktarılması ve siber fiziksel sistemlerin çalışma istasyonları için standart yapı taşları olarak uygulanması üzerinde durulacaktır.

Tablo 2.1. Yalın Üretim Teknikleri, İmalatta Dijitalleşme, Süreç İyileştirme ve Toplam Ekipman Etkinliği (OEE)'Ne İlişkin Çalışmalara Genel Bakış (Devamı)

Yazar ve Yılı	Yöntem	Bulgular
Koçak (2016)	-OEE -OEEP -NEE -ÜEE -TAEE -AHP -TÇE -TTE	-OEE hesabının detayları, üretim sürecindeki duruşlar ve OEE hesabına etkilerinin detaylarına inilmiştir. -İkinci kısımda, OEEP (Toplam Ekipman Etkinliği Performansı)'nın hesaplanması üretim duruşlarıyla bütünleştirilmiştir. -Üçüncü olarak, NEE (Net Ekipman Etkinliği)'de OEE'nin bazen verimli sonuç vermediğinden bahsedilmiş olup, ekipmanın faaliyet içerisindeyken gerçek aktivitesini ve niteliğini görebilmek için NEE hesaplamasından zaman zaman faydalanmak gerektiği vurgulanmıştır. -Dördüncü bölümde, ÜEE (Üretim Ekipman Etkinliği) konusuna değinilmiş olup, OEE hesaplanırken kullanılan değişkenlerin dağılımının aynı önemiyette olduğundan ötürü, doğru sonucun belki de ÜEE'de olan farklı dağılımlara sahip olma halinden geçebileceğinden de bahsedilmiştir. -Beşinci olarak, TAEE (Toplam Ağırlıklandırılmış Ekipman Etkinliği)'ndeki teori, OEE'nin kriterlerini meydana getiren tüm detaylı bileşenlerin dağılımında AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) temelli Sıralama Merkezi metodu aracılığıyla bu kriterler, farklı ağırlıklandırılmış üretim kayıplarını simgelediğinden ötürü TAEE'nin önemli olduğundan söz edilmiştir. -TTE (Toplam Tesis Etkinliği) ile OEE'nin kıyaslanması kısmında yazar; OEE, işletmedeki araç ev gereçlere sadece yararlı olacak şekilde icraata odaklanan bir kriterken, TTE ise, değişik prosesler, araç-gereçler ve makinalarla alakalı bağlantıya önem göstermektedir.
Adalı vd. (2017)	-DAH	-Sac bölümünde ortaya çıkan darboğazların montaj kısmına etki eden negatif yönlerini saptanmıştır. -Proses aşamasında yer alan bütün olumsuz durumlar (israflar) elimine edilmeye çalışılmıştır. Yapılan iyileştirmeler sonucunda, mevcut durum haritasında girdiden sevkiyata kadar olan yekûn akış zamanı 13,08 olup, gelecek durum haritası ile zaman 4,35 güne indirgenmiştir. Prosesin üreteceği ürünü tamamlama sıklığı 6.360 saniyeden 5.880 saniyeye indirilmiştir olup %8'lik bir gelişme gözlemlenmiştir. -Rakamlar, önceki yapılan araştırmalarla kıyaslandığında standartların üzerinde olduğu tespit edilmiştir ve stok yönetiminde de bir gelişim sağlandığı belirtilmiştir.

Tablo 2.1. Yalın Üretim Teknikleri, İmalatta Dijitalleşme, Süreç İyileştirme ve Toplam Ekipman Etkinliği (OEE)'Ne İlişkin Çalışmalara Genel Bakış (Devamı)

Yazar ve Yılı	Yöntem	Bulgular
Dombrowski vd. (2017)	-260 adet örneğin Endüstri 4.0 kullanım durumları, Endüstri 4.0 unsurlarının uygulanmasına ilişkin olarak işletmelere yapılan analiz çalışması	-Kullanım durumlarının analizi, uygulanan Endüstri 4.0 elemanlarının Endüstri 4.0 teknolojileri, Endüstri 4.0 sistemleri ve Endüstri 4.0 işlemiyle ilgili özellikler gibi kategorilere ve uygulanan proseslerle ilgili özelliklere ayrılabilceğini ortaya konmuştur. -Endüstri 4.0 elemanları ve Yalın Üretim Sistemleri ilkeleri arasındaki korelasyonlar kantitatif olarak analiz edilmiş olup, Endüstri 4.0 teknolojileri ve Yalın Üretim Sistemleri ilkeleri kategorisindeki en yüksek karşılıklı bağımlılık, israf ve bulut bilişimin önlenmesi arasında tanımlanmıştır. -37 kullanım durumunda, sıfır hata ilkesine atanabilecek işlemlerde büyük veriler kullanılmıştır. Sıfır hata prensibi ile büyük veriler arasında bir başka yüksek bağımlılık ortaya çıkmıştır.
Prinz vd. (2017)	APPSist (yardım sistemi) - Akıllı Üretim için Akıllı Bilgi Servisleri araştırma projesi - APPSist prototip olarak uygulanmış ve Öğrenme Fabrikasında test edilmiştir	-Bu ilk çalışmada hiçbir destek sistemi kullanılmamıştır. Sistem prototip olarak senaryo olarak geliştirilmiştir. -Toplam ekipman etkinliği de sistem sayesinde verilerin temel sonuçları iyileşecek ve iyileştirmenin işyerinde öğrenmeyi mümkün kılmının olası olduğu açıkça anlaşılması gerektiğine ulaşılmıştır.
Wagner vd. (2017)	- Endüstri 4.0 Etki Matrisi Kavramı Modeli	-Bu matrisin geliştirilmesi süreci, yüksek bir olgunluk düzeyinde entegre bir yalın üretim sistemine sahip otomotiv bir şirketine uygulanmıştır. -Tam zamanında teslimat çözümü için bir siber fiziksel süreç sistemi tasarlanmıştır. -Endüstri 4.0'ın yalın üretim sistemleri üzerindeki etki matrisi, Endüstri 4.0 teknolojilerini tasarlamaya ve geliştirmeye başlamak için bir çerçeve sunmaktadır. Siber fiziğin tam zamanında teslimat uygulaması kullanımı, matrisi temel alan Endüstri 4.0 teknolojilerinde yapılan yalın süreç iyileştirmeleri için bir örnek teşkil etmektedir.
Ersöz vd. (2018)	-OEE İzleme Sistemi -TPM	-Deneme istasyonu olarak belirledikleri ocak kısmında toplam verimli bakım felsefesini işleme sokarak üretkenliğin yükseltilmesi amaçlanmış olup toplam ekipman etkinliği yöntemi ile veriler analiz edilmiştir ve tüm OEE sistemini izleme sistemi geliştirilmiştir -Tüm çalışmaların sonucunda, OEE değerlerinde aylara göre olumlu bir artma mekanizması gözlemlenmiş olup, değerler şu şekilde özetlenmiştir; Kasım ayı %71, Şubat ayı %72 ve Nisan ayı %74 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 2.1. Yalın Üretim Teknikleri, İmalatta Dijitalleşme, Süreç İyileştirme ve Toplam Ekipman Etkinliği (OEE)'Ne İlişkin Çalışmalara Genel Bakış (Devamı)

Yazar ve Yılı	Yöntem	Bulgular
Hoellthaler vd. (2018)	-Yalın bir üretim sisteminde dijitalleşme potansiyellerinin belirlenmesi için model önerilmiştir.	-Yalın üretim sistemlerinde dijital teknolojilerin uygulanmasının karlılığını ölçen KOBİ ortamında metodolojik bir yaklaşım talebini ortaya koymaktadır. -İmalatçı firmalara dijital teknolojilerin uygulanmasıyla yalın üretim sistemlerinin verimliliğini ve verimliliğini artıracak potansiyelleri belirleme yolunda kılavuzluk edecektir.
Lugert vd. (2018)	-Dinamik Değer Akışı Yönetimi” Dijital Modeli	-Verilerin, kilit rakamların sağlama süresi, teslimat güvenilirliği, stok ve OEE'nin özelliğinin referanslarıyla incelenmesi hedeflemektedir. -Dinamik Değer Akışı Yönetimi, Endüstri 4.0'da yer alan teknolojileri kullanarak değer akışı tüm üretim sisteminin ana odağına getirmek için yenilikçi bir yaklaşımdır.
Mayr vd. (2018)	- Endüstri 4.0 araçları ve yalın yöntemleri birleştirme” Matrisi	-Çeşitli Endüstri 4.0 araçlarının sekiz yalın yöntemini nasıl destekleyebileceğini açıklanmıştır. -Bulgular, Endüstri 4.0 bileşenlerinin, toplam verimli bakım ve değer akış haritalama teknikleriyle orantılı çıkmış olup, bu iki teknikle bileşenlerin birbirleriyle daha da nasıl geliştirilmesi gerektiğinin araştırılmasına dikkat çekilmiştir.
Sarı (2018)	-Kaizen -Spagetti Diyagramı -TPM -Süreç İyileştirme	-Toplam verimli bakımda oluşan arızalar tespit edilmiş ve çözüm yöntemleri saptanmıştır. 5S ve SMED uygulamalarına ağırlık verilmeye başlanmıştır. -Yapılan yalın teknik metotlarının sonucunda, %30'dan %85'e çıkan iyileştirme başarısı sağlanarak vakit ve aksiyon konusunda artırım gerçekleştirilmiştir. -Ek olarak, 105.599 Euro gelir kazandıklarını açıklamışlardır. Yitirilmiş olan vaktin üretim proseslerine transformasyonu sayesinde 3.485.714 Euro kazanç elde edeceklerini hesaplamışlardır.
Sony (2018)	-Endüstri 4.0 ve yalın yönetimin özet bir literatür taraması -Endüstri 4.0 ve yalın yönetim arasında test edilebilir araştırma önerileri ve modeli	-Bu makalede önerilen 15 önerme kullanarak yalın yönetim entegrasyonu, organizasyonun amaçlanan faydaları elde etmek için organizasyon kaynaklarını daha iyi kullanmasına yardımcı olacaktır ve bu konudaki çalışmaların literatürde yetersiz olduğundan bahsedilmiştir. -Bu çalışma, Endüstri 4.0 ve yalın yönetimin bütünleştirici bir modelini önermektedir.

Tablo 2.1. Yalın Üretim Teknikleri, İmalatta Dijitalleşme, Süreç İyileştirme ve Toplam Ekipman Etkinliği (OEE)'Ne İlişkin Çalışmalara Genel Bakış (Devamı)

Yazar ve Yılı	Yöntem	Bulgular
Uriarte vd. (2018)	-Endüstri 4.0 bağlamında yalın ve simülasyonun rolü üzerine bir derleme -Simülasyon Bazlı Optimizasyon (SBO) veya Simülasyon Bazlı Çok Amaçlı Optimizasyonun (SMO) bir arada kullanılma senaryosu	-Yapılan inceleme, yalın ilkelerin, gelecekteki şirketlerin verimliliğini sağlamak için hala çok önemli olacağı sonucuna varmıştır. Benzer şekilde, simülasyon Endüstri 4.0 çözümleri içerisinde oldukça karmaşık ve dinamik bir senaryoda iyileştirmelerin değerlendirilmesini kolaylaştırmak için kilit bir araç olacaktır. -Yalın, simülasyon ve optimizasyonun birleştirildiği kavramsal bir çerçeve, bu kombinasyonun avantajlarının Endüstri 4.0 kapsamında vurgulandığı durumlarda ortaya konmuştur. Bu kombinasyon, geleneksel karar verme sürecini geliştirecek, hızlandırma sistemindeki gelişmeleri ve yeniden yapılanmayı hızlandıracak ve örgütsel öğrenmeyi destekleyecektir. -Farklı amaçlar için SMO olarak: değerlendirme, kolaylaştırma ve eğitimin çok önemli olduğu vurgulanmıştır. Yalın ve SMO'ların nasıl birleştirileceğine dair ayrıntılı bir açıklamanın açıklandığı bu araştırma sonucunda endüstriyel bir el kitabı da üretilmiştir.
Yıldız ve Uğur (2018)	-Endüstri 4.0 bileşenlerinin Yalın Üretim Sürecine olan katkılarına dair literatür çalışması	-Öncelikle, işletmelerin yalın üretim felsefesini benimsemeleri, israflarından kurtulup, darboğazlarını belirleyerek proseslerini iyileştirme kapsamalarına almaları gerektiği belirtilmiştir. -Daha sonra Endüstri 4.0'ın teknik bileşenleri proseslerine entegre ederek verimliliklerini maksimum seviyeye ulaştıracaklarını saptamışlardır.
Hitpass ve Astudillo (2019)	-Endüstri 4.0'ın iş süreçleri yönetimi üzerinde güçlü bir etkisi olacağına dair literatür çalışması	-Bu durumun, sadece aynı üretim sahasında değil aynı zamanda işletme genelinde akıllıca makine ve sistemlerin birbirine bağlanmasının yaygın bir şekilde benimsenmesini gerektirdiğini, bütün iş süreçlerinde ve toplumun küresel düzeyde etkileşim kurma biçiminde yenilik için muazzam bir potansiyel ortaya çıkardığını tespit etmişlerdir. -Endüstri 4.0'ın, yeni tür iş süreçlerine doğru net bir eğilim göstermekte olduğunu ve otomatik organizasyon süreçlerinin gerçek zamanlı kontrolünü sağladığı önemle belirtilmiştir.

Temiz vd. (2010), bir döküm işletmesinde yapmış oldukları araştırmada, yalın felsefeyi ve TPM (Toplam Verimli Bakım) faaliyetlerinin performansını kontrol altında tutmak ve maksimum seviyelere getirebilmede etken bir gösterge ölçütü olan OEE (Toplam Ekipman Etkinliği)'nin hesap edilmesi ve çıkan sonuçların arttırılmasına özgü araştırmalardan bahsedilmiştir. Sonuçların daha detaylı analiz edilmesine yardımcı olacak bir enformasyon düzeneği oluşturulmuştur. Bu bilgi mekanizması sayesinde tüm çalışanlar sonuçlara daha seri bir şekilde ulaşabilecek hem de daha doğru yorum yapma şansına ulaşabileceklerdir. Geliştirilmiş olan OEE enformasyon düzeneği ara yüzünde, kusurlu nedenler ve iyileştirilebilecek birimlerin saptanmasına olanak tanınmıştır. Geliştirilen veri taslağında bütün harici noktalar, proses noktaları, veri saklama ünitesi ve veri süreci için bir sistem meydana getirilmiştir. İki kısımdan oluşan sistemde, aksiyon kartvizitinde her günün üretim duruşlarına ait numaralandırmalar ve zamanları kaydedilmektedir. İmalat kartvizitinde ise, operatörlerin imalatla geçirmiş olduğu her güne ait faaliyet süresi, mamul ve hurda adetleri işlenmektedir. OEE'nin tüm bileşenleri detaylı olarak görüntülenmekte ve analiz edilebilmektedir. Sistemin teknik açıdan daha da şekillendirilerek, kayıpların azaltılması ve süreçlerin azaltılması hedeflenmektedir.

Çakır ve Özveri (2012), otomotiv yan sanayi sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede, Yalın Altı Sigma metodunu gerçekleştirerek, proseslerin iyileştirilmesini ve müşterinin para vermeye yanaşmadığı, müşterinin gözünde bir değer yaratmayan etkinliklerin ortadan kaldırılması hedeflenmiştir. Öncelikle, DMAIC (Tanımla-Ölç-Analiz et-Geliştir- Kontrol et) tekniğinden yola çıkılarak Yalın Altı Sigma metodu uygulanmıştır. Proseslerdeki parametreleri indirgeyerek sigma düzeyinin büyümesi, israfların ortadan kaldırılması, proseslerin düzeltilmesi, mamulün elde edilinceye kadar olan süreçte emek verilen değer azaltılması ve üretkenliğin maksimum seviyeye çıkarılabilmesi bu çalışmada büyük önem arz etmektedir. Tanımla kısmında, ilk olarak müşterilerin taleplerine bakılmış, Analitik Hiyerarşi Proses tekniği kullanılarak üzerinde durulacak olan en ehemmiyetli noktanın ürünün fiyatı olduğu ve pilot hat seçilmiştir. Bu hatta harcanan değer ve bu durumun da ürünün fiyatına olumsuz yönde tesir gösteren hurda sebeplerinin nasıl tespit edileceği araştırılmıştır. Özetlenen verilerle, Pareto analizi tekniği kullanılmış olup, kusurların en fazla kasnak kısmında ortaya çıkmıştır. Tekrardan Pareto Analizi uygulandığında ve kasnak işlemlerine bakıldığında, en çok aksaklığın kalibre presinde olduğuna kanaat getirilmiştir. Kasnak operasyonunun düzeltilmesi amacıyla değer akış haritalama metodu uygulanmıştır. Veri oluşturma seviyesinde 555 tane kasnağın kusurlu

çıkıldığı, 329 tanesinin kalibre presi operasyonundan kaynaklandığı belirtilmiştir. Nisan ile Aralık ayları arasındaki sigma değerleri hesaplanmıştır. Sigma düzeyi ile kusur oranlarının arasında ters bir orantı bulunmaktadır. Nisan ayı verilerine bakıldığında, sigma düzeyi 2,7, bir milyon ihtimalde hata seviyesi fazla çıkmıştır. Bu bağlamda, kusur fazlaysa bu seviye de artmaktadır. Aralık ayında ise, sigma düzeyi 3,8 olup, bir milyon ihtimalde hata seviyesi düşüktür. Ölçme kademesine gelindiğinde, bazı işlemlerde üretkenliğin vasat olduğu ve iyileştirmelerin gerçekleştirilmesi gerektiğinden söz edilmiştir. Hedef %70 üretkenlik olarak belirlenmiştir. Ayrıca kasnak hattında takt zamanı (müşteri istekleriyle ortaya çıkan toplam talebi karşılayan ve stok artışına sebep olmayacak süre) ölçümü yapılmış olup, bu sürenin 60 saniye olması gerektiği hesaplanmıştır ve hatalara neden olan sebepler gözlemlenmiştir. İyileştirme bölümünde, işlemlerdeki operatör sayıları azaltılmış ve maliyet düşüşü gerçekleştirilmiştir. İyileştirmeler gerçekleştirildikten sonraki kontrol aşamasında bir milyon ihtimalde hata seviyelerinde düşüş olduğu ve hurda adetlerinde azalma görüldüğü tespit edilmiştir. Uygulanan iyileştirmelerle beraber aylık ortalama, 3.503 TL birikim yapılmıştır.

Maraşlı ve Kemahlı (2013), gerçekleştirmiş oldukları çalışmada, İzmir ilinde faaliyet gösteren Elektrik İşletmesi'nde kurulmuş olan Üretimi Takip Etme ve Süreçleri İyileştirme Sistemi incelenmiştir. Öncelikle, pilot çalışma yapılmış olup, bu süreç 7 ay devam etmiştir. Pilot çalışması yapılmadan önceki vaziyetler şu şekildedir; OEE oranı %50, iş emirlerinin üretim takip formlarıyla operatörlere verilmesi, herhangi bir arıza veya problemde ikaz düzeneğinin bulunmaması, üretim takip formundan gelen verilerin kurumsal kaynak planlaması yazılımına 2 gün sonra teslim edilmesidir. Pilot çalışmasından sonraki durum özetlenirse; OEE oranı %75'e kadar artmıştır, operatörler sisteme anında girdikleri için yöneticiler tüm durumları ve süreçleri anlık izleyebiliyor ve veriler kurumsal kaynak planlaması yazılımına hiç beklenmeden girilebiliyor, herhangi bir arıza durumunda ikaz sisteminin yürürlüğe girerek bakım ünitesine sinyal gitmesi ve yöneticilere e-mail, telefonla mesaj gibi yöntemlerle yansıtılması gibi iyileştirme kazanımları olmuştur. İşletmenin bir sonraki yıldaki gayesi, dünya ölçütü olan %85 olan OEE oranına erişmektir.

Kolberg ve Zühlke (2015) araştırmalarında, literatürde Endüstri 4.0 çözümlerini Yalın Üretim yöntemleri ile birleştiren kapsamlı bir çerçeve eksikliği bulunduğundan bahsetmiş olup, yalın otomasyon olarak da adlandırılan mevcut Yalın Üretim ve otomasyon teknolojisinin kombinasyonları hakkında genel bir kavramsal bakış sunmaktadır. Endüstri 4.0 ile Yalın Üretim prensiplerini kombine eden, Endüstri 4.0 çözümlerini yalın üretim yöntemleriyle birleştiren kapsamlı bir çerçeve eksikliği olduğundan dolayı Andon prensibini

desteklemek için akıllı saatler veya esnek bir Kanban üretim çizelgelemesi için siber fiziksel sistemler aracılığıyla örnekler göstermiştir. Araştırma yaptıkları Alman Yapay Zeka Araştırma Merkezi'ndeki Yenilikçi Fabrika Sistemleri Bölümü'nde yalın otomasyon alanındaki araştırmalarını derinleştireceklerini, mevcut Endüstri 4.0 çözümlerinin yalın üretime aktarılması ve siber fiziksel sistemlerin çalışma istasyonları için standart yapı taşları olarak uygulanması üzerinde durulacaklarını vurgulamışlardır.

Koçak (2016), çalışmasında, rekabetin yoğun olduğu platformda, firmaların verimliliklerini arttırabilmeleri, maliyetlerini minimize edebilmeleri ve üretim proseslerini etkin bir şekilde izleyip, analiz edebilmeleri için performans ölçüm sistemlerini hem kavramsal temelli hem de örneklerle birbirlerine entegre etmiştir. Öncelikle toplam etkinliğinden bahsetmiş olup, 6 büyük kayıp, bu kayıplara istinaden OEE hesabının detayları, üretim sürecindeki duruşlar ve OEE hesabına etkilerinin detaylarına inilmiştir. İkinci kısımda, OEEP (Toplam Ekipman Etkinliği Performansı)'nın hesaplanması üretim duruşlarıyla bütünleştirilmiştir. Üçüncü olarak, NEE (Net Ekipman Etkinliği)'de OEE'nin bazen verimli sonuç vermediğinden bahsedilmiş olup, ekipmanın faaliyet içerisindeyken gerçek aktivitesini ve niteliğini görebilmek için NEE hesaplamasından zaman zaman faydalanmak gerektiği vurgulanmıştır (formülleri ayrıntılı olarak araştırmada bulunmaktadır). Dördüncü bölümde, ÜEE (Üretim Ekipman Etkinliği) konusuna değinilmiş olup, OEE hesaplanırken kullanılan değişkenlerin dağılımının aynı ehemmiyette olduğundan ötürü, doğru sonucun belki de ÜEE'de olan farklı dağılımlara sahip olma halinden geçebileceğinden de bahsedilmiştir. Beşinci olarak, TAEE (Toplam Ağırlıklandırılmış Ekipman Etkinliği)'ndeki teori, OEE'nin kriterlerini meydana getiren tüm detaylı bileşenlerin dağılımında AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) temelli Sıralama Merkezi metodu aracılığıyla bu kriterler, farklı ağırlıklandırılmış üretim kayıplarını simgelediğinden ötürü TAEE'nin önemli olduğundan söz edilmiştir. TÇE (Toplam Çıktı Etkinliği) hesaplama sürecinde, OEE'nin kriterlerinde kuruluş düzeyinde güçsüz olduğunu, TÇE'de tüm kuruluş düzeyindeki icraatının artırılabilmesi ve problemlerin ortaya çıkarılabilmesinde önemli bir kriter olduğundan bahsedilmiştir. TTE (Toplam Tesis Etkinliği) ile OEE'nin kıyaslanması kısmında yazar; OEE, işletmedeki araç ev gereçlere sadece yararlı olacak şekilde icraata odaklanan bir kriterken, TTE ise, değişik prosesler, araç-gereçler ve makinalarla alakalı bağlantıya önem göstermektedir. Araştırmanın devamında, farklı performans ölçüm sistemlerine değinilmiş ve detaylı açıklamalar yapılmıştır. Her bir kriterin birbirlerinden farklı değişiklikleri ve özellikleri olmasına karşın; esas hedef üretim kayıplarının dikkate

alınarak tesisin yeteneğinin gücünün anlaşılabilmesi ve üretim performansının idare edilebilmesidir.

Adalı vd. (2017), Sakarya ilinde bulunan ve yalın üretime yeni geçme süreci içerisinde bulunan bir traktör işletmesinde yapmış olduğu araştırmada, değer akış haritalama yönetimini uygulayarak iyileştirme tasarısında bulunmuş olup, sac bölümünde ortaya çıkan darboğazların montaj kısmına etki eden negatif yönlerini saptamıştır. Proses aşamasında yer alan bütün olumsuz durumlar (israflar) elimine edilmeye çalışılmıştır. Yapılan iyileştirmeler sonucunda, mevcut durum haritasında girdiden sevkiyata kadar olan yekûn akış zamanı 13,08 olup, gelecek durum haritası ile zaman 4,35 güne indirgenmiştir. Prosesin üreteceği ürünü tamamlama sıklığı 6.360 saniyeden 5.880 saniyeye indirilmiştir olup %8'lik bir gelişme gözlemlenmiştir. Rakamlar, önceki yapılan araştırmalarla kıyaslandığında standartların üzerinde olduğu tespit edilmiştir ve stok yönetiminde de bir gelişim sağlandığı belirtilmiştir.

Dombrowski vd. (2017), Yalın Üretim Sistemleri ve Endüstri 4.0 arasındaki karşılıklı bağımlılıkların ayrıntılı bir analizini sağlamak için, birkaç Endüstri 4.0 bileşeni, Alman endüstrisinde uygulanan Endüstri 4.0 teknolojilerinin 260 kullanım örneğine dayanarak teknolojilere, sistemlere ve süreçle ilgili özelliklere göre yapılandırılmış olunan bir çalışma yapmışlardır.. Daha sonra, kullanım durumları Endüstri 4.0 ile Yalın Üretim Sistemlerinin ilkeleri arasındaki karşılıklı bağımlılıklar açısından analiz edilmiştir. “Platform Endüstri 4.0” da sunulan 260 adet örneğin Endüstri 4.0 kullanım durumları, Endüstri 4.0 unsurlarının uygulanmasına ilişkin olarak analiz edilmiştir. Her kullanım durumu, Endüstri 4.0 elemanlarının belirli bir üretim sürecine uygulanmasını açıklar. Ayrıca, bu kullanım durumları Endüstri4.0'ın takip ettiği hedefler ve Endüstri 4.0'ın uygulandığı ilgili süreçle ilgili olarak incelenmiştir. Endüstri 4.0'ın Yalın Üretim Sistemleri'ne uygulanabilirliğini sağlamak için her kullanım durumu en az bir Yalın Üretim Sistemi'ne ilkesine atanmıştır. Her bir Endüstri 4.0 kullanım durumunun Yalın Üretim Sistemi prensiplerine atanabileceği kanıtlanmıştır. Kullanım durumlarının analizi, uygulanan Endüstri 4.0 elemanlarının Endüstri 4.0 teknolojileri, Endüstri 4.0 sistemleri ve Endüstri 4.0 işlemiyle ilgili özellikler gibi kategorilere ve uygulanan proseslerle ilgili özelliklere ayrılabilceğini ortaya koydu. Yalın Üretim Sistemleri ve Endüstri 4.0 arasındaki karşılıklı bağımlılıklar ve korelasyonlara genel bir bakış için, Endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulanması, Endüstri 4.0'ın proses ile ilgili özellikleri ve Yalın Üretim Sistemlerinin ilkeleri ile ilgili 260 adet örneğin kullanım durumu analiz edilmiştir. Her kullanım durumu

Yalın Üretim Sistemleri'nin ilkelerine atanmıştır. Endüstri 4.0 elemanları ve Yalın Üretim Sistemleri ilkeleri arasındaki korelasyonlar kantitatif olarak analiz edilmiş olup, Endüstri 4.0 teknolojileri ve Yalın Üretim Sistemleri ilkeleri kategorisindeki en yüksek karşılıklı bağımlılık, israf ve bulut bilişimin önlenmesi arasında tanımlanmıştır. 37 kullanım durumunda, sıfır hata ilkesine atanabilecek işlemlerde büyük veriler kullanılmıştır. Sıfır hata prensibi ile büyük veriler arasında bir başka yüksek bağımlılık ortaya çıkmıştır. Endüstri 4.0'ın gelişmiş yapısı, Platform Endüstri 4.0'da yayınlanan Alman Endüstrisi'ndeki mevcut kullanım durumlarına dayanarak geliştirilmiştir. Çalışma sayesinde, Endüstri 4.0 uygulamasının takip edilen hedefleri veya ilgili süreçlerle (üretim, lojistik, kalite, bakım vb.) ilgili kullanım durumlarının genişletilmiş bir analizi, Endüstri 4.0'ın uygulanması için bir işletme bireysel seçim sürecinin geliştirilmesi için kullanılabilir büyük bir örnek teşkil etmektedir. Bu, şirketlerin Yalın Üretim Sistemleri ve Endüstri 4.0'a dayalı işlemlerinde olası iyileştirmeleri değerlendirmelerini desteklemektedir.

Prinz vd. (2017) çalışmalarında, bir Endüstri 4.0 dönüşümü için didaktik bir yaklaşımın yanı sıra, bir Endüstri 4.0'da tanımlanan alan için bir öğrenme fabrikası içindeki ayar ve ayrıntılı senaryolar sunmaktadır. Bir üretimdeki yardım sistemlerinin teknolojik etkisini gösterir ve birlikte şirketlerin süreç verimliliğini önemli ölçüde artıracak organizasyonel ve kişisel dönüşüm sürecini kapsar. Proje süresince, sadece endüstri ortakları tarafından test edilip onaylanmamış, aynı zamanda öğrenim fabrikasında da ayrıntılı bir şekilde incelenen bir yardım sisteminin prototipi geliştirilmiştir. APPSist (yardım sistemi) - Akıllı Üretim için Akıllı Bilgi Servisleri araştırma projesinde, APPSist prototip olarak uygulanmış ve Öğrenme Fabrikasında test edilmiştir. Geleneksel olarak, öğrenme fabrikaları, bilgilerin eğitim kurslarından kendi şirketlerine aktarılmasını kolaylaştırmak için gerçeklik odaklı bir fabrika ortamında özel yöntemlerin uygulanabileceği yerlerdir. Bireysel hizmetler görevlerini bağımsız olarak yerine getirir ve açıkça tanımlanmış bir arayüzle birbirine bağlanır.. Sistem, öğrenme fabrikasının altyapısına makine bilgi servisi aracılığıyla bağlanır ve makine ve işletim verilerini ara yüzü aracılığıyla toplar. Mevcut MES (Üretim Yürütme Sistemi) ile bağlantı, planlama ve sipariş verilerini toplamak için hala geliştirilme aşamasındadır. Sistem farklı uygulama senaryoları ile değerlendirilmiş ve şimdi farklı beceri düzeylerinde çalışanlar tarafından çeşitli aktivitelerin yürütülmesine izin vermektedir. Gerekli bilgileri görüntülemek için tabletler hala ana cihazdır, ancak akıllı saatler de kullanılabilir. Bu yardım sistemi, kullanıcıya farklı bilgiler sunar. Bir yandan, süreç hakkında bilgi sağlar (örneğin; metin, videolar, fotoğraflar,

artırılmış gerçeklik kaplamasıyla ilgili talimatlar). Bu bilgi sadece görevin yerine getirilmesi gerekiyorsa görüntülenir. Öte yandan, sistem süreç ve ilgili konular hakkında arka plan bilgisi sunar (örneğin, üretilen ürün, aşağı ve yukarı üretim aşamaları sürecine bağlı olarak). Buna ek olarak, sistem işlemle ilgili sensör değerlerini ve çalışma numaralarını da sunar. Teorik bölüme yaslanarak, katılımcılara ilk prisraf bölümde farklı etkinlikler ve beceri profilleriyle rol verilir. Bu ilk çalışmada hiçbir destek sistemi kullanılmamıştır. Katılımcılar, değişken bir ürünün montajı, yarı mamul ürünlerin ve iş parçalarının işlenmesi, çeşitli ürünlerin ambalajlanması, makinelerin onarımı, sorun giderme gibi çeşitli karmaşıklık faaliyetlerini yürütürler. Kilit rakamlar ortaya çıktıkça ortalama onarım süresi ve toplam ekipman etkinliği de sistem sayesinde verilerin temel sonuçları iyileşecek ve iyileştirmenin işyerinde öğrenmeyi mümkün kılmının olası olduğu açıkça anlaşılacaktır. Endüstri 4.0'da üretim süreçlerinde artan karmaşıklığa karşılık olarak, bu makale uyarlamalı yardım sistemlerine duyulan ihtiyacı göstermiştir.

Wagner vd. (2017) yapmış oldukları çalışmalarında, Endüstri 4.0'ı akıllı bir fabrika vizyonu ile Nesnelerin ve Hizmetlerin İnterneti'nde bağlanabilirlik ortamında sunmaktadır. Yalın Üretim Sistemler üzerindeki “Endüstri 4.0 Etki Matrisi Kavramı Modeli” geliştirilmiştir. Matris, Endüstri 4.0 teknolojilerine sahip yalın üretim sistemlerinin unsurlarını göz önünde bulundurur ve ilk etki tahminini verir. Tam zamanında teslimatta bir siber fiziğin tarif edilen geliştirme sürecinde, matris, tam zamanında bir malzeme tedarik prosesinde stabilize edici bir uygulama bulmak için kullanılmıştır. Öncelikle yalın üretim üzerine yapılan bir araştırmaya dayanarak somut yalın ilkeler tanımlanmış ve analiz edilmiştir. Tanımlanan yalın ilkeler, yalın üretim sistemleri üzerindeki Endüstri 4.0 etki matrisinde listelenmiştir. İkinci adımda, Endüstri 4.0 teknolojilerinin yapısını analiz etmek amacıyla Endüstri 4.0 konusundaki araştırmalar yürütülmüştür. Endüstri 4.0 projelerinin çoğunun şu anda başarılı bir şekilde uygulanmadığından, bu matrisin mevcut durumu, işbirliği yapan otomotiv şirketinden gelen 24 Endüstri 4.0 proje lideri ile tahmini değerleri göstermektedir. Endüstri 4.0 matrisine dayanan “tam zamanında teslimat çözümü için bir siber fiziksel süreç sistemi” tasarlanmıştır. Tam zamanında malzeme akışı sürecinde yalın faaliyetlerini desteklemek için tasarlanmış bir bilgi teknolojileri sistemidir. Sistem, malzeme stoklarını canlı verilere ve Endüstri 4.0 teknolojilerine dayanarak dengelenmektedir. Bu çözümün geliştirilmesi süreci, yüksek bir olgunluk düzeyinde entegre bir yalın üretim sistemine sahip otomotiv bir şirkete uygulanmıştır. Bu çalışma, endüstri 4.0 uygulamalarının yalın ilkeleri dengeleyebileceğini ve destekleyebileceğini göstermektedir.

Endüstri 4.0'ın yalın üretim sistemleri üzerindeki etki matrisi, Endüstri 4.0 teknolojilerini tasarlamaya ve geliştirmeye başlamak için bir çerçeve sunmaktadır. Siber fiziğin tam zamanında teslimat uygulaması kullanımı, matrisi temel alan Endüstri 4.0 teknolojilerinde yapılan yalın süreç iyileştirmeleri için bir örnek teşkil etmektedir.

Ersöz vd. (2018), bir demir çelik işletmesinde uygulamış oldukları araştırmada, deneme istasyonu olarak belirledikleri ocak kısmında toplam verimli bakım felsefesini işleme sokarak üretkenliğin yükseltilmesi amaçlanmış olup toplam ekipman etkinliği yöntemi ile veriler analiz edilmiştir ve tüm OEE sistemini izleme sistemi geliştirilmiştir. Arızalara zamanında müdahale etme açısından iyileştirme projeleri ortaya konmuştur. OEE izleme sisteminde, bütün ocaklar için, OEE'yi oluşturan tüm bileşenlerin kayıtları tutulmakta ve takip edilmeye başlanmıştır. Hatta aksaklığa veya duruşlara neden olan nesnelerin stok miktarını artırdığından ötürü, her ocak hattının ayrı deposunun olması gerektiğine karar vermişlerdir. Herhangi bir sebeple değerini kaybetmiş bir mamulün hemen hurdaya ayrılmamasını, tekrardan kullanıma hazır hale getirilebilme olasılığıyla CNC makinesi satın alarak hurda sayısında büyük bir düşüş olduğunu gözlemlemişlerdir. Hidrolik düzenekte meydana gelen aksaklık oranına bakıldığı zaman, tüm aksaklık süresi içerisindeki oranı büyük olduğu tespit edilmiş, operatörlere bu düzenek hakkında brifing verilmiştir ve toplam verimli bakım uygulamalarına da başlangıç yapılmıştır. Tüm çalışmaların sonucunda, OEE değerlerinde aylara göre olumlu bir artma mekanizması gözlemlenmiş olup, değerler şu şekilde özetlenmiştir; Kasım ayı %71, Şubat ayı %72 ve Nisan ayı %74 olarak hesaplanmıştır. Gerçekleştirilen uygulamalar sonucunda işletmede süreçler iyileştirilmiş ve güzel sonuçlar alınmaya başlanmıştır.

Hoellthaler vd. (2018), yalın üretime ilişkin dijitalleşmeyi ve üretim sistemlerinde yalın yönetimin bir sonraki adımı olarak dijitalleşmeyi formüle eden gözden geçirilmiş literatürün tutarlı görüşüne dayalı bir yaklaşım sunmaktadır. Bu çalışma, yalın üretim sistemlerinde dijital teknolojilerin uygulanmasının karlılığını ölçen KOBİ ortamında metodolojik bir yaklaşım talebini ortaya koymaktadır. Bu araştırmaya dayanarak, ilgili teknolojilerin tanımlanması için “Yalın bir üretim sisteminde dijitalleşme potansiyellerinin belirlenmesi için model” önerilmiş ve araştırmanın kapsamı oluşturulmuştur. Yalın bir üretim sistemine dayanarak daha fazla potansiyelin gerçekleştirilmesinde KOBİ'ler çoğu zaman mevcut kaynak yetersizliği ve dijitalleşmeye hangi uygun bir çözümle başlayacakları sorunuyla karşı karşıya kalmaktadır. Model, yalın üretimin sınırlarını dijitalleşme kullanarak aşmak için kullanılan metodolojik bir prosedürü temsil etmektedir. İlk adımda, yalın

başarıların seviyesi değerlendirilmiştir. Bu yazıda yalın üretim üç düzeyde sınıflandırılmıştır. İlk seviye, poka - yoke veya 5S gibi düz yöntemleri temsil eder. İkinci seviye, israfların ortadan kaldırılması (muda) ve sürekli iyileştirme (kaizen). Üçüncü seviye, metodolojik ve ilkeler seviyesini içerir ve örneğin altı sigma ile temsil edilen mümkün olan en yüksek verimlilik ve kalite için dürtüyü temsil eder. Dijitalleştirme seviyeleri için önerilen seçenek alt tabaka işyeri / makine, hücre, sistem ve alandan türetilmiştir. Sonuç olarak, gerekli kaynaklar, dijital teknolojilere yapılan yatırımlar ve uygulanmasına ilişkin harcamalar derecelendirilmeli ve maliyet-fayda oranı incelenmelidir. Bu modelin sonucu, yalın bir üretim sisteminin dijitalleştirilmesinin karlı olup olmadığı konusundaki karar destek yaklaşımını temsil eder. Bu makale, imalatçı firmalara dijital teknolojilerin uygulanmasıyla yalın üretim sistemlerinin verimliliğini ve verimliliğini artıracak potansiyelleri belirleme yolunda kılavuzluk eden bir metodoloji gereksinimini ortaya koymaktadır. Bu araştırmanın dürtüsü, Almanya Federal Ekonomik İşler ve Enerji Bakanlığı'nın MittelstandDigital girişimini temel almaktadır. Bu araştırmanın sonuçlarından elde edilen sonuçların, özellikle KOBİ'lerin dijitalleşmesine ilişkin yetki vermek isteyen Mittelstand 4.0 Kompetenzzentrum Augsburg'un uygulama projelerinde yer alması beklenmektedir.

Lugert vd. (2018) çalışmasında, değer akış haritalama tekniğindeki zayıflıkları kaldırmak ve esnekliği daha da artırmak için, hem yeni dijitalleşme teknolojilerini hem de organizasyonel yapıları dikkate alan “Dinamik Değer Akışı Yönetimi” dijital modeli geliştirmiş olup, üç alt boyuta sahip bir kavramsal bir konsept tasarlamışlardır. Altyapı konsepti üç seviyeye ayrılmıştır: (1) farklı sistemlerden veri entegre etmek için entegre bir veri modelinde, örnek olarak, kurumsal kaynak planlama, üretim yürütme veya müşteri ilişkileri yönetimi sistemlerinden; (2) veri analitik bileşenlerini, mevcut değer akış simülasyonunu ve görselleştirmesini içeren değer akışının analizi ve optimizasyonu; (3) önceki seviyeden sonuçları görüntülemek ve değer akışta yapılan değişiklikleri kolaylaştırmak için bir değer akış panosu biçimindeki bir kullanıcı arayüzü geliştirilmiştir. Verilerin, kilit rakamların sağlama süresi, teslimat güvenilirliği, stok ve OEE'nin özelliğinin referanslarıyla incelenmesi hedeflemektedir. Dinamik Değer Akışı Yönetimi, Endüstri 4.0'da yer alan teknolojileri kullanarak değer akışı tüm üretim sisteminin ana odağına getirmek için yenilikçi bir yaklaşımdır. İlgili bir yönetim yaklaşımının geliştirilmesi, tüm konunun teknoloji, organizasyon ve insanlar dâhil olmak üzere sosyo-teknik bir sistem olarak bütünsel olarak kabul edilmesini sağlayacaktır.

Mayr vd. (2018), yaptıkları araştırmada, iki yönlü amaç olarak, yalın yönetim ve Endüstri 4.0'ın birbirini tamamlayıp tamamlayamayacağı sonucuna varmak için mevcut temel bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca, Endüstri 4.0'ın belirli yalın yöntemleri nasıl destekleyebileceğini ele almaktadır ve elektrikle hareket ettirme üretimi kullanım durumu ile örneklendirilmiştir. Mevcut literatürün kapsamlı incelemesi ve yazarların makul değerlendirmeleri sonucunda, analiz edilen yalın yöntemleri desteklemek için hangi Endüstri 4.0 araçlarının kullanılabileceğini gösteren bir “Endüstri 4.0 araçları ve yalın yöntemleri birleştirme” matrisi oluşturulmuştur. Endüstri 4.0 araçları, kurumsal yayınların yanı sıra akademik incelemeye de dayanarak seçilmiştir ve sinerji potansiyelleri kısaca açıklanmıştır. Yalın yönetimin ve Endüstri 4.0'ın birbirlerini kavramsal düzeyde tamamladıkları sonucuna varılmıştır. Bu algıya dayanarak, çeşitli Endüstri 4.0 araçlarının sekiz yalın yöntemini nasıl destekleyebileceğini açıklanmıştır. Bulgular, Endüstri 4.0 bileşenlerinin, toplam verimli bakım ve değer akış haritalama teknikleriyle orantılı çıkmış olup, bu iki teknikle bileşenlerin birbirleriyle daha da nasıl geliştirilmesi gerektiğinin araştırılmasına dikkat çekilmiştir. Araştırma, teknik zorlukların ötesinde, gelecekteki araştırmaların Yalın 4.0'ın bütünsel bir kavram olarak nasıl uygulanacağına odaklanması gerektiğini, bilgisayar entegre üretiminin getirdiği başarısızlıkları tekrarlamaktan kaçınmak için çalışanlarla beraber bütünsel bir değer zinciri oluşturulması gerektiğini saptamıştır.

Sarı (2018), örnek olarak aldığı bir işletmede, yalın üretim metotlarını sayısal verilerle uygulayarak kazanılan iyileştirmeleri ve problemlere nasıl çözüm bulunacağını araştırmıştır. Senelik, üretim ve stok adetleri ve yarı mamullerin stok ve bir günde ulaşmış olduğu üretim adeti seviyeleri tablolarla belirtilmiştir. Stokların arttığından ötürü hatalara çözüm bulunmasında yalın üretim yöntemlerinin yürürlüğe girmesine karar verilmiştir. Takt zamanı, müşteri talebini karşılamak için bir ürünü tamamlamanız gereken orandır. Bu oran işletmede 2017 yılında 0,92 saniye olarak hesaplanmıştır. 2018 yılında müşteri isteklerinin %10 fazlalaşacağı varsayılırsa lüzumsuz israfların ortadan kaldırılması gerektiği belirtilmiştir. Yapmış oldukları Kaizen (sürekli iyileştirme) çalışmalarında, öncelikle tedbir ve değer faaliyetleri için Spagetti Diyagramı oluşturulmuştur. Tasarlamış oldukları yeni ürün akış kademesinde 1341 hamle devinimi, 1005,75 metre adımla, 44,7 dakika bir kayıp zamanı tespit edilmiştir. Daha sonra gereksiz israfları ortadan kaldırmak amacıyla yeni bir Spagetti Diyagramı oluşturulmuştur. Yapılan çalışmanın sonucunda, 466 hamle devinimi, 349,5 metre adım, 9,32 dakika zaman kazancı olduğu saptanmıştır. Bu bağlamda, üretim proseslerindeki problemlerin ortadan kaldırılma yöntemlerine yönelik aksiyonlar alınmıştır.

Kalite kısmında ortaya çıkan problemler, önem derecelerine bakılarak sıraya konarak balık kılçığı diyagramı oluşturulmuştur. Toplam verimli bakımda oluşan arızalar tespit edilmiş ve çözüm yöntemleri saptanmıştır. 5S ve SMED uygulamalarına ağırlık verilmeye başlanmıştır. Yapılan yalın teknik metotlarının sonucunda, %30'dan %85'e çıkan iyileştirme başarısı sağlanarak vakit ve aksiyon konusunda artırım gerçekleştirilmiştir. Ek olarak, 105.599 Euro gelir kazandıklarını açıklamışlardır. Yitirilmiş olan vaktin üretim proseslerine transformasyonu sayesinde 3.485.714 Euro kazanç elde edeceklerini hesaplamışlardır.

Sony (2018) araştırmasında, Endüstri 4.0 ve yalın yönetimin bütünleşik modelini önermektedir. Teorik bir entegrasyon modeli oluşturmak için Endüstri 4.0 ve yalın yönetimin özet bir literatür taraması yapılmıştır. Yatay, dikey ve uçtan uca mühendislik entegrasyon modeli yalın yönetim metodolojisi ile entegre edilmiştir. Endüstri 4.0 ve yalın yönetim arasında test edilebilir araştırma önerileri önerilmiştir. Önerilen model yenidir ve yalın yönetimin Endüstri 4.0 ile entegrasyonunun önemli sorununu gündeme getirmektedir. Bu, yalın üretimi Endüstri 4.0 ile entegrasyon çerçevesini öneren ilk makaledir. Bu çalışma bir kuruluş içinde Endüstri 4.0 ve yalın yönetimin uygulanması için praf bir çerçeve olarak kullanılabilir. Dikey, yatay ve uçtan uca entegrasyon mekanizmasını tasarlamadan önce, beş yalın yönetim prensibi için mümkün olan en iyi kombinasyon sırasının stratejisini oluşturmak için ilkeler uygulanabilir. Bu makalede önerilen 15 önerme kullanarak yalın yönetim entegrasyonu, organizasyonun amaçlanan faydaları elde etmek için organizasyon kaynaklarını daha iyi kullanmasına yardımcı olacaktır ve bu konudaki çalışmaların literatürde yetersiz olduğundan bahsedilmiştir. Bu çalışma, Endüstri 4.0 ve yalın yönetimin bütünleştirici bir modelini önermektedir.

Uriarte vd. (2018), çalışmasında, Endüstri 4.0 bağlamında yalın ve simülasyonun rolü üzerine bir derleme sunmaktadır. Sunum ve optimizasyonun kavramsal bir çerçevesini sunan, yalın yaklaşımı daha verimli hale getirecek, gelişmiş bir karar verme süreci ve desteklenen örgütsel öğrenme yoluyla sistem iyileştirmelerini ve yeniden yapılanmayı hızlandıracak kavramsal bir çerçeve araştırmasıdır. Simülasyon kendi başına bir optimizasyon aracı olmadığından, çoklu hedefler olması durumunda, simülasyon ve optimizasyonun, Simülasyon Bazlı Optimizasyon (SBO) veya Simülasyon Bazlı Çok Amaçlı Optimizasyonun (SMO) bir arada kullanılması, daha iyi bir yaklaşım olacağı tespit edilmiştir. SMO'nun, karar vericilere, birbiriyle çelişen birkaç hedef arasında takas çözümleri sunacağını, kaliteli kararlar alabilmek, sistemin nasıl bir performans gösterdiğine

dair daha fazla bilgi ve anlama sağlamak, alınan karar ne kadar iyi olursa, SMO bu bilgiyi karara sunabilirse ve israfsız yaklaşım, çok amaçlı optimizasyonla ulaşılabilen en uygun çözümü gerektirdiğinden bahsedilmektedir. Yalın ve simülasyonun Endüstri 4.0 bağlamında sahip olacağı gelecekteki rolünü açıklamaktadır. Yapılan inceleme, yalın ilkelerin, gelecekteki şirketlerin verimliliğini sağlamak için hala çok önemli olacağı sonucuna varmıştır. Benzer şekilde, simülasyon Endüstri 4.0 çözümleri içerisinde oldukça karmaşık ve dinamik bir senaryoda iyileştirmelerin değerlendirilmesini kolaylaştırmak için kilit bir araç olacaktır. Dahası, yalın, simülasyon ve optimizasyonun birleştirildiği kavramsal bir çerçeve, bu kombinasyonun avantajlarının Endüstri 4.0 kapsamında vurgulandığı durumlarda ortaya konmuştur. Bu kombinasyon, geleneksel karar verme sürecini geliştirecek, hızlandırma sistemindeki gelişmeleri ve yeniden yapılanmayı hızlandıracak ve örgütsel öğrenmeyi destekleyecektir. Farklı amaçlar için SMO olarak: değerlendirme, kolaylaştırma ve eğitimin çok önemli olduğu vurgulanmıştır. Yalın ve SMO'ların nasıl birleştirileceğine dair ayrıntılı bir açıklamanın açıklandığı bu araştırma sonucunda endüstriyel bir el kitabı da üretilmiştir.

Yıldız ve Uğur (2018), Yalın Üretim ve Endüstri 4.0 arasındaki bağlantıyı ve Endüstri 4.0 bileşenlerinin Yalın Üretim Sürecine olan katkılarını araştırarak tespitlerde bulunmuştur. Yalın Üretim ve Endüstri 4.0'ın müşterek tarafları, Yalın Üretim ve Endüstri 4.0 felsefelerinin birbirleriyle bütünleştirme paradigmaları ve Endüstri 4.0'ı oluşturan teknik etmenler ile Yalın Üretim metotları arasında nasıl bir bağ olduğu hakkında literatür çalışması gerçekleştirilerek değerlendirmeler yapılmıştır. Öncelikle, işletmelerin yalın üretim felsefesini benimsemeleri, israflarından kurtulup, darboğazlarını belirleyerek proseslerini iyileştirme kapsamalarına almaları gerektiği belirtilmiştir. Daha sonra Endüstri 4.0'ın teknik komponentleri proseslerine entegre ederek verimliliklerini maksimum seviyeye ulaştıracaklarını saptamışlardır.

Hitpass ve Astudillo (2019), yeni sanayi devriminin iş süreçleri yönetimi üzerinde güçlü bir etkisi olacağını çünkü üretim ve üretimi merkezileşmiş bir merkezden dijital bir paradigmaya taşıdığı hakkında literatür çalışması yapmıştır. Bu, sadece aynı üretim sahasında değil aynı zamanda işletme genelinde akıllıca makine ve sistemlerin birbirine bağlanmasının yaygın bir şekilde benimsenmesini gerektirdiğini, bütün iş süreçlerinde ve toplumun küresel düzeyde etkileşim kurma biçiminde yenilik için muazzam bir potansiyel ortaya çıkardığını tespit etmişlerdir. Çalışmada, mevcut çağın aksine, otomatikleştirilmiş işlemlerin zaten gerçek zamanlı operasyonel bilgi sağladığı durumlarda, yeni endüstriyel

döngü daha büyük bir özellik ile karakterize edilecek olup, yüksek rekabet gücüne sahip kuruluşların, değer zincirindeki süreçleri anlamak ve yönetmek için daha yüksek zekâ düzeyine sahip olmaları için mükemmel yetenekler oluşturmalarını, iş çevikliğini, yani, iş süreçlerinde değişiklikler yaparak gerekli veya istenen (inovasyon) değişikliklere uyum sağlama yeteneğini sürekli olarak geliştirmeleri gerektiği vurgulanmıştır. Endüstri 4.0'ın, yeni tür iş süreçlerine doğru net bir eğilim göstermekte olduğunu ve otomatik organizasyon süreçlerinin gerçek zamanlı kontrolünü sağladığı önemle belirtilmiştir.

3. BÖLÜM

3. BİR İMALAT İŞLETMESİNDEKİ YALIN ÜRETİM SİSTEMİNDE DİJİTALLEŞME VE ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARI İLE SÜREÇ İYİLEŞTİRME ANALİZİNİN UYGULANMASI

Çalışmanın uygulama bölümünde sırasıyla araştırmanın amacı, önemi, yöntemi, kapsamı ve sınırlılıkları, MAS projesinin kapsamlı anlatımı, yalın iyileştirme uygulama örnekleri, toplam ekipman etkinliği uygulamasından bahsedilmiştir. Uygulamanın sonunda, tez çalışmasının amacına yönelik sonuç, öneri ve tartışmalar yer almaktadır.

3.1. Araştırmanın Amacı

Henüz çok yeni bir kavram olan Endüstri 4.0, üretimin her aşamasının dijitalleştirilerek tüm iş süreçlerinin iyileştirilmesi anlamına gelmekte ve uzmanlar tarafından üretimin küresel lisanı olarak tanımlanmaktadır. Yalın üretimde tasarımdan sevkiyata tüm / ürün hizmet yaratma aşamalarındaki her türlü israfın yok edilmesi ile maliyetlerin düşürülmesi, müşteri memnuniyetinin artırılması, piyasa koşullarına uyum esnekliğinin kazanılması ve nakit akışının hızlandırılması sağlanmaktadır. Yalın üretim felsefesi ve üretimin dijitalleştirilmesi ve Endüstri 4.0 uygulamaları tüm üretim süreçlerinin iyileştirilmesine odaklanır. Her iki yöntemin benimsenmesi ile küresel üretimde rekabet gücünün artırılması hedeflenmektedir.

Endüstri 4.0 bileşenlerinin üretim sistemindeki dijital teknolojilere entegre edilmesiyle birlikte işletmelerin küresel tedarik zinciri ortamında rekabet avantajını yakalamaları kaçınılmaz bir durum olacaktır. Böylece, yüksek kar elde etme, verimliliğin artması, maliyetlerin azaltılması. organizasyonlar arası katma değer zinciri ağlarının kuvvetlenmesi ve üretim süreçlerinde performansın artması gibi kazançlara sahip olacaklardır. Uygulama yapılan işletmede, Endüstri 4.0 uygulamaları ve yalın üretim hatlarının dijitalleştirilmesi yöntemi ile süreçlerin iyileştirilmesi sayesinde yukarıda sayılan avantajlara ulaşması amaçlanmıştır.

İşletmede gerçekleştirilecek olan projenin temel amacı, üretim hatlarının verimlilik değerlerini, sahadan toplanan verilerle gerçek zamanlı olarak takip edilmesi, üretim miktar, süre, hurda, duruş, arıza bilgilerinin toplanması, her seviyede raporlama yapılarak, plan

yapılması ve aksiyon alınmasının sağlanması, verim artırıcı, maliyet azaltıcı çalışmalar için alt yapının oluşturulması ve Microsoft Dynamics Navigation (ERP Sistemi) sisteminde üretim kayıtlarının oluşturulmasıdır.

Proje ile varılmak istenen hedefler şu şekildedir:

- a) Gerçek zamanlı üretim takibinin sağlanması (miktar, süre, duruş, hurda)
- b) Gerçek zamanlı genel ekipman verimliliği, verimlilik takibi,
- c) Üretim-planlama-bakım-depo-kalite ile proaktif iş modeli,
- d) Üretim ve ERP (Kurumsal kaynak Planlaması) arasında ara yüz ve kâğıtsız üretim ortamı
- e) 1 yıl sonunda en az %10 OEE oranı artışıdır.

3.2. Araştırmanın Önemi

İşletmelerin müşteriler için değer yaratan bütün süreçleri uçtan uca ve çevik şekilde dijitalleşmektedir. Gelecekte, değer zincirlerini Endüstri 4.0 vizyon ve stratejileri doğrultusunda entegre ederek dijitalleşen şirketler diğerlerine göre stratejik avantaj yakalayacaklardır. Ayrıca, sanayi temellerini oluşturmaya devam eden Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler, geçmiş oluşumlarını değiştirmeyi gelişmiş ülkeler gibi çok düşünmeden, belirledikleri Endüstri 4.0 vizyonları doğrultusunda daha hızlı yatırım yapabilecek ve daha rekabetçi bir konuma gelebilecektir. Dünyanın ve ülkemizin böylesine önem verdiği yeni bir konuda tez konusu yazılması, çalışma şartları ve kaynak bulma açısından zorluklar ve riskler taşımış olsa da yapılacak olan çalışmanın taşıdığı önem oldukça yüksektir.

Uygulamanın yapıldığı işletme Aydın ilinde otomotiv yan sanayinde alanında faaliyet göstermektedir. Üretimde dijitalleşme sürecini Aydın'da ilk kez başlatmış olan firmanın hem tezin orijinal bir çalışma olması açısından örnek teşkil etmesi, Endüstri 4.0'ın otomotiv temel sanayi ve otomotiv yan sanayi alanına entegre edilebilmesinin dünya çapındaki araştırmalarına yönelik esnekliği hem de ildeki diğer işletmelere öncülük edecek olması açısından çalışmanın esasına anlamlılık kazandırmaktadır. Endüstri 4.0 sürecinin olumlu yönde ilerleyebilmesi için sektörel anlamda gelişim açısından otomotiv sektörüyle beraber, otomotiv yan sanayinin de eşgüdümlü olarak bu sürece dâhil olma kabiliyeti ve

önemi yapılan çalışmalardan çıkarılan sonuçlara dayanmaktadır. Küresel rekabet avantajının hızlı bir şekilde yakalanabilmesi için dijital dönüşüm sürecine uyum sağlayabilen sektörlerden başlanması iyi bir atılım olacaktır.

Çalışmanın temelini oluşturan; yalın üretim felsefesiyle (otomasyon, teknik ve dijital seviyede) veriye anlamlılık kazandırabilmek, süreçlerin iyileştirilmesine giden akıllı bir yol olacaktır. Sadece işletmenin kendisini değil, tedarikçilerini de bu konuda desteklemesi gerekmektedir. Uygulama yapılan işletmenin; yalın üretimde dijitalleşme ve Endüstri 4.0 uygulamalarını yaygın bir şekilde benimseyen otomotiv sektörünün tedarikçisi konumunda olan otomotiv yan sanayi sektörün de olması araştırmaya özgünlük kazandırmakta, araştırmacılara tüm sürece olan olumlu katkılarını gözlemlemeye fırsat vermektedir.

Endüstri 4.0 bileşenlerinin, otomotiv sektöründe (paralelinde yan sanayi sektörleri) yoğun ve rahat bir şekilde kullanılmaya başlanılmış olması da bu sektöre önemli katkılarda bulunmaktadır. Ürünün (otomobil ve yan sanayi ürünleri) piyasaya sürülme hızının çevik olması, nesnelerin interneti ile bağlantılı otomobiller, kas gücünün yoğun olarak kullanılmasından ötürü azaltıma gidilme hedefi ve dijital üretim sisteminin ortaya çıkmasıyla birlikte otomotiv sektörünün üretim yönetimi de öncelikli olarak etkilemiştir. Verilerin anlık olarak girilebilmesi, sistemler tarafından analiz edilebilmesi, robot kullanımına elverişli bir sektör olması, tasarım sürecinde simülasyon tekniklerinin yarattığı avantajlar, verilerin toplanması ve depolanması, artırılmış gerçekliğin yaygınlaşması gibi Endüstri 4.0 bileşenlerinin sektörde yaygın ve esnek kullanım yeteneği otomotiv sektöründe bu büyük dönüşümün başarılı olabileceğine işaret eden sebeplerdendir.

Almanya’da Boston Consulting Grubu’nun yapmış olduğu araştırmaya göre, Endüstri 4.0’ı hayata geçiren işletmeler üzerinde bir araştırma yapılmıştır. Üretim alanında verimlilik artışı, toplam giderlerde %5 - %8 arasında düşme, gelecekteki 10 sene içerisinde de 90 – 150 Milyar Euro artış beklenmektedir. Dönüşüm giderlerinde de %15 - %25 arasında verimlilik kazancı beklenmektedir. Yapılan araştırmada üretim payı oranı, verimlilik dönüşüm giderlerindeki kazanç oranı ve toplam üretim giderlerinin verimliliği oranlarındaki olumlu ve başarılı görülen sektörlerden otomotiv sektörünün de olduğu göze çarpmaktadır. Aşağıdaki bu durum özetlenmiştir (TUSİAD, 2016: 35).

	Brüt üretim oranı	Verimlilik dönüşürme maliyetleri	Toplam üretim maliyetinin verimliliği
1) Otomotiv :	%22	%10 – 20	%6 – 9
2) Gıda:	%10	%20 – 30	%5 – 10
3) Yedek Parça	%6	%20 – 30	%4 – 7
4) Makine Sistemleri	%6	%20 – 30	%10 -15
5) Rüzgâr	%1	%25 – 35	%9 – 12
6) Diğer	%55	%10 – 15	%4 – 7

Uygulamanın otomotiv yan sanayi sektöründe yapılmasının sebebi oldukça önemlidir. Endüstri 4.0'ın başarıyla uygulanabileceği sektörler arasında otomotiv sektörünün ve ona bağlı yan sanayi sektörünün olması dünya çapındaki araştırmalarda ve örneklerde de görülmektedir.

Bu sektörlerin öne çıkmasındaki sebepler şu şekildedir (Gabaçlı ve Uzunöz, 2017: 149-174):

1. Türkiye için yapılan araştırmalarda, katma değer bakımından çok verimli bir sektör olması
2. İki sektörün eşgüdümlü olarak büyümesi ve birbirine fayda yaratması,
3. Endüstri 4.0 bileşenlerinin sektöre kolay adapte olması,
4. Türkiye'nin gelişmiş ülkeler (büyüyen ekonomi ve gelir durumu) içinde yer almasından dolayı pazar ve işgücü yönünden avantajlı olması,
5. Coğrafi konum avantajı,
6. Sektörel performans artışı,
7. Küresel rekabet avantajı sağlaması, müşteri isteklerine hızlı cevap veren sektörler olması ve ihracat payının yüksek olması,
8. Demografik özellikler,
9. Çevre, siber güvenlik, enerji, ekonomik açıdan yaşanan krizler,

10. Büyüme, istihdam, verimliliğin artırılmasına yönelik iyileştirmelerin yapılabilmesi, üretimin seri olması, yatırıma teşvik sağlaması, gelir artışı, ana sanayi ve yan sanayinin kollektif bir şekilde çalışacak olması çevik tedarik zinciri oluşturacak olması,

11. Ar-ge ve inovasyon üzerine yapılan çalışmaların fazla olmasıdır.

Fabrikaların akıllanması ile insan gücünün azalmayacağı, ancak yetkinliklerin farklı yönlerle doğru kayacağı düşünülmektedir. Her bir gelişme beraberinde bir değişim sürecini de getirmektedir. Nitelikli iş gücü talebinin ciddi düzeyde artacağı görülmektedir. Üniversitelerde eğitim programlarının yeniden düzenlenmesi, bu konuya yönelik müfredata yeni dersler konulması gibi konular gündeme gelmesi konusunda çalışmaların arttırılması planlanmaktadır. Devlet yetkilileriyle iş birliği içerisinde olarak devlet-sanayi-üniversite işbirliği içerisinde birçok büyük çalışmalara, seminerlere, eğitimlere imza atılabilir.

Ar-Ge çalışmalarına yoğun destek içeren stratejilerin belirlenmesi ve altyapı desteği de Endüstri 4.0 dönüşümünde devletin üstlenmesi gereken bir sorumluluk olarak vurgulanmaktadır. Bu konuda işletme sahiplerinin bilgilendirilmesi, bu konuda onların adım atmalarının sağlanması, gerekirse AR-GE çalışmalarında üniversitemiz akademisyen ve öğrencilerinden destek alınması konusunda destek sağlanmalıdır. Gerçekleştirilecek çalışmayla, tüm sayılan konularda farkındalık yaratabilme seviyesine erişebilme amaçlanmaktadır.

3.3. Araştırmanın Yöntemi

Uygulamanın yapıldığı işletmede, yalın üretim sistemlerinin dijitalleştirilmesi MAS (Manufacturing Execution System) adı verilen “Üretim Veri Toplama ve Barkodlu Ürün Takip Otomasyonu” adı verilen dijital dönüşüm takibini OEE (Toplam Ekipman Etkinliği) yöntemiyle artıran süreç iyileştirme çalışmalarının gerçekleştirilmesidir. Çalışmanın literatür kısmında OEE yönteminden detaylı olarak bahsedilmiştir. Üretim hatlarının verimlilik değerlerini iş merkezlerinden toplanan anlık veriler ile takip edilebilmesiyle; üretilen miktar, üretim süresi, hurda, duruş, arıza vb. bilgilerinin toplamak ve OEE değerlerinin gerçek zamanlı olarak hesaplanabilme kabiliyetine istinaden bu bilgilerin ERP Sistemine aktararak gerçek zamanlı ürün ve stok takibi yapılmaktadır.

Toplanan anlık veriler ile verimlilik seviyesinin yükseltilmesi, darboğaz yaratan sorunların belirlenmesi, çalışanların esnek yapıya sahip olan sistemi kolaylıkla

kullanabilmesi, ürün tasarım aşamasına kaynak bilgiler sağlaması ve maliyetlerin düşürülmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Süreçlerde yalın üretim felsefesi ışığında, üretim hatlarında etkin dijital dönüşüm yönetiminin hayata geçirilmesi ve gerçek zamanlı olarak verilerin takip edilmesi süreçlerin iyileştirilmesine hızlı ve doğru bir şekilde destek vermiştir.

Toplam Ekipman Etkinliği'nin doğru sonuçlar verilebilmesi için şu adımlara özellikle dikkat etmek gereklidir:

1. ERP sisteminden gelen iş emrinin operatör tarafından anlık olarak girilmesi,
2. Gerçek zamanlı olarak girilen iş emrinin sürekli takip edilmesi,
3. Problemlerin anlık olarak anlaşılabilmesi ve ortadan kaldırılması,
4. Verilerin kayıt edilmesi, analiz yapılması ve doğru yorumlanabilmesidir.

İşletmede yapılacak süreç iyileştirme çalışmaları, sahadan veri toplama işlemi sensörler ve PLC ara yüzü tarafından gerçekleştirilir. Üretim sahasından toplanan sinyaller, veri tabanına kaydedilir ve standartlar ile karşılaştırılarak gerçek zamanlı verimlilik izlenir. Duruşlar, üretim sinyalinin kesilmesi durumunda otomatik olarak kaydedilir. Sistem gerçek zamanlı ve manipüle edilmemiş verilerle çalışır. Diğer katma değer ise toplanan verilerin işlenerek bilgiye çevirmesidir.

Sistem ERP sistemindeki verileri üretim sahasına iletmekte, üretim sahasından otomatik ya da manuel yöntemlerle toplanan veriler ise ERP sistemine gerçek zamanlı olarak taşımaktadır. OEE yönteminin kullanılarak OEE verilerinin hesaplanabilmesi için işletme için projede tasarlanan model şu şekildedir:

1. Kurulacak olan PLC ağı ile üretim makinelerinden otomatik olarak veri toplanması,
2. İş merkezlerine kurulacak olan Dokunmisraf Operatör Panelleri ile iş emri bazında performans, mevcut hattın performansı anlık olarak görülebilmesi ve yönetilebilmesi,
3. Operatöre minimum veri girişi yaptırılacağı için mevcutta olan giriş hatalarının önüne geçilebilmesi,

4. Üretime başlamadan önce seçilen üretim emri ile makine başında üretime hazır olan yarı mamul barkod ile kontrol edilerek yanlış üretim yapma ya da yanlış üretim kaydı yapmanın önüne geçilmesi,

5. Üretilen ürünler yine barkodlu paletler/sepetler ile taşınacağı için üretim içerisinde tanımsız ürünlerin bulunmasının önüne geçilmesi,

6. Kurulacak olan andon ekranlarından hatların durumlarının anlık olarak görülebilmesi,

7. Sabit Tanımlar (Ürün Ağacı, İş Merkezleri, Makine Merkezleri, Üretim Emirleri vb.) ERP üzerinden alınması (Tekrarlı formlar kaldırılıp kağıtsız üretim ortamı sağlanır),

8. Operatör çalışacağı makine ve iş emrini seçer, üretim ile ilgili bilgilere ulaşır, tüketeceği ürünü barkod ile eşleştirerek kontrolünü yapar ve üretime başlar (Operatör iş başlatır, iş bitirir, duruş ve arıza bildirimlerini yapar),

9. Üretim sahasından toplanan üretim sinyalleri ve barkod teyitleri ile çevrim süre ve üretim miktarları gerçek zamanlı olarak hesaplanır, üretim sırasında oluşan tanımsız duruşlar otomatik olarak algılanır,

10. Operatör istediğinde duruş başlatıp arıza bildirimini yapabilir, hurda girişleri operatör paneli üzerinden anlık olarak yapılabilir,

11. Duruşlar ile birlikte operatör, kaliteci veya bakımcı için çağrı yapılır. Çağrıyı alan birim, gerçek zamanlı olarak müdahale başlatır ve bitirir (Arıza bildirim formları kaldırılıp sistem üzerinden takibi yapılır.).

Yöntemin uygulanmasında geçmiş sisteme ait (2019 yılı Ağustos, Eylül ve Ekim ayları) verilerle ve MAS sisteminden (2019 yılı Kasım - Aralık ve 2020 Ocak ayları) çekilen raporlardaki duruş sebepleri ve süreleri, hurda sebepleri, arızalar, üretim miktarları, adetleri vb. gibi OEE değerlerinin hesaplanmasında kullanılacak veriler ilk 3 aylık ve son 3 aylık olmak üzere birbirleri arasında kıyaslama yapmak amacıyla edinilmiştir.

3.4. Araştırmanın Kapsamı ve Sınırlılıkları

Gerek dünyada gerekse ülkemizin sanayi dünyasında bile henüz yeni yeni farkındalık yaratmaya başlayan üretimde dijitalleşme (Endüstri 4.0) uygulamalarını hayata

geçirebilen bir işletmenin bulunma düşüncesi bile zor iken, Aydın Bilim Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü ziyaret edilerek bu konuda yardım talebinde bulunulmuştur. Kurumla görüşülerek ilde üretim sistemlerinde dijital dönüşüme ilk geçen işletmede uygulama yapılması konusunda aracılık yapmış olup, bu çalışmaya katkıda bulunmuştur.

Aydın ilinde, otomotiv yan sanayi sektöründe faaliyet gösteren işletmenin üretimde dijital transformasyon dizisinin yalın üretim teknikleriyle entegre etmesi projesine yapılan yatırım büyük olsa da, gelecekte işletmeye katacağı kazançların büyük olacağı beklenmektedir. İşletmelerin kendilerince haklı sebeplerinden dolayı büyük paralar vererek dijitalleşmeye yatırım yapmalarının hızlı bir zaman sürecinde beklenemez. Bu bağlamda da, uygulama yapılacak örnek bir yerin bulunması da sınırlılık kapsamında sayılmaktadır.

Yeni dijital sistemin, yalın üretim felsefesini benimseyen işletmede ilk etapta uygulanmasında birçok zorluk yaşanmıştır. Bu detaylar Üretim Yönetim Sistemi'nin oluşum kısmında maddeler halinde açıklanacaktır. Tez uygulaması süresince, örgütsel anlamda yeni bir sistemin çalışanlar tarafından benimsenmesi, verileri gerçek zamanlı takip etme sürecine alışılmaya çalışılması, hızlı raporlama sistem dinamiğinin içerisine bürünebilme, operatörlerin anlık veri girişlerinin sağlanması, seçilecek pilot hattın oluşturulması, proje ekibinin kurulması vb. gibi birçok sebeplerin gerçekleşememe durumlarından ötürü, işletmenin kurumsal olarak sisteme bütünüyle adapte olamaması gibi riskli durumlar oluşabilme ihtimalleri de taşımıştır.

3.5. İşletmede MAS Projesi

MAS sistem projesi, dijital dönüşüm servisleriyle gerçek zamanlı verilerin takibini sağlayan Üretim Yürütme Sistemi / Akıllı Fabrika çözüm ortağıdır. Verilere anlık olarak ulaşabilme, bütünleştirme ve otomasyon konularında tüm teknik ve dijital alt yapının oluşmasına yardımcı olan bir platformdur. İşletme için tasarlanan MAS sistem projesinin detayları bu bölümde ele alınmıştır.

3.5.1. Uygulama Yapılan İşletme Hakkında Genel Bilgi

Türkiye'nin en büyük jant üreticisi olan ve faaliyetlerini şu an Aydın'da sürdürmekte olan işletmede, ilk üç parçalı 5.50-16 SDC ticari araç jantını ürettiği 1977 senesinde Atça'da kurulmuştur. On yıl sonra işletme, 3.000'den fazla farklı tasarım ve modelde 200 boyuta yaklaşan bir ürün yelpazesini (zirai, özel ekipman, endüstriyel, hafif ticari, düşük hız

jantları, çoklu parçalı vb.) oldukça zengin bir yapıdadır. Yıllar geçtikçe üretimini artıran ve şu anda Umurlu kasabası yakınlarında bulunan ve 100.000 metrekareye ulaşan ve yıllık üretim kapasitesinin 1.800.000 adede ulaşan ve dünya çapında bu adedin %75'ini 80'nin üzerinde ülkeye ihraç ettiği bu alana yayılan fabrika faaliyetlerini sürdürmeye devam etmektedir (JANTSA, T.Y.).

İşletmenin özellikle üniversite sanayi işbirliğinde yapmış olduğu başarılı AR-GE çalışmaları yoğun bir şekilde devam etmektedir. Jant tasarımı konusunda müşterilerin istekleri ön planda tutularak, müşterilere sağlam, dayanıklı, kaliteli ürünler sunma konusunda çalışmaları sürmektedir. İnsan hayatının önemi işletme için büyük önem taşımaktadır. Jantın sağlam ve kaliteli olması kaza riskini de minimuma indirecektir. Ayrıca müşteri taleplerinin hızlı karşılanması konusunda, teknik yönlerden sürekli gelişim sağlama, projeler üretme ve malzeme, süreç, ürün tasarımı hususunda rakiplere göre öne geçme stratejileri konusunda sürekli çalışmalar yapılmaktadır (JANTSA, T.Y.).

TUSİAD (Sabancı Üniversitesi İşbiliği) ve Boston Consulting Grubu'nun kolektif olarak yapmış olduğu anket çalışmasında Endüstri 4.0'ın Türkiye için gelecekteki potansiyel durumu analiz etmek adına 25 tane üretim sektöründe faaliyet gösteren işletme baz (6 sektör seçilmiştir) alınmıştır. Türkiye için de otomotiv sektörünün Endüstri 4.0 dönüşüm sürecinde başarılı olacağına inanılan sektörlerin başında geldiği çalışmada belirtilmiştir. Yayınlanan raporun sonuçları şu şekildedir (TUSİAD, 2016: 43).

1. Otomotiv Sektörü: Katma değerdeki payı %12, istihdamdaki payı %6, toplam faktör verimliliğindeki artış %7, ihracatın ithalata oranı %0.9, ihracatın ithalatı karşılama oranı %0.9'dır.

2. Beyaz eşya sektörü: Katma değerdeki payı %3, istihdamdaki payı %1, toplam faktör verimliliğindeki artış %9, ihracatın ithalata oranı %0.9, ihracatın ithalatı karşılama oranı %0.7'dir.

3. Makine sistemleri sektörü: Katma değerdeki payı %5, istihdamdaki payı %5, toplam faktör verimliliğindeki artış %5, ihracatın ithalata oranı %0.9, ihracatın ithalatı karşılama oranı %0.6'dir.

4. Tekstil sektörü: Katma değerdeki payı %8, istihdamdaki payı %13, toplam faktör verimliliğindeki artış % - 0.5, ihracatın ithalata oranı %1, ihracatın ithalatı karşılama oranı %2.4'tür.

5. Gıda ve Tarım sektörü: Katma değerdeki payı %10, istihdamdaki payı %12, toplam faktör verimliliğindeki artış %4, ihracatın ithalata oranı %0.9, ihracatın ithalatı karşılama oranı %1.9'dur.

6. Kimyasallar: Katma değerdeki payı %5, istihdamdaki payı %2, toplam faktör verimliliğindeki artış %1, ihracatın ithalata oranı %1, ihracatın ithalatı karşılama oranı %0,2'dir.

3.5.2. MAS (Manufacturing Execution System) – Üretim Yönetimi Sistemi

Üretim yürütme sistemi (MAS) Egebimtes aracılığıyla tasarlanmış, karmaşık üretim sistemlerini ve fabrika katındaki veri akışlarını birbirine bağlayan, izleyen ve kontrol eden bir dijital bir bilgi sistemidir. Sistemin temel amacı, üretim işlemlerinin etkin bir şekilde yürütülmesini sağlamak ve üretim çıktısını iyileştirmektir. MAS, tüm üretim yaşam döngüsü ile ilgili doğru, gerçek zamanlı verileri izleyerek ve toplayarak, nihai mallar için ürün teslim aşamasına kadar sipariş vermeden başlayarak bu hedefe ulaşmaya yardımcı olur. MAS, ürün soybilimi, performans, izlenebilirlik, malzeme yönetimi ve devam eden iş (WIP) ve ortaya çıkan tesis faaliyetleri hakkında veri toplar. Bu veriler, karar vericilerin fabrika zemininin mevcut ayarlarını anlamalarını ve üretim sürecini daha iyi optimize etmelerini sağlar (masplus, T. Y.) .

Anlık toplanan veriler, cloud platformunda sayısallaştırılır ve tüm süreçlerin analiz edilip, doğru kararlar alınmasına destek olur. MAS'in genel amacı, süreçlerin iyileştirilmesi için üretim işlemlerinin etkin bir şekilde yürütülmesini sağlamaktır. Hem MAS hem de ERP (kurumsal kaynak planlama yazılımı) birlikte çalışma yeteneğine sahiptir. Her iki yazılım da ön plana farklı özellikler kattığından, bunları birlikte kullanmak daha iyi sonuçlar alınmasına yardımcı olmaktadır. Her iki yazılım da birbirlerine entegre edilebilir; bu da operasyonel netliği artırabilir ve kurumları iş planlarına göre performansı izleme ve ayarlama yeteneğini donatır. ERP neden karar verilmesi gerektiğini bilir, MAS ise bu kararları nasıl alacağını bilir. Her iki sistemin de onları ücretsiz bileşenler haline getirebilecek fonksiyonları bulunmaktadır (masplus, T. Y.).

Projenin Amacı

Üretim hatlarının verimlilik değerlerini iş merkezlerinden toplanan anlık veriler ile takip etmek; üretilen miktar, üretim süresi, hurda, duruş ve arıza bilgilerini toplamak, bu bilgileri ERP Sistemine aktararak gerçek zamanlı ürün ve stok takibi yapmak; bu veriler ile verimlilik seviyesinin yükseltilmesi, ürün tasarım aşamasına kaynak bilgiler sağlamak ve maliyetlerin düşürülmesine yönelik çalışmalar yapmaktır.

Proje Uygulama Planı ve Topoloji

1. Ürün veri yönetimi ve Sabit tanımlar, Microsoft Dynamics NAV üzerinden aktarılır veya MAS sistemi üzerinde tanımlanır.

- a. Stok kod, personel, makina, kasa, lokasyon, palet, kalıp, vardiya, duruş, hurda sebep tanım iş emirleri “stok kodu+variant no” bazında takip edilecek.
- b. Doküman ve kontrol liste tanımları
- c. Makina, stok, operasyon bazlı tanımlanan üretim emirleri, reçeteler, envanter bilgileri
- d. Aynı stok/operasyon için makina bazlı verimlilik takip edilmek için Makine / Stok / Operasyon bazlı birim süre tanımları
- e. Hat üzerindeki Üretim alanları kurulacak modele göre iş merkezi veya istasyon olarak tanımlanır.

2. Üretim sahasına MAS kullanımı ve anlık performans takibi için görsel operatör panelleri-HMI yerleştirilir. Bir HMI üzerinde birden çok makina takip etmek mümkündür.

3. Gerçekleşen fiili Üretim bilgileri toplanır.

- a. Üretim sinyalleri takip edilir, makinalar ve PLC üzerinden gerçek zamanlı bilgi alınır.
- b. Kasa etiket okutularak üretim bilgisi toplanır.
- c. Palet etiket okutularak operasyon ilerletme yapılır.
- d. Kasa okutma süreci arasındaki çevrim süreleri takip edilir.

- e. Üretim bildirimi manuel yapılabilir.
- f. Operatör ve ofis ara yüzü üzerinden kontrollü düzeltme opsiyonu mevcuttur.

4. Üretim emirleri ERP sistemi üzerinden MAS'a yüklenir.

- a. Bakiyesi tamamlanan siparişler operatör paneline taşınmayacaktır.
- b. Üretim emirleri hat veya hat altındaki istasyon bazında takip edilebilir. Üretim emirleri anlık olarak operatör paneline taşınır.

5. Gerçekleştirilecek üretim ile ilgili hat/makina seçilir.

- a. Personel veya ekip tanıtılır, vardiya seçilir
- b. Kalıp, takım ve Kasa bilgileri tanıtılır.
- c. Kullanılan kasa bilgisi girilir.

6. İş emri seçilir.

- a. Kasa Barkod okutularak otomatik seçilir ve başlatılır.
- b. Ekrandan manuel seçilir.
- c. Kasa içindeki etiket ile

7. İş başlatılır.

- a. Başlatılan iş ile ilgili tanımlı periyod içerisindeki en iyi ve ortalama çevrim süresi görüntülenir.

8. Ayar duruşu başlatılır, ayar işlemleri tamamlandıktan sonra ayar duruş manuel sonlandırılır.

9. İlk lot onayı verilir.

10. Duruşlar takip edilir.

- a. Takip edilen sinyalin kesilmesi ile duruşlar otomatik olarak algılanır, sebepleri manuel veya barkod etiketi okutularak girilir.

- b. Belirsiz duruş tanım toleransına göre duruşlar sistem tarafından başlatılır ve bitirilir.
- c. Üretim sonlandırma sırasında tanımlı sürenin üzerindeki belirsiz duruşlar değiştirilir.

11. Hurda kayıtları manuel atılır.

- a. Üretilen ürün bazında hurda miktar ve sebepleri manuel veya barkod okutularak kaydedilir.
- b. Kullanılan bileşen hurdaları için hurda miktar ve sebepleri kaydedilir.
- c. Rework işlemleri tanımlanır.

12. Çağrı takibi yapılır (arıza, kalite, depo, forklift).

- a. Operatör tarafından çağrı kaydı açılır.
- b. Bakımcı veya sorumlu personel tarafından gerçek zamanlı müdahale başlatılıp bitirilir.
- c. Arıza tipli kayıtlar için KPI (Anahtar Performans Göstergesi) takibi yapılır.
- d. Çağrı kayıtları için mail ile bildirim yapılır.

13. Kullanılan bileşen tüketimleri kayıt altına alınabilir.

- a. Palet / Lot bazında bileşen kullanımları ile üretim ilişkilendirilir. İzlenebilirlik takibi sağlanır.

14. Kasa takip edilir.

- a. Kasa tanımları yapılır.
- b. Üretim başlarken tüketilen ve üretilen kasa bilgileri tanımlanır.
- c. Kasa içi stoklar ve miktarları takip edilir.
- d. Kasa lokasyonu izlenir.

- e. Kasa statüsü izlenir (karantina, şartlı kabul, opsiyonlanmış . . .)
- f. Kasa boşaltma, taşıma, lokasyon transfer işlemleri yapılır.
- g. Kasa bilgileri, Üretim veya lokasyon transfer kayıtları ile ilişkilendirilir.
- h. Takip kasa numarası üzerinden elektronik yapılabileceği gibi kasa etiketi basılabilir.
- i. Kasa doldurma ve boşaltma işlemleri iş başlat-bitir adımları ile senkonize edilir.
- j. Üretim bitmeden kasa dolarsa, kasa boşalt ve kasa doldur adımları ile işleme devam edilir.
- k. Üretim bitmeden kasa dolarsa, “forklift çağrı” emri açılır, çağrı zamanı ve müdahale zaman bilgileri gerçek zamanlı olarak takip edilir.
- l. Toplu kasa ile iş başlatılıp bitirme, alternatif senaryo olarak modellenecek.
- m. Üretilen ürünler kasa veya taşıma bandına koyulabilir. Bant işlemleri kasa gibi modellenir.

15. Yardımcı fonksiyonlar kullanılır.

- a. Kontrol liste adımları yüklenir ve kaydedilir.
- b. Dokümanlar yüklenir ve izlenir.
- c. Ekipman (kalıp, takım) ömrü takip edilir.
- d. Üretim etiketi basılır. (Üretim etiketi, hurda etiketi, Kasa etiketi).

16. İş sonlandırılır.

17. Alarm ve mesajlar yönetilir.

- a. Sıradaki iş emri, önceki ve sonraki operasyon kontrol,
- b. İlk lot onay,
- c. Üretim bakiye tamamlanma,

- d. Makina verimlilik ve çalışma durumu,
- e. Öngörülen süreyi aşan duruşlar,
- f. Uzun çevrim süreleri için geri sayım çubuğu ile anlık uyarı sağlanır.
- g. Geçmiş dönem kayıtlarından en iyi çevrim süresi görüntülenir.
- h. Veri takibi için Log kayıt ve Black List tabloları oluşturulur.

18. Toplanan kayıtlar üretim sonu kaydı oluşturmak üzere onay havuzuna kaydedilir

Parametrik hazır senaryolar kullanılabilir:

1. İş emirleri sahaya makina veya grup bazında dağıtılabilir.
2. İş merkezi bazında yapılan iş sıralaması dışında seçim yapılmaması temin edilebilir.
3. Üretim, birden fazla birim ile takip edilebilir.
4. Her iş başında otomatik ayar duruşu başlatılabilir.
5. MAS üzerinde başlatılan iş emirleri için ERP üzerinde değişiklik yapılmaması temin edilir.
6. Personel sayıları operatör tarafından manuel veya personel hareketleri ile anlık güncellenir.
7. MAS üzerinden manuel iş emri açılabilir veya iş emri bilgileri güncellenebilir.
8. Şartlı output sinyalleri üretilebilir.

Projede Tasarlanan Model

1. Kurulacak olan PLC ağı ile üretim makinelerinden otomatik olarak veri toplanması sağlanacak,
2. İş merkezlerine kurulacak olan Dokunmisraf Operatör Panelleri ile iş emri bazında performans, mevcut hattın performansı anlık olarak görülebilecek ve yönetilebilecek,

3. Operatöre minimum veri girişı yaptırılacağı için mevcutta olan giriş hatalarının önüne geçilecek,

4. Üretime başlamadan önce seçilen üretim emri ile makine başında üretime hazır olan yarı mamul barkod ile kontrol edilerek yanlış üretim yapma ya da yanlış üretim kaydı yapmanın önüne geçilecek,

5. Üretilen ürünler yine barkotlu paletler/sepetler ile taşınacağı için üretim içerisinde tanımsız ürünlerin bulunmasının önüne geçilecek,

6. Kurulacak olan Andon ekranlarından hatların durumları gerçek zamanlı olarak görülebilecek,

7. Sabit Tanımlar (Ürün Ağacı, İş Merkezleri, Makine Merkezleri, Üretim Emirleri vb.) ERP üzerinden alınır (Tekrarlı formlar kaldırılıp kâğıtsız üretim ortamı sağlanır).

8. Operatör çalışacağı makine ve iş emrini seçer, üretim ile ilgili bilgilere ulaşır, tüketeceği ürünü barkod ile eşleştirerek kontrolünü yapar ve üretime başlar (Operatör iş başlatır, iş bitirir, duruş ve arıza bildirimlerini yapar).

9. Üretim sahasından toplanan üretim sinyalleri ve barkod teyitleri ile çevrim süre ve üretim miktarları gerçek zamanlı olarak hesaplanır, üretim sırasında oluşan tanımsız duruşlar otomatik olarak algılanır.

10. Operatör istediğinde duruş başlatıp arıza bildirimini yapabilir, hurda girişleri operatör paneli üzerinden anlık olarak yapılabilir.

11. Duruşlar ile birlikte operatör, kaliteci veya bakımcı için çağrı yapılır. Çağrıyı alan birim, gerçek zamanlı olarak müdahale başlatır ve bitirir (Arıza bildirim formları kaldırılıp sistem üzerinden takibi yapılır).

12. Toplanan veriler ERP sistemine anlık olarak aktarılır, ürün stok ve lokasyon bilgileri anlık olarak takip edilir.

13. Proses kontrol işlemleri stok, operasyon veya makine bazında yapılabilir, kalite plan tanımları yapılabilir.

3.5.3. MAS Sistemine Karar Verilme Aşaması

Öncelikle proje ekibi oluşturulmuştur. Proje ekibi, üretimde dijitalleşmenin etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için hangi programın kullanılması gerektiği konusunda dijital üretim yönetim sisteminin danışmanlığını yapan işletmelerle görüşülmüş ve sonucunda MAS (Egebimtes tarafından piyasaya sunulan) sistemimde karar kılınmıştır. MAS proje takımı ve işletmenin proje takımı bir araya gelerek analiz çalışmaları yapmışlardır. Buna göre hangi makinalardan verinin toplanacağı, veri toplama türleri (manuel, sinyal) belirlenmiştir.

Üretim hattında kaç adet bilgisayarın konumlandırılması gerektiği ve ne tür bilgisayarların kullanılması (özellik açısından) tespit edilmiştir. Proje bütçelendirme çalışması yapılarak proje planı oluşturulmuştur. Adım adım kablolama, rotalama çalışmaları, fiziksel kurulumlar ve sinyal alım testleri yapılmaya başlanmıştır. Pilot hatlar belirlenerek, gerekli testler başarıyla gerçekleştirilmiştir. Çıkan sonuçlara göre sistem diğer hatlara yayılmaya başlamıştır. Sistem tüm üretim hatlarında aktif olarak çalışmaya başlamış olup, ortaya çıkan sorunlara anında müdahale edilmeye devam edilmektedir.

Mas Proje Planı'na yönelik MAS sisteminin takibinden sorumlu olan Bilgi Teknolojileri Müdürü ile görüşme yapılmıştır. Öncelikle PLC (Programmable Logic Controller) aracılığıyla hangi makinelerden hangi verilerin toplanabileceği tespit edilmiştir. Bazı makinelerin PLC ile veri toplamaya uygun olduğu, bazılarının ise uygun olmadığı anlaşıldıktan sonra firmayla gerekli görüşmeler yapılmıştır. Firma çoğu makineden anlık veri alabilmenin mümkün olabileceğini belirterek karşılıklı olarak çalışmalar başlamıştır. Öncelikle herkesin kendi yapacağı işe giriş yapabilmesi için makinelere iş emri gönderilmesi gerekmektedir. Kullanılan bu dijital sistemin bu yüzden ERP sistemiyle birlikte entegre bir şekilde çalışıyor olması gerekmektedir. Öncelikle makinelerin kendi aralarında gruplandırma işlemi yapılmıştır. Daha sonra “bu malzeme, bu hattan, şu rotadan geçer” şeklinde bir güzergâh (rotalama sistemi) belirlenmiştir.

PLC'ye (24 voltluk) bir sensör takılmış olup elektrik sinyali makinelere gönderilmektedir. PLC kurulduktan sonra her makina PLC kablosu çekilmiştir. Fabrikanın içerisine toplamda 25 km'lik kablo çekilmiştir. Bu kablo işletmede belli bir network alt yapısı olduğundan dolayı, bütün makinelerden sinyal toplama amacı güdülerek bu işin kaç bilgisayarla yönetilmesine karar verildi. Bir bilgisayarın ortalama 4 adet

makineyi yönetebileceğine karar kılınmıştır. 100 adet dokunmisraf bilgisayar alınmış olup, yanlarına barkod okuyucu eklenmiştir. Barkodlar, kasaların etiketlerini ve personelin kimliğini okuma işlemini yapmaktadır. Makine yerleşimi yapıldıktan sonra 16 adet PLC panosu konmuştur. 16 PLC panosundan grup halinde makinelere kablolar çekilmiştir. Daha sonra bu makinalara numaralar verilip MAS sistemine aktarımı sağlandı. İş merkezleriyle PLC bağlantıları eşleştirilmiş oldu ve makineler sinyal alma vaziyetine gelmiş bulundu. İş emirlerinin de eşleştirilebilmesi için bazı sabit tanımların yapıldı. Sabit tanımlar; ERP üzerinden alınacak olan malzeme listesi, iş emirleri, iş merkezleri vb'dir. İş merkezlerinin eşleştirilmesi için iş merkezi gruplarına bağlantıları yapılmıştır.

İş merkezlerinde işin bir akış halinde gidebilmesi için rotalar belirlenmiştir. Rotalamada, örnek olarak X malzemesi 1 operasyonda A makinesinden geçecek gibi nasıl bir sıra takip edileceği belirlenir. Son operasyon bilgisi oldukça önem taşımaktadır çünkü MAS'tan ERP sistemine aktarılan üretim adeti son operasyon makinesinden çıkan adet sayısıdır. En son olarak pilot hat seçilip, tüm sıkıntılar ortaya çıktıktan sonra sıkıntıların çoğu görülüp, analiz edildi ve diğer hatlara yaygınlaştırılmaya başlanmış oldu.

3.5.4. MAS Sisteminin Adapte Edilmesi Aşamasında Yaşanan Sıkıntılar

MAS sistemin işletmeye entegre edilme aşamasında yaşanan sıkıntılara aşağıda maddeler halinde yer verilmiştir:

1. İş sonlandırmalarda MAS ekranına giriş ekranına giriş sıkıntısı (vardiya değişiminde iş bittikten sonra yeni gelen operatörün iş başlatamaması)
2. Makinaların il etapta doğru sinyal alamayışı ve buna bağlı olarak adetlerin doğru sayılamaması
3. Operatörün sisteme giriş halindeki isteksiz tavrı (eski düzene yani manuel olarak iş emrinin üretim takip formuna yazılma haline devam etme isteği)
4. MAS ekranlarında bazı ürünlerin iş emrinin olmayışı
5. Ekranların donması ve sistemin yavaşlaması
6. Arıza ve duruş kodlarının düzgün seçilememesi
7. Hurda kodlarının ERP sistemiyle uyumlu olmaması

8. Hurda seçeneklerinin karmaşık olması (her bölümün kendisiyle ilgili hurda sebebini görmesi gerektiği talep edilmiştir)
9. Makastan gelen ürünün barkodsuz ve tanımsız olması (MAS ekranında yarı mamul tanıtımının yapılamaması)
10. Operatörün iş başlatma emrinde yanlış iş emrini seçmesi

3.5.5. Üretim Duruş Kodları

Süreç iyileştirme çalışmalarının verimli olabilmesi için darboğazlara sebep olacak duruşların tanımlarının belirtilmesi OEE değerlerinin doğru hesaplanması açısından büyük önem taşımaktadır. Duruşların kriterlerine özen gösterilmeli, ortak özellik taşıyanların kendi aralarında doğru bir şekilde gruplandırılması gerekir. Aşağıda üretim duruş kodları maddeler halinde açıklanmıştır.

1. Mola: Vardiya değişimi, kahvaltı, öğle ve akşam yemeklerine gitmek için yapılan duruşlarda kullanılır

Örnekler:

1. Vardiya değişimi
2. Kahvaltı, öğle/akşam yemeği

2. Planlı Bakım (Planlı kayıp): Planlı ve Otonom bakım faaliyetlerini gerçekleştirmek için yapılan duruşlarda kullanılır.

Örnekler:

1. Otonom bakım temizlik, yağlama, muayene faaliyetleri
2. Önleyici bakım faaliyetleri
3. 3 aylık bakım
4. 6 aylık bakım
5. Yıllık bakım

6. 250 saat bakım

7. 500 saat bakım

8. 1000 saat bakım

3. Planlı Kapama (Planlı Kayıp): Sipariş yokluğu ya da deneme üretimi nedeniyle yapılan duruşlarda kullanılır. Makine planlama bölümü tarafından durdurulur.

Örnekler:

1. Öngörü çalışmasına göre beklenen siparişlerin gelmemesi veya iptali nedeniyle hattın duruşuna karar verilmesi

2. Sipariş azlığı nedeniyle üretim hatlarından birinin ekibinin başka bir üretim hattında görevlendirilmesi ve hattın duruşuna karar verilmesi

3. Deneme üretimi

4. Eğitim (Planlı kayıp): Eğitim organizasyonu için yapılan duruşlarda kullanılır. Makine ilgili Müdür Yardımcı'nın bilgisi dâhilinde durdurulur.

Örnekler:

1. Hat operatörlerine hat başında verilen işbaşı eğitimleri (kalite, üretim, iş güvenliği, opex (operasyonel mükemmellik)...vb)

2. İnsan kaynakları tarafından organize edilen şirket toplantıları

5. Mücbir Sebep (Planlı kayıp): İşletmenin kontrolü dışında olan elektrik – doğal gaz kesintileri, sel-doğal afet nedeniyle yapılan duruşlarda kullanılır.

Örnekler:

1. Elektrik dağıtım şirketi kaynaklı kesintiler

2. Gaz dağıtım şirketi kaynaklı kesintiler

6. Setup (Operasyonel kayıp): Ürün tipi değişimleri için gerekli olan faaliyetleri gerçekleştirmek amacıyla yapılan duruşlarda kullanılır.

Örnekler:

1. Kalıp değişimi

2. Robot ayarı

7. Ara Ayar (Operasyonel Kayıp): Setup haricinde iş giderken ortaya çıkan ayar gereksinimlerini gidermek amacıyla yapılan duruşlarda kullanılır.

Örnekler:

1. Markanın silik çıkması

2. Bıçak çevrilmesi

3. Rölede iz oluşması

8. Arıza (Operasyonel Kayıp)

ÇAĞRI TIPLERİ	ÇAĞRI NEDENİ	MEKANİK ARIZA	RULMAN ARIZASI
ELEKTRİK ARIZA	SENSÖR-SWİTCH-SOKET-REFLEKTÖR-BUTON ARIZASI	KAYIŞ ARIZASI	KAYIŞ ARIZASI
	SÜRÜCÜ/ TRİSTÖR ARIZASI	ZİNCİR ARIZASI	ZİNCİR ARIZASI
	ROBOT ARIZASI	VİNÇ ARIZASI	VİNÇ ARIZASI
	MOTOR ARIZASI	VALF ARIZASI	VALF ARIZASI
	ELEKTRONİK ARIZA (KART-ENKODER)	YAĞLAMA ARIZASI	YAĞLAMA ARIZASI
	TRAFO-KONTAKTÖR-TERMİK-SİGORTA-KABLO	HİDROLİK ARIZA	HİDROLİK ARIZA
	GÜÇ KAYNAĞI ARIZASI	SU MOTOR/POMPA/ŞAMANDRA ARIZASI	SU MOTOR/POMPA/ŞAMANDRA ARIZASI
BAKIM İŞ İSTEK	YAĞ/HAVA/SU KAÇAĞI	PNÖMATİK ARIZA	PNÖMATİK ARIZA
	YAĞ/ FİLTRE DEĞİŞİMİ	RÖLE ARIZASI	RÖLE ARIZASI
	AYDINLATMA / İKLİMLENDİRME	TEZGAH ARIZASI	TEZGAH ARIZASI
	KAYNAK İŞLERİ	REDÜKTÖR ARIZASI	REDÜKTÖR ARIZASI
	YÜKSEK SICAKLIK, TITREŞİM, ISINMA	PARÇA SIKIŞTI/TAKILDI/KIRILDI	PARÇA SIKIŞTI/TAKILDI/KIRILDI
	YAVAŞ ÇALIŞMA	TOZALTI-GAZALTI-TORÇ KAYNAK ARIZASI	TOZALTI-GAZALTI-TORÇ KAYNAK ARIZASI
	SES GELİYOR	MİL ARIZASI	MİL ARIZASI
	SALGILI DÖNÜYÖR	MİKNATIS ARIZASI	MİKNATIS ARIZASI
	MANİPULATÖR ÇALIŞMIYOR	MERDANER ARIZASI	MERDANER ARIZASI
	KUMANDA ÇALIŞMIYOR	KUNLAMA ARIZASI	KUNLAMA ARIZASI
	KORUMALIĞI KIRILDI	KONVEYÖR ARIZASI	KONVEYÖR ARIZASI
	KIZAK AYARI	KAPLIN ARIZASI	KAPLIN ARIZASI
	KIVILCIM ÇIKTI	FREN ARIZASI	FREN ARIZASI
	İŞ GÜVENLÜĞÜ EKİPMANI ÇALIŞMIYOR (ACİLSTOP, IŞIK PERDESİ)	FAN ARIZASI	FAN ARIZASI
	EKSANTRİK AYARI BOZUK	POMPA ARIZASI	POMPA ARIZASI
	DAYAMA AYARSIZ/ÇARPIK	EŞANİ ÖR. ARIZALI	EŞANİ ÖR. ARIZALI
	DENGESİZ ÇALIŞIYOR	ELEVATÖR ARIZALI	ELEVATÖR ARIZALI
	CIVATA - SOMUN KOPTU/GEVŞEDİ/KIRILDI	DİŞLİ ARIZASI	DİŞLİ ARIZASI
	CAN AVAR ÇALIŞMIYOR KABLO/DİŞLİ	ÇENE ARIZASI	ÇENE ARIZASI
	PRİZ/LAMBA ÇALIŞMIYOR	CHİLLER ARIZASI	CHİLLER ARIZASI
	ALARM VERİYOR	BASINÇLI HAVA ARIZASI (YÜKSEK/DÜŞÜK)	BASINÇLI HAVA ARIZASI (YÜKSEK/DÜŞÜK)
		BİÇAK ARIZASI	BİÇAK ARIZASI
		BOYAHANE ARIZASI (KATAFORİZ-KARŞITIRICI-POMPA-MİKSER-ASKI)	BOYAHANE ARIZASI (KATAFORİZ-KARŞITIRICI-POMPA-MİKSER-ASKI)
		ALIN KAYNAK ARIZASI	ALIN KAYNAK ARIZASI

Şekil 3.1. Arıza (Çağrı Tipi / Çağrı Nedeni)

Yukarıda uygulama yapılan işletmenin arıza tiplerinin çeşitleri detaylı olarak gösterilmektedir (Şekil 3.1.).

Makinanın arızalı bir parça nedeniyle fonksiyonunu yerine getirmemesi, bakım teknisyeni ya da operatörün müdahalesini gerektiren duruşlarda kullanılır. MAS sisteminde arıza giriş sistematığı aşağıda belirtilmiştir.

1. Arıza için duruş kodu girilir (ELEKTRİK ARIZA-MEKANİK ARIZA-KALIP ARIZA).

2. Bakım Çağrı başlatılır, ÇAĞRI TİPİ seçilir (ELEKTRİK ARIZA veya MEKANİK ARIZA).

3. Arıza dışındaki çağrılar için BAKIM İŞ İSTEK seçilir

4. Çağrı tipine uygun ÇAĞRI NEDENİ seçilir Başlangıç yorumu yazılır, çağrı başlatılır.

5. Bakımcı makinaya geldiğinde Müdahale Başlangıç Yorumu yazar, müdahaleyi başlatır.

6. Müdahale bitince, arızanın nedenini, yaptığı işi Müdahale Bitiş Yorumu bölümüne yazar.

7. Çözüm Listesi Bölümünde tekrarı önleyici aksiyonu seçer ve takibini yapar.

9. İç Taşıma: Malzeme, hammadde bekleme kaynaklı duruşlarda kullanır.Örnekler:

1. Forklift arızaları, trafiği nedeniyle gecikmeler

2. Sarf malzemesi yokluğu

10. Plansız Üretim Duruşu (Operasyonel Kayıp): Plansız üretim duruşlarında kullanılır. Makine ilgili Müdür Yardımcı ve Planlama bölümünün bilgisi dâhilinde durdurulur.

Örnekler:

1. Bir önceki iş istasyonunda uzun süren arıza nedeniyle ara stok malzeme seviyesinin maksimuma ulaşması

2. Genel kompresör arızası nedeniyle makine havasının kesilmesi

3. Tadilat ve hurda oranının çok yüksek seviyeye ulaşması nedeniyle hat dengeleme ihtiyacı

4. İş emri yokluğu

11. İş Güvenliği (Operasyonel kayıp): İş kazası (İş günü kayıplı, ilk yardımcı) sonrasında yapılan duruşlar

Örnekler:

1. Kaza sonrası makine operatörü yokluğu
2. Güvensiz ortam ve riskin giderilmesi için yapılan faaliyetler
3. Yerinde inceleme faaliyetleri (Kaza, Ramak kala)

12. Tadilat Çalışması (Operasyonel kayıp): Kalite sorunları nedeniyle üretilen jantların yeniden işlenmesini gerektiren durumlarda kullanılır.

1. Plandaki iş emri ilgili Müdür Yardımcı ve Planlama bölümünün bilgisi dâhilinde durdurulur, duruş kodu olarak ‘Tadilat Çalışması’ seçilir.
2. Tadilatı yapılacak işler çalışılır.
3. Tadilat bitiminde plandaki iş emri tekrar başlatılarak devam edilir.

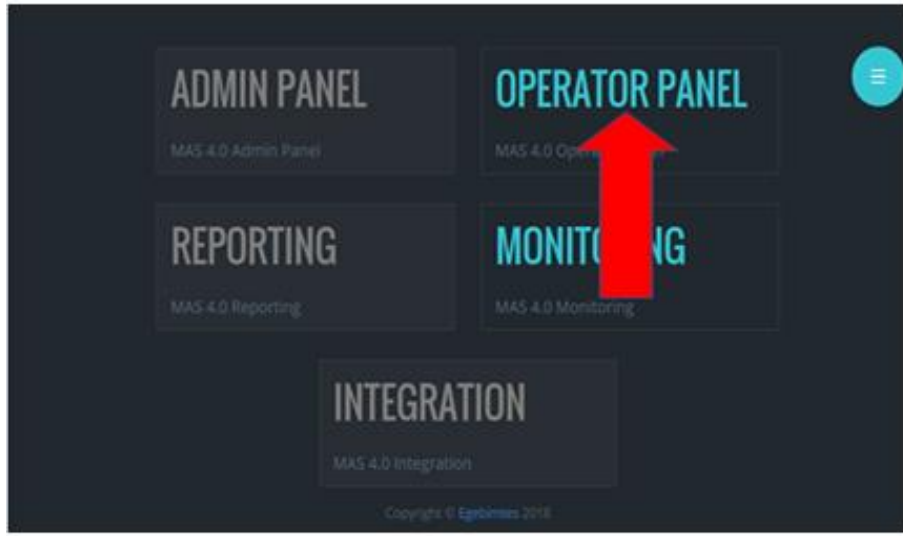
3.5.6. MAS Sistem Kullanımı

Operatörler sistemi kullanmaya başlamadan önce hem teorik hem de prisaaf anlamda uygulamalı olarak yoğun bir eğitim sürecinden geçmişlerdir. MAS takip ekibinin de desteğiyle MAS sistemine girişlerde yaşanan sıkıntılar kısa sürede giderilmiştir. MAS sisteminin detaylı kullanımı aşağıda görsel olarak adım adım gösterilmiştir.



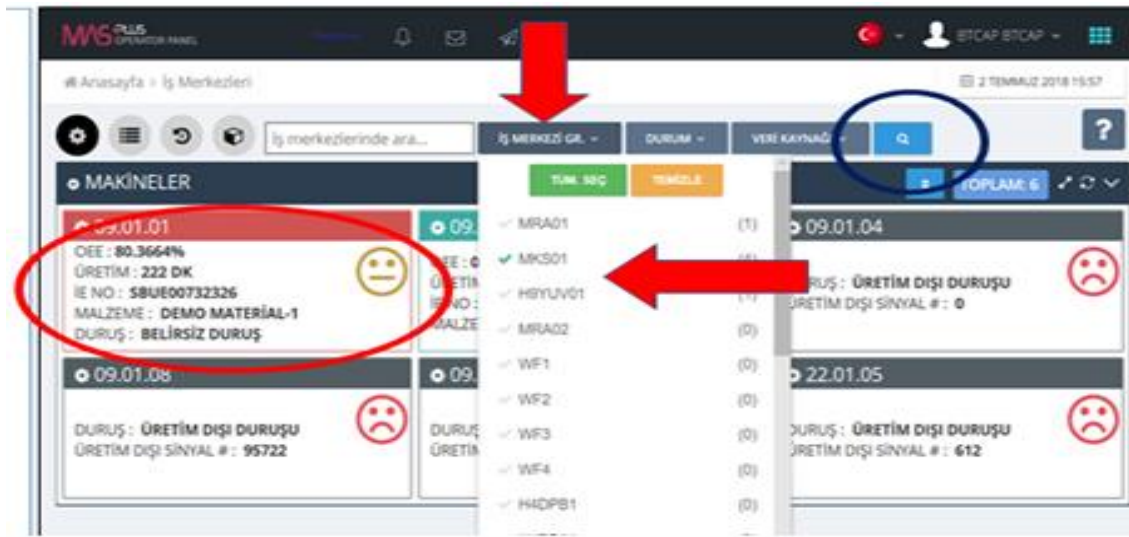
Şekil 3.2. MAS Kullanım Ekranı 1

Şekil 3.2’de, MAS sistemine giriş yapılan ekran gösterilmektedir. Kırmızı ok işareti ile belirtilen yerlere kullanıcı adı ve şifre girilir.



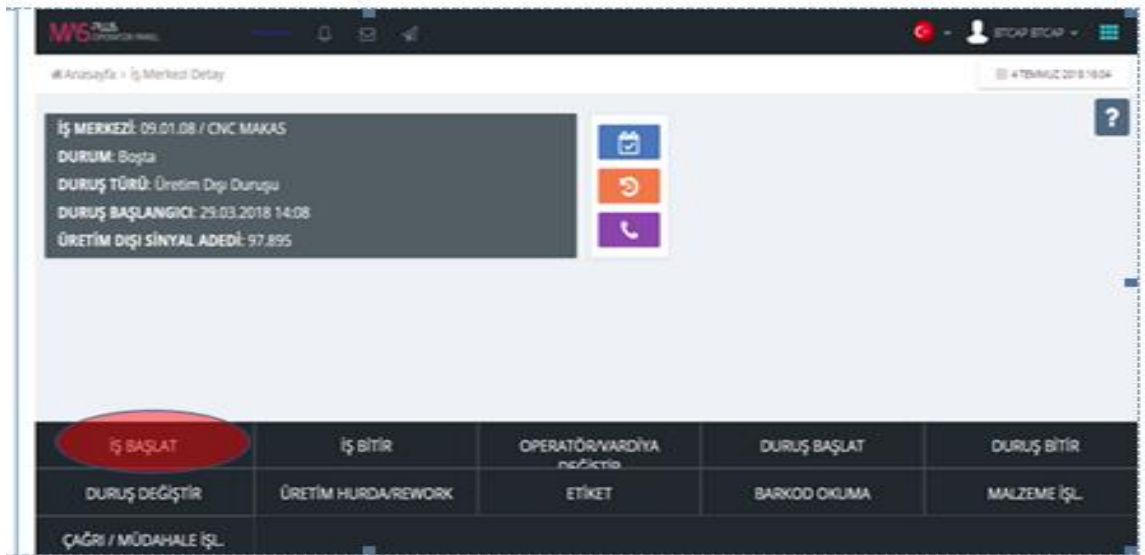
Şekil 3.3. MAS Kullanım Ekranı 2

Şekil 3.3’de, panel ekranında yer alan kısımlardan operatör panel yazısının olduğu kısma giriş yapılır.



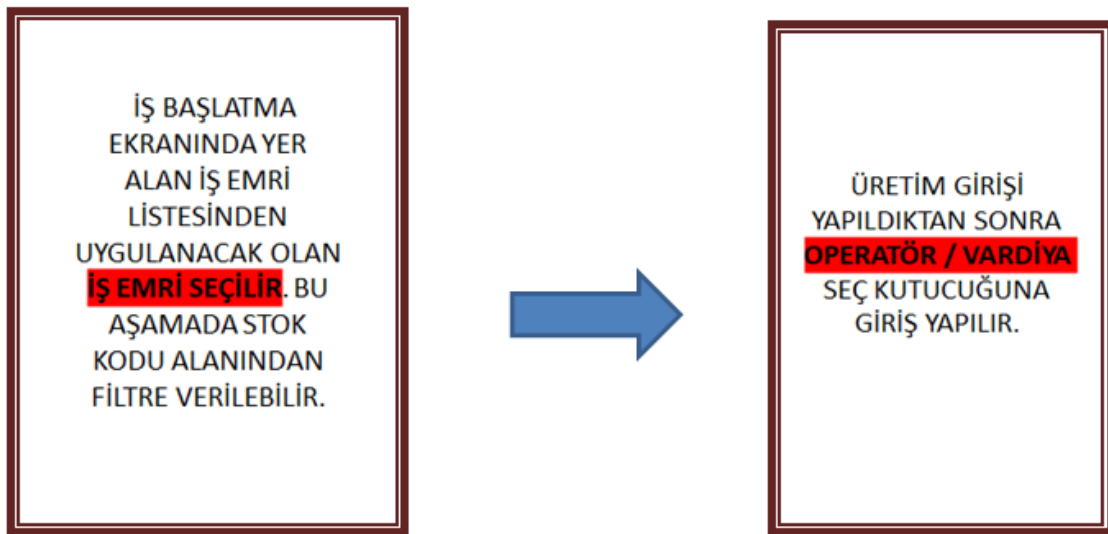
Şekil 3.4. MAS Kullanım Ekranı 3

Şekil 3.4’de, ana safada yer alan iş merkezlerinden ilgili iş merkezi seçilir.



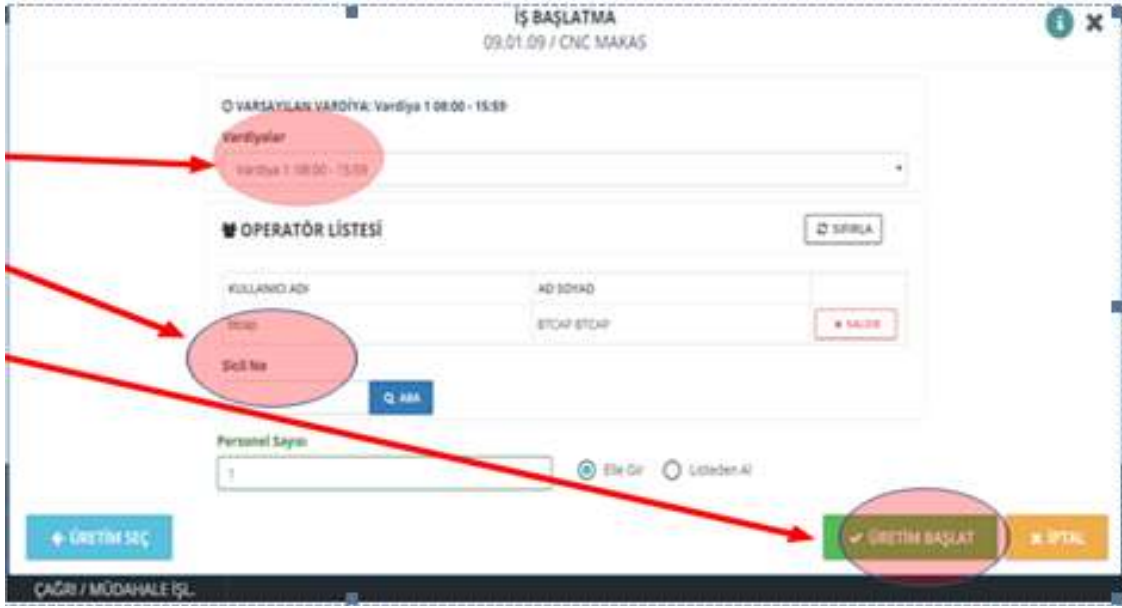
Şekil 3.5. MAS Kullanım Ekranı 4

Şekil 3.5’de, ilgili iş merkezinde üretimi başlatmak için iş başlat kutucuğuna giriş yapılır.



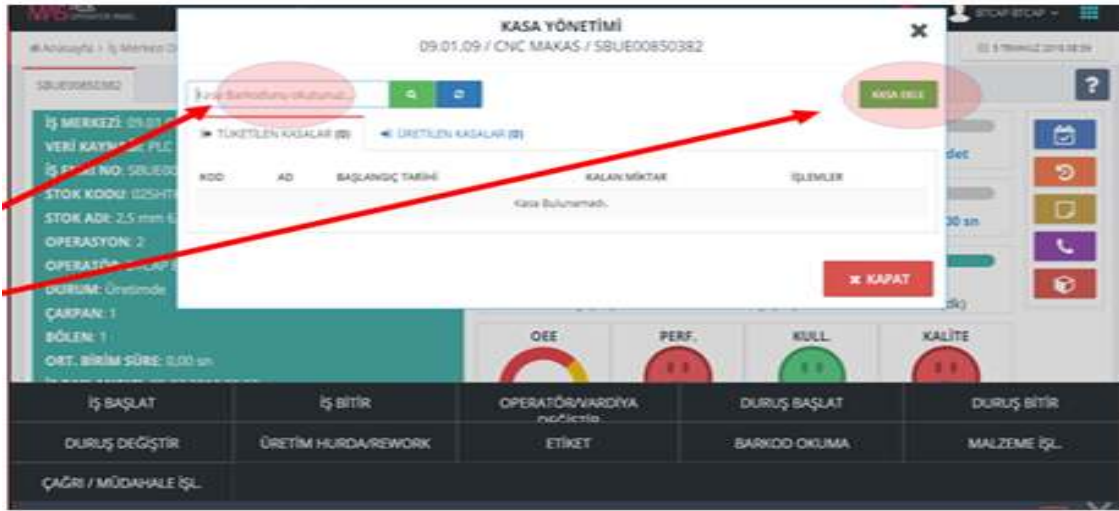
Şekil 3.6. MAS Kullanım Ekranı 5

Şekil 3.6’da, iş başlatma ekranında yer alan iş emri listesinden uygulanacak olan iş emri seçilir. Bu aşamada stok kodu alanından filtre verilebilir. Üretim girişi yapıldıktan sonra operatör / vardiya seç kutucuğuna giriş yapılır.



Şekil 3.7. MAS Kullanım Ekranı 6

Şekil 3.7’de, vardiya seçimi yapıлып, ilgili operatörün sicil numarası yazıldıktan sonra üretim başlat kutucuğu kullanılarak üretim başlatılır.



Şekil 3.8. MAS Kullanım Ekranı 7

Şekil 3.8’de, kasa yönetimi ekranında kasaya ait barkod girişi yapılır ya da kasa ekle kutucuğu seçilir.



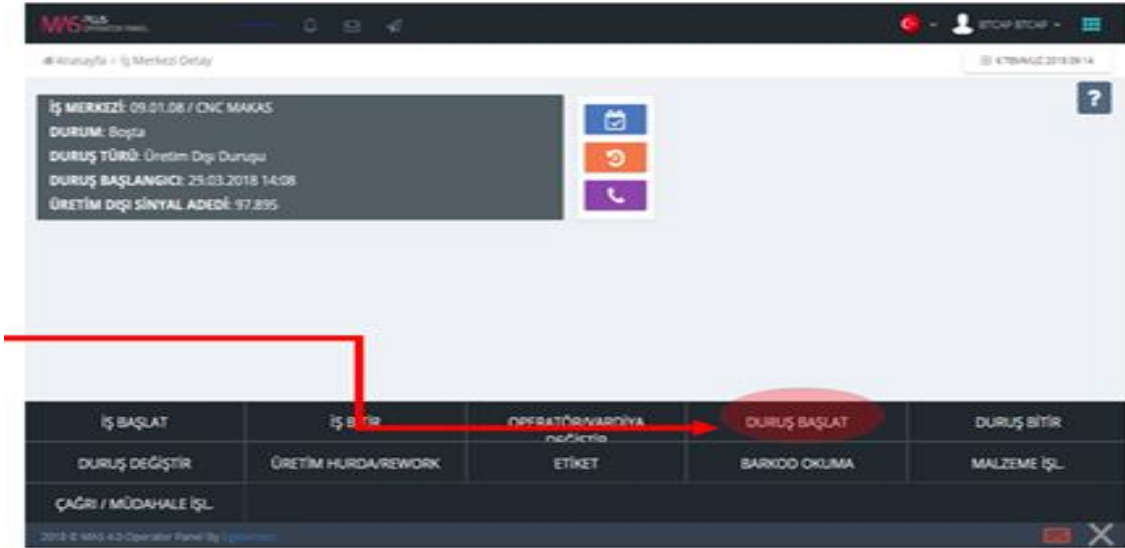
Şekil 3.9. MAS Kullanım Ekranı 8

Şekil 3.9’da, kasa ekle kısmından ilgili kasa seçimi (tüketim kasası) yapılır. Sonrasında aynı işlem üretim kasası için yapılır.



Şekil 3.10. MAS Kullanım Ekranı 9

Şekil 3.10’da, eğer kasa seçimi yanlış yapılırsa kasa başka bir üretime bağlı gözüküyor şeklinde uyarı ekranı ile karşılaşılır.



Şekil 3.11. MAS Kullanım Ekranı 10

Şekil 3.11’de, üretim sırasında duruş meydana geldiğinde iş merkezi detay ekranında yer alan duruş başlat kutucuğuna giriş yapılır.



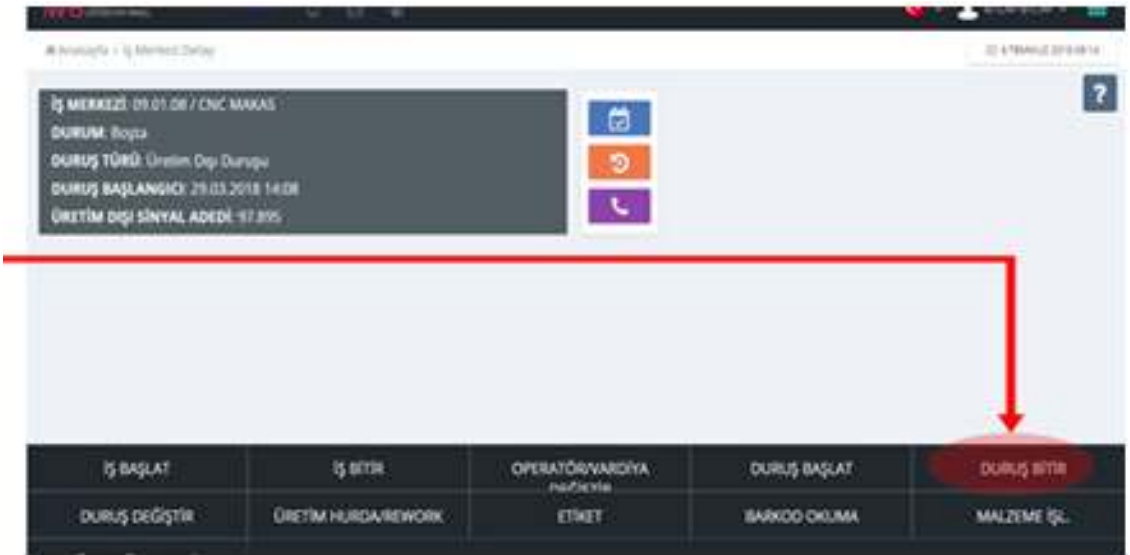
Şekil 3.12. MAS Kullanım Ekranı 11

Şekil 3.12’de, duruş başlatma ekranında açılan duruş sebeplerinden uygun olan seçilerek duruş başlat kutucuğuna giriş yapılır.



Şekil 3.13. MAS Kullanım Ekranı 12

Şekil 3.13’de, duruş başlatıldıktan sonra iş merkezi ekranında duruş sebepleri (üretim dışı, belirsiz vb.) yer alır.



Şekil 3.14. MAS Kullanım Ekranı 13

Şekil 3.14’de, duruş bitirilip üretime yeniden başlanacağı zaman duruş bitir kutucuğuna giriş yapılır.



Şekil 3.15. MAS Kullanım Ekranı 14

Şekil 3.15’de, duruşu bitirmek için karşımıza gelen ekranda duruş sonlandır kutucuğuna giriş yapılır.



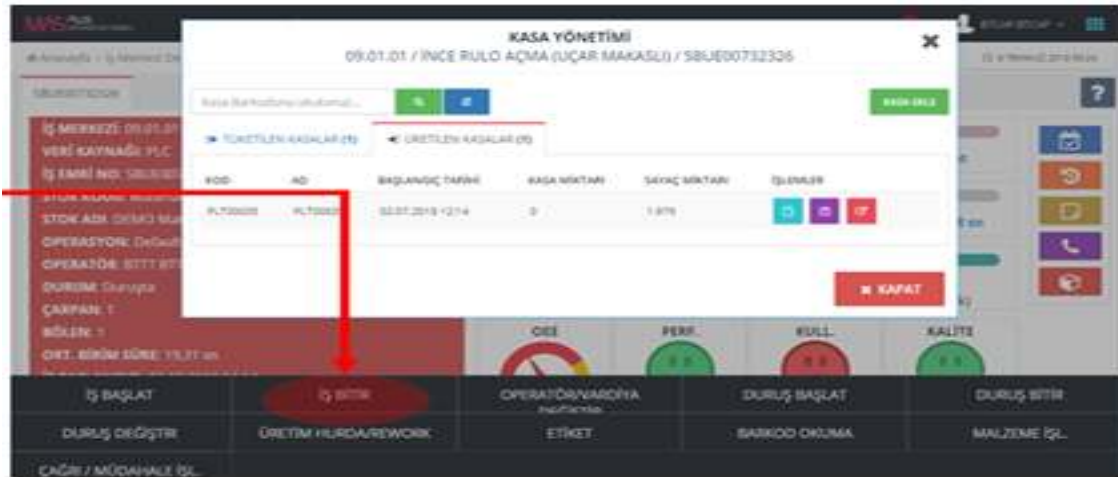
Şekil 3.16. MAS Kullanım Ekranı 15

Şekil 3.16’da, hurda girişi için üretim hurda / rework kutucuğuna giriş yapılır.



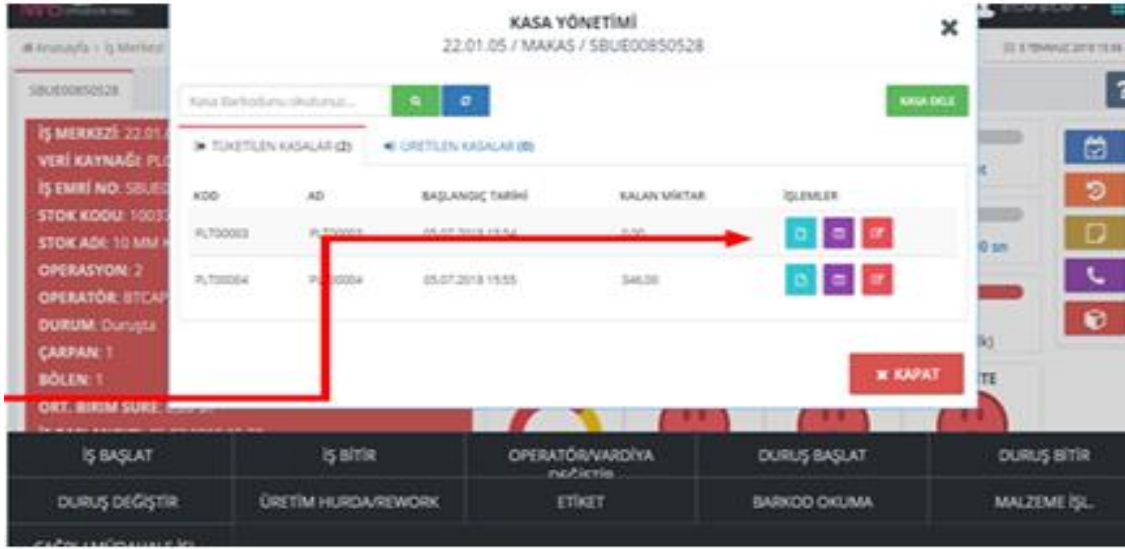
Şekil 3.17. MAS Kullanım Ekranı 16

Şekil 3.17’de, üretim hurda / rework girişinde ilgili tip ve hurda seçimi yapılarak giriş onaylanır.



Şekil 3.18. MAS Kullanım Ekranı 17

Şekil 3.18’de, üretimi tamamlamak için iş bitir kutucuğuna giriş yapılır. Öncelikle mevcuttaki kasalar ekrana gelir ve bunların sevk edilmesi gerekir.



Şekil 3.19. MAS Kullanım Ekranı 18

Şekil 3.19’da, seçimi yapılan kasanın detayları ve yapılacak olan işlemlere ait kutucuklar kasa yönetimi ekranında karşınıza gelir.



Şekil 3.20. MAS Kullanım Ekranı 19

Şekil 3.20’de, hurda girişi yapıldıysa evet kutucuğuna basıldıktan sonra gelen mevcut iş emri ekranından üretimi sonlandır diyerek üretim tamamlanır.



Şekil 3.21. MAS Kullanım Ekranı 20

Şekil 3.21’de, seçili iş merkezi ekranında daire içindeki geçmiş butonuna tıklanarak o makinede daha önce çalışılmış ve şu an çalışılmakta olan iş emirlerinin kayıtları görülebilir.

Durum	İş Merkezi	İş Emri No	Operasyon	Malzeme K.	Malzeme	Birim	Planlanan
Üretimde	EKŞANTIR PRES (DOK YUVARLATMA)	50000001864	1	12mm Kaldırıcı Yuvarlatıcı	12mm Kaldırıcı Yuvarlatıcı	ADET	600
Tamamlandı	EKŞANTIR PRES (DOK YUVARLATMA)	50000001864	2	12mm Kaldırıcı Yuvarlatıcı	12mm Kaldırıcı Yuvarlatıcı	ADET	600
Tamamlandı	EKŞANTIR PRES (DOK YUVARLATMA)	50000001864	3	12mm Kaldırıcı Yuvarlatıcı	12mm Kaldırıcı Yuvarlatıcı	ADET	600
Tamamlandı	EKŞANTIR PRES (DOK YUVARLATMA)	50000001864	4	12mm Kaldırıcı Yuvarlatıcı	12mm Kaldırıcı Yuvarlatıcı	ADET	600
Tamamlandı	EKŞANTIR PRES (DOK YUVARLATMA)	50000001864	5	12mm Kaldırıcı Yuvarlatıcı	12mm Kaldırıcı Yuvarlatıcı	ADET	600
Tamamlandı	EKŞANTIR PRES (DOK YUVARLATMA)	50000001864	6	12mm Kaldırıcı Yuvarlatıcı	12mm Kaldırıcı Yuvarlatıcı	ADET	600
Tamamlandı	EKŞANTIR PRES (DOK YUVARLATMA)	50000001864	7	12mm Kaldırıcı Yuvarlatıcı	12mm Kaldırıcı Yuvarlatıcı	ADET	600
Tamamlandı	EKŞANTIR PRES (DOK YUVARLATMA)	50000001864	8	12mm Kaldırıcı Yuvarlatıcı	12mm Kaldırıcı Yuvarlatıcı	ADET	600
Tamamlandı	EKŞANTIR PRES (DOK YUVARLATMA)	50000001864	9	12mm Kaldırıcı Yuvarlatıcı	12mm Kaldırıcı Yuvarlatıcı	ADET	600
Tamamlandı	EKŞANTIR PRES (DOK YUVARLATMA)	50000001864	10	12mm Kaldırıcı Yuvarlatıcı	12mm Kaldırıcı Yuvarlatıcı	ADET	600

Şekil 3.22. MAS Kullanım Ekranı 21

Şekil 3.22’de, geçmiş ekranından gün aralığı kısmından istenilen aralık seçilip operatörler kısmından tümü seçilerek istenen tarih aralığında hangi üretim emirleri çalışmış

görebilir, detaylarına bakılabilir. Üretim, duruş ve hurda sekmelerinden de istenilen ilgili bilgilere ulaşım kontrol edilebilir.

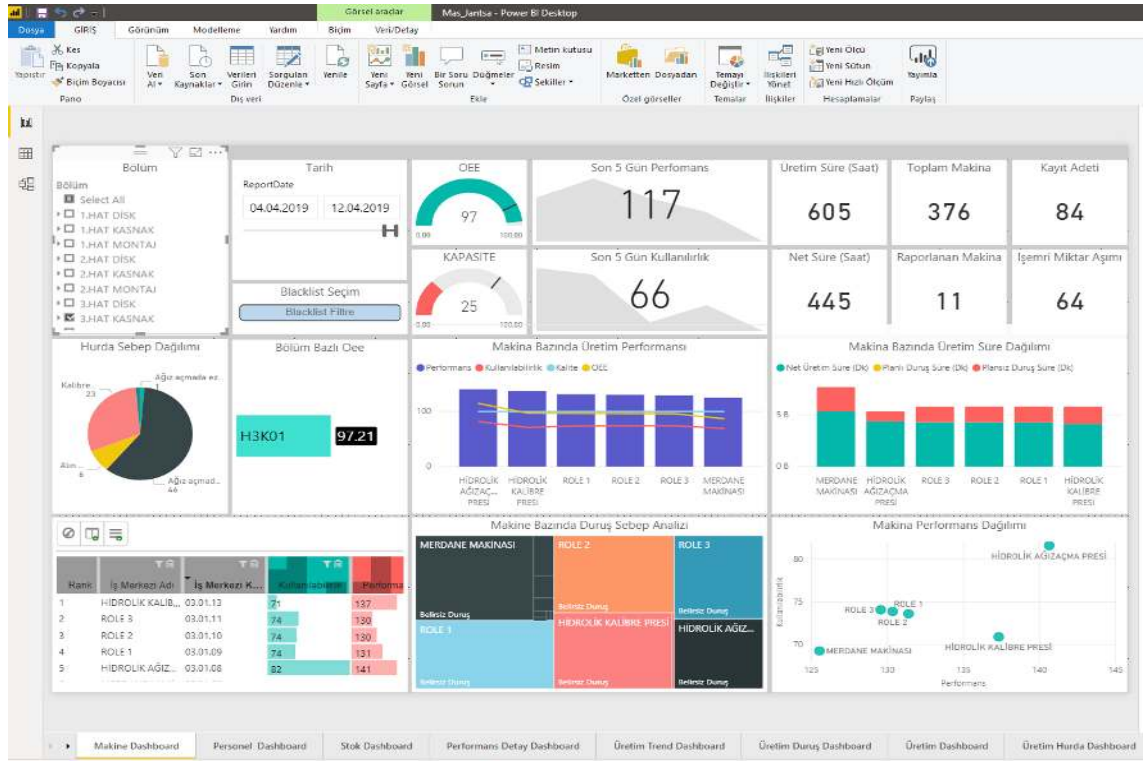
KONTROL	EVET	HAYIR	YORUM
İŞ BAŞLATMA YAPILDI MI?	☐	☐	
İŞ EMRİ DOĞRU SEÇİLDİ Mİ?	☐	☐	
TÜKETİM KASASI ve ÜRETİM KASASI DOĞRU SEÇİLDİ Mİ?	☐	☐	
MAKİNE SİNYALİ DOĞRU GELİYOR MU?	☐	☐	
HURDA GİRİŞLERİ ZAMANINDA ve DOĞRU YAPILIYOR MU?	☐	☐	
FİZİKSEL KASA DEĞİŞTİRİNDE MAS ÜZERİNDE KASA DEĞİŞİMLERİ YAPILIYOR MU?	☐	☐	
DURUŞ KODLARI DÜZGÜN SEÇİLİP EKSİKSİZ GİRİŞ YAPILIYOR MU?	☐	☐	
ARIZA ÇAĞRILARI YAPILIYOR MU?	☐	☐	
BAŞLATILAN İŞ ZAMANINDA ve DOĞRU ŞEKİLDE KAPATILIYOR MU?	☐	☐	
GERÇEK ÜRETİM RAKAMLARI İLE MAS ÜRETİM RAKAMLARI EŞLEŞİYOR MU?	☐	☐	

UMFR168 REV.NO:00 19.12.2018

Şekil 3.23. MAS Vardiya Kontrol Formu

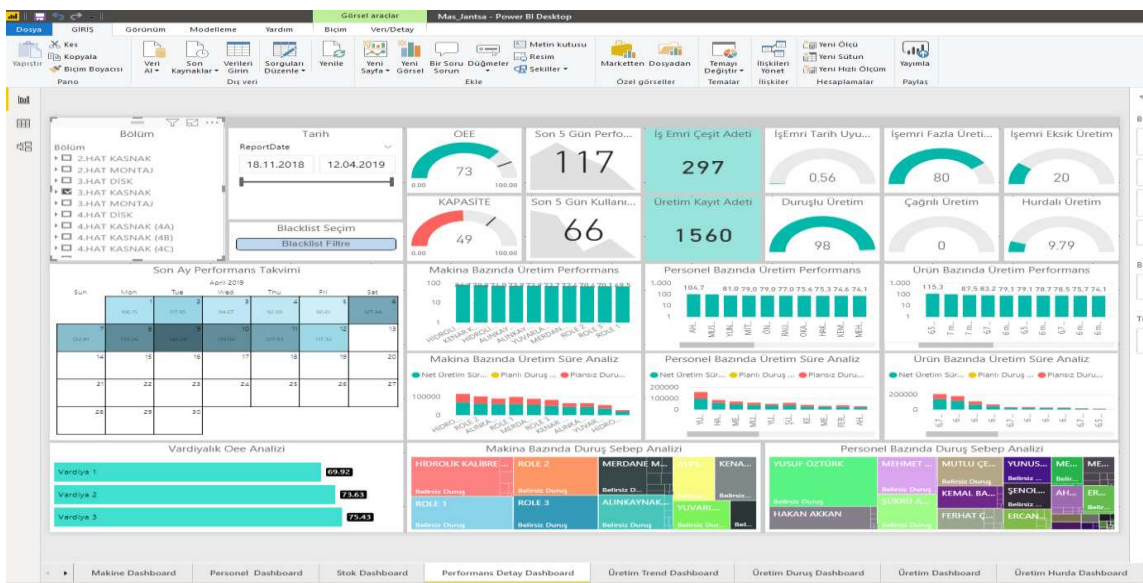
Şekil 3.23’de, operatörlere verilen MAS sistemiyle ilgili detaylı eğitimlerden sonra, çalıştıkları vardiya boyunca sisteme adapte oluncaya kadar aşağıdaki kontrol formlarını doldurmaları talep edilmiştir. Bu formları kontrol eden yetkililer ayrıca bulunmaktadır.

Aşağıdaki şekillerde görülen analizler, MAS Rapor Setine ilave olarak Microsoft Power BI Hizmetiyle entegreli bir şekilde çalışan, birçok analizin detaylarını bir arada görebilmeye yardımcı olan bir raporlama sistemidir. İstenilen her türde raporlama yeteneğinin karakterize edilmesine yardımcı olur. Tüm verilerin görsel açıdan daha anlaşılır ve grafiksel bir şekilde analizinin göstergelerinin resmedilmesini sağlamaktadır. Raporlama sistemi geliştirilip, istenilen anda, istenilen yerden verilere ulaşma imkânı sağlamaktadır.



Şekil 3.24. Power BI Raporu 1

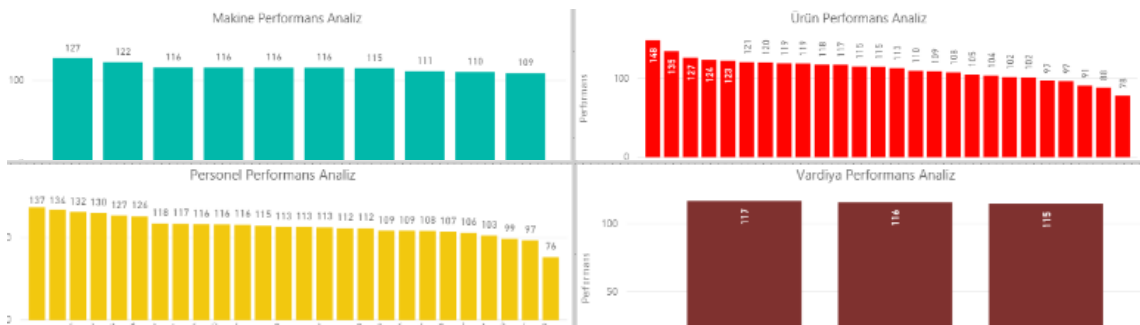
Bu örnek raporda (Şekil 3.24.) seçilen pilot hattaki, istenilen tarih aralığındaki OEE, performans, kapasite, üretim süresi, toplam makine, kayıt adeti, net süre, raporlanan makine, iş emri miktar aşımı, hurda sebep dağılımı, bölüm bazlı OEE, makine bazında üretim performansı (OEE değerleri), makine bazında üretim süre dağılımı (net üretim süresi, planlı duruş süresi, plansız duruş süresi), makine bazlı duruş sebep analizi ve makine performans dağılımı analizlerinin hepsi bir arada görülmektedir.



Şekil 3.25. Power BI Raporu 2

[illegible]

Şekil 3.26'daki raporda, iş merkezi adı, üretim süresi, OEE, performans, üretilen adet, iş emri kayıt adedi, ürün çevrim süre analizi, hurda sebep dağılımı, üretim performans trend analizi ve duruş sebep dağılımı resmedilmiştir.



Şekil 3.27’de makine performans analizi, ürün performans analizi, personel performans analizi ve vardiya performans analizi bir arada raporlanmıştır.

2020 - Nisan			KZ Kullanılan Zaman				EZ Etkin Zaman								Üretim Verileri						
2	3	4	5	6	7	8	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
Tarih	Toplam Vardiya Sayısı	Toplam Çalışılan Zaman	Planlı Bakım	Planlı Kapan	Eğitim	Mücbir Sebep (Elektrik, Gaz)	Setup	Arıza	Ara Ayar	Bekleme / İç Taşıma	Plansız Üretim Duruşu	Tadilat Çalışması	Toplam Etkin Zaman	Sağlam Üretim Miktarı	Hurda Miktarı	Hurda Oranı	Toplam Taşıma Adeti	Tadilat Adeti	Tadilat Oranı		
16 Ocak 20	Vardiya Sayısı	0											0				10	0	0,00		
17 Ocak 20	3	1440		280			120	95	190	48			572	602	17	0,03	669	12	0,02		
18 Ocak 20	1	480		95			90	55		25			170	328	12	0,04	401	11	0,03		
19 Ocak 20	Vardiya Sayısı	0											0						#SAYI/0!		
20 Ocak 20	3	1440		150			261	167	59				668	602	19	0,03	489	0	0,00		
21 Ocak 20	2	960					43	76	45				706	1116	3	0,00	1249	20	0,02		
22 Ocak 20	2	960						10	47				813	1225	1	0,00	941	142	0,15		
23 Ocak 20	2	960		280			55	140	78	33			284	526	1	0,00	768	3	0,00		
24 Ocak 20	2	960						102	35	67			666	737	24	0,03	409	22	0,05		
25 Ocak 20	2	960		205				47	38	30			550	646	11	0,02	708	29	0,04		
26 Ocak 20	1	480					81						354	561	7	0,01	0	0	#SAYI/0!		
27 Ocak 20	2	960		585									285	114	0	0,00	946	32	0,03		
28 Ocak 20	2	960		280				18					572	774	0	0,00	628	16	0,03		
29 Ocak 20	3	1440		410				49	43				803	516	2	0,00	449	2	0,00		
30 Ocak 20	3	1440		180			116	63	11	300			635	874	4	0,00	854	25	0,03		
31 Ocak 20	2	960		50			75		10	224			511	584	4	0,01	716	14	0,02		

Şekil 3.28. Geçmiş Sistem OEE Veri Hesaplama Kalemleri

Şekil 3.28.'de Geçmiş sistemde OEE'nin hesaplanmasına ilişkin kalemler yer almaktadır. 1) Çalışılan zamanda; toplam vardiya sayısı, toplam çalışılan zaman, 2) Kullanılan zamanda; planlı bakım, planlı kapama, eğitim, mücbir sebepler, 3) Etkin zamanda; setup, arıza, ara ayar, bekleme / iç taşıma, plansız üretim duruşu, tadilat çalışması ve toplam etkin zamandan oluşmaktadır. Üretim verileri kalemleri incelendiğinde; sağlam üretim miktarı, hurda miktarı, hurda oranı, toplam taşlama adeti, tadilat adeti ve tadilat oranlarını kapsamaktadır. Geçmiş sistemde tüm kalemler manuel yöntemle giriş yapılmakta ve hazırlanan formülle hesaplanmaktadır. Girişlerin manuel olması zaman kaybı ve zamanında giriş yapılamama gibi sebeplerinden dolayı dezavantajları bulunmaktadır. MAS sistemde tüm hesaplamalar otomatik olarak yapılmaktadır ve verilerin anlık giriş yapılmasından dolayı tüm analizler, hesaplamalar günceldir.

3.5.7. MAS Sisteminin İşletmeye Sağladığı Katkılar

MAS sisteminin hayata geçirilmesiyle işletmeye sağlamış olduğu katkılara aşağıda yer verilmiştir.

1) Sistem için gerekli veri tabanını oluşturulmuştur.

a) Sabit tanımlar, Navigation veya Geçmiş sistem ile entegre olarak kullanılmaya başlanmıştır.

2) Üretimden Veri Toplama

a) Gerçek zamanlı veri toplanmıştır; Üretim miktar, süre, ayar/duruş süre ve sebepleri, onay ve kontroller, çalışan personel bilgileri.

3) Üretim Takibi

a) Operatörlerin üretim planına sahadaki görsel panelden ulaşması sağlanmıştır.

b) Planlanan, fiilen üretilen, bakiye kalan üretim miktarları, üretim ve duruş süreleri, hurda bilgileri sistem üzerinden takip edilmeye başlanmıştır.

4) HMI (İnsan- Makine Arayüzü) “Operatör Paneli”

a) Operatör, görsel panel üzerinden üretim planına ulaşmış ve iş seçimini rahatlıkla yapabilmektedir. Üretim sahasında konumlanan görsel dokunmisraf operatör panelleri ile gerçek zamanlı üretim kayıtları toplanmıştır. Operatör iş başlatır, iş bitirir, duruş ve hurda işlemlerini gerçekleştirir, kullanımı basit ve prisraftır.

b) Kasa ile iş başlatıp bitirme, kasa takibi, sıralı operasyon kontrolü yapılmıştır.

c) İlk Lot (ürünlerine verilen grup numarası) Onay İşlemleri gerçekleştirmiştir.

5) Raporlama, Verim ve Kapasite Takibi

a) Gerçek zamanlı toplanan veriler, operatör panel, ofis PC veya üretimdeki Andon panellerde izlenmiştir.

6) Standart Çağrı ve Müdahale İşlemleri

a) Çağrı taleplerinin oluşturulmuştur.

b) Müdahale başlatma ve bitirme işlemlerinin gerçekleştirilmiştir.

c) Duruş, çağrı ve müdahale adımları arasındaki sürelerinin takip edilmiştir.

7) Ek Fonksiyonlar

a) Teknik resim, bakım ve proses talimat, personel veya ürün resmi gibi kurumsal dokümanlara sahada konumlanan görsel panellerden ulaşılmıştır.

b) Barkod ve etiket basım işlemleri yapılmıştır.

c) Tanımlı kontrol liste adımları takip edilmiştir.

d) ERP Entegrasyonu

e) ERP Sistemi ile çift yönlü entegrasyon kurulmuştur.

8) Proses Kontrol Modülü devreye alınmıştır.

Yukarda maddeler halinde özetlenen MAS sisteminin modülleriyle anlatılan katkılarının detayları şu şekildedir:

1. Üretim emrinin seçilmesiyle; iş emri listesi, malzeme kaydı, önceki operasyonun bakiye kontrolü, iş emri sıra yönetimi, çoklu iş emri kayıtlarına ulaşılmıştır.

2. Üretimin başlamasıyla; personel ismi, sayısı, ekip takibi, ekipman takibi yapılabilmiş, sistem üzerinden otomatik vardiya başlatılmıştır.

3. Üretimin tamamlanmasıyla; üretilen ve tüketilen kasaların kontrolü ve sıradaki işin uyarısı görülmüştür.

4. Duruş işlemlerinde; ayar / duruş yönetimi, otomatik duruş başlatma, otomatik çağrı başlatma, sebep yönetimi, bölme / değişim işlemleri yapılmıştır.

5. Hurda işlemlerinde; hurdanın adeti, sebebi, üretim sürecindeki adetlerle karşılaştırılması gerçekleştirilmiştir

6. Çağrı işlemlerinde (Andon sistemi), otomatik çağrı işlemi, çağrı başlatma, müdahale işlemleri, sebep / neden yönetimi ve çağrının bitirilmesi işlemleri yapılmıştır.

7. Barkod, etiket basım işlemlerinde; PLC miktar entegrasyonu, check list kontrolünün sağlanması ve yeniden baskı işlemleri yapılmıştır.

8. Doküman ve kontrol liste işlemlerinde; tanımlama, eşleştirme, paylaşım, check list ve görüntüleme yapılmıştır.

9. Üretim planı paylaşımında; iş plan listesi, sıralama kontrolü, kapasite kullanımı (%), optimizasyon entegrasyonu sağlanmıştır.

10. Veri toplamada; dijital ve analog veri görüntüleme ve output üretimi oluşturulabilmiştir.

11. Süreç kontrolünde, kalite planı tanımlama, ürün / operasyon ilişkilendirme, HMI (insan makine arayüzü) işlemleri, uyarı ve raporlama işlemleri yapılmıştır.

12. Power BI (Rapor Seti) raporlama sisteminin devreye sokularak tüm verilerin ve analizlerin online olarak bir arada görülebilmesi gerçekleştirilmiştir.

3.6. Yalın Üretimde Süreç İyileştirme Uygulama Örnekleri

Yalın üretim felsefesi kapsamında gerçekleştirilen süreç iyileştirme uygulamaları, 1) MAS'tan alınan verilerle olan, 2) Gelecekte MAS sistemini destekleyecek olan, 3) Dijital yalın uygulamalarla olan iyileştirme örneklerini kapsamaktadır.

3.6.1. SMED Uygulaması)

Seçilen pilot hatta, 1000 tonluk presteki porya ve bijon patlatma kalıp değişimi örnek olarak incelenmiştir.



Resim 3.1. SMED Uygulaması 1



Resim 3.2. SMED Uygulaması 2

İşletmede soğuk şekillendirilmiş 12 mm. kalınlığındaki disklerin delme ve kesme operasyonlarında kullanılan kalıpların 1000 tonluk eksantrik prese takılması ve sökülmesi operasyonunun gözlemlenen (Resim 3.1. ve Resim 3.2.) MAS sistemindeki duruşlarda sık

ve uzun sürmesi sonucu iyileştirme yapılması tespit edilmiştir. Eski sistemde işlem pabuç ve cıvata aparatlarıyla yapılmaktaydı. Bu doğrultuda yapılan çalışma ile SMED teknikleri uygulaması sonucu iyileştirme yapılması tespit edilmiştir. Yapılan çalışma ile SMED teknikleri uygulaması sonucu hatta sökme-takma işlemini 30 dakika ile 40 dakika arasında değişken olduğu çekilen video analizlerinde ve yapılan gözlemler sonucu ortaya konmuştur.

Tedarikçi firmalar ile yapılan görüşmeler sonucunda bu işlemin hızlı kalıp sökme aparatlarıyla 5 dakikanın altına indirileceği görüşülmüştür. Bu aparatlar hidrolik sıkma denilen 4 önde, 4 arkada olmak üzere 8 adettir. Bu doğrultuda mevcut kalıplarda sisteme uygunluk açısından gerekli revizyonlar yapılmış ihtiyaç duyulan veya yenilenmesi gereken parçalar yenilenmiştir. Press ile ilgili bu sistemde kullanılacak kalıp kaldırma ve 6 sigma aparatlarına uygun yere alt tabla yapılmıştır. İlgili firma tarafından montajı yapılan sistem aynı gün denenmiş, sökme takma operasyonu SMED prensiplerine uygun olarak 5 dakikanın altına düşürülmüştür. MAS sisteminin kalıp ömür takibi modülü yakın zamanda devreye alınacaktır. İş emrinden gelen kalıp bilgileri girilerek, kalıp değişim hedef sürelerini yakalayabilmek adına kalıp ömür takibi detaylı bir şekilde analiz edilmeye başlanacaktır.

3.6.2. Jidoka Uygulaması

Jidoka uygulamalarının incelendiği makineler; optik ölçüm sistem makinesi, A hattı press ve balans makinesidir.

a) Optik Ölçüm Sistem Makinesi

Optik ölçüm makinesinin görevi, dijital kamera sistemiyle jantın fotoğrafını çekerek matematik modelle olan farkını ölçmektir.



Resim 3.3. Jidoka Örneği 1

Ölçüler toleransların dışında ise başka bir kontrol ünitesi yardımıyla (Resim 3.3.), üretim hattından ürünün uzaklaştırılmasını sağlayarak hatalı ürünü üretime sokmaz ve

makine durur. Burada toleranstan kastedilen önemli ölçüler, porya çapı, bijon merkezleri çapı ve bijon çapının kontrolünü sağlamaktır. Jantın ölçüleri aracın güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır. Aracın sürat, fren uzaklığı, kullanılan yakıt düzeyi veya rot – balans ayarları gibi özellikler doğru jant seçiminde büyük önem teşkil etmektedir. Aracın güvenli bir performans sergileyebilmesi ve büyük ve ölümcül kazalar yaşanmaması açısından jant ölçülerinin teknik açıdan iyi incelenmesi gerekmektedir. Kontrollü ve kendi kendini yönetebilen olan bu sistem sayesinde yanlış ölçülü jantların üretim hattına girmesine izin verilmemekte olup işletme açısından müşterinin kendisine büyük değer vermektedir.

b) A Hattı Presi

Kasnak çevresinin milimetrik olarak çap ölçüsü anma çevresi olarak adlandırılmaktadır. Anma çevresi ölçüsü eğer büyük gelirse jant lastiğe takılamaz, ölçü küçük olursa jant lastikten fırlar ve kazaya neden olabilir.



Resim 3.4. Jidoka Örneği 2

Anma çevresinin ölçüsünün olması gereken değer 571.50 mm'dir. Yukardaki kalibre presinde (Resim 3.4.) anma çap değeri ölçüsü 476.75 mm. olarak hesaplanmıştır. İstenilen ölçüde olmadığı zaman ürün bir sonraki operasyona gönderilmez ve makine durur. Ölçünün hatalı çıkmasının sebebinin derinine inilerek bir önceki operasyon olan röle (soğuk şekillendirme) operasyonunda parametrelere (makinenin yaptığı baskı değerlerine) bakılarak TPM bölümü tarafından inceleme yapılır. Gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra ürün rölede yeniden işlenerek tekrardan kalibrasyona tabi tutulur.

c) Balans Makinesi



Resim 3.5. Jidoka Örneği 3

Balans makinesinde (Resim 3.5.) jantın balans ölçümlerinin kontrolü sağlanır. Balans ölçüm değeri istenilen ölçü değerindeyse dijital olarak ekranda “OK” işareti çıkar ve işlem tamamlanmış olur. Eğer değer, olması gerekenden ölçü değerinden farklıysa ekranda kırmızı ok işareti çıkararak uyarı verir ve makine kendi kendine durur. Hatalı ölçü değerine sahip olan jant işaretlenerek ayrılır. İşaretlenen jant lastik montajından sonra tekrar balans işlemine tabi tutulur.

3.6.3. Poka-Yoke Uygulaması

Poka-Yoke tekniği için marka sabitleme ve sibop delme örnek uygulamaları aşağıda verilmiştir.



Resim 3.6. Poka-Yoke Örneği 1

ÜRETİM HURDA/REWORK GİRİŞİ
02.02.14 / MARKALAMA PRESİ / SBUE01021153

LASTİK OTURMUYOR	LASTİK OTURMUYOR	LEV VERÇİFT
LEV.YERİ.KAÇ.	MAKASTA KAÇIK KESİM	MAL.EZİ.YURK.
MAL.YÜZ. BOZUK (ÜR.)	MALZ.ÇAT.	MALZEME HATASI
MALZEME YÜZEYİ ÇUKUR	MARKA ŞİŞMİŞ	MARKA YOK
MARKALAMA EKSİK	MARKALAMA EKSİK	MARKALAMA EKSİK
MARKALAMA ŞİŞİRMİŞ	MARKALAMA TERS YÖNDE	MARKASIZ
MARKASIZ	MERDANEYE SIKIŞMIŞ	MLZ.YÜZ.BOZ. (KESİM)
MLZ.YÜZ.BOZ. (ÜRETİCİ)	MLZ.YÜZ.PÜRÜZLÜ	MLZ.YÜZ.YIRTILMA

✓ HURDA/REWORK GİRİŞİ İPTAL

Resim 3.7. MAS Hurda / Rework Giriş Görüntüsü 1

MAS hurda sistemine giriş yapılırken yukarıdaki resimde (Resim 3.6.) görüldüğü üzere markanın ters bağlanması (Resim 3.7.) ürünün müşteriye gitmesinden önce sistemde fark edilmiş olup önlem alınmıştır. Ne kadar yeniden işleme gönderilip, maliyetin artacağı düşünülse de hataya o anda müdahale etmek daha maliyet ve zaman kaybından tasarruf sağlamıştır. Deliğin olduğu yere “gama” denilen açılı marka yapılıp tezgâh üzerinde ters bağlanması imkânsız hale getirilmiştir.



Dayama parçası (sabitleme aparatı)

Resim 3.8. Poka-Yoke Örneği 2

SEG. ARALIĞI TOL. DIŞI	SEG. LEV. YER. KIRIK	SEG. LEV. YER. KIRIK
SEG. ÖLÇ. UYGUN/KUM	SEG. ÖLÇ. UYGUN/KUM	SEGMAN AĞIZ AÇIKLIĞI
SEGMAN KAÇIK KESİM	SEGMAN KAÇIK KESİM	SEGMAN OVAL
SEGMAN OVAL	SEGMAN YUVASI HATA	SEVKİYATTA STOKTA B
SİBOP DELİĞİ ÇİFT	SİBOP DELİĞİ OVAL	SİBOP DELİĞİ YOK
SİBOP KONUMU HATA	SİBOP YARIĞI HATALI	SİPARİŞ YOK
SİRT ÇAPI KÜÇÜK	SİV.MLZ.PULLANMASI	SİV.OMUZ ÇAPI KÜÇÜK
SIVAMA DİSK AYAR DE	SIVAMA YÜZ.DALGALA	SIVAMADA 5° BOZUK

✓ HURDA/REWORK GİRİŞİ ✗ İPTAL

Resim 3.9. MAS Hurda / Rework Giriş Görüntüsü 2

Marka takozu sabitleme iyileştirmesinde olduğu gibi MAS sistemi ekranında hurda girişi yapılırken jant müşteriye gitmeden önce sibobun konumunda hata fark edildi (Resim 3.9.) ve gerekli müdahale işlemi gerçekleştirildi. Önceden sibop delme işlemi için herhangi bir dayama parçası veya sabitleme aparatı olmadığı için delik eksenlerinde farklılıklar ortaya çıkmaktaydı. Bu durum üretim esnasında fark edilmediği için jantın hurdaya gitmesi, müşteri şikâyeti veya sibobun kopma olasılığını arttırmaktaydı. Lastikte hava kaçağı ya da hava basınç aparatının (lastik şişirmede sorun yaşanması) sibop deliğine uygun olmaması gibi durumlara sebep olan bu olumsuzluklar risklidir ve oldukça önem arz etmektedir. Dayama parçası (sibop aparatı) takılarak (Resim 3.8.) sibop delme işlemi esnasında herhangi bir kaçıklık ya da teknik resme uygunsuzluk durumu olmaması sağlandı. 15 derecelik jantın omuz ve kulak kısmının ölçüleriyle aparatın ölçüleri eşit olduğundan dolayı kasnak oraya sabitlenerek oturmuş bir şekilde sibop delme işlemi gerçekleştirilir.

3.6.4. Heijunka

Ürün dengeleme sürecinde işletmenin amacı, üretimi sabit ve öngörülebilir bir oranda düzeltmek, böylece eşitsizliği ve israfı azaltmaktır. Yapılan seviyelendirmede, tam zamanında üretimi etkili bir şekilde kolaylaştırmak, istikrarlı bir iş akışını korurken kapasiteyi en iyi şekilde optimize eder ve müşteri talebi en hızlı şekilde karşılamayı sağlar.



Şekil 3.29. İşletmenin Ürün Dengeleme Süreci

İşletmede (Şekil 3.29.), A ürününden B ürününe geçiş sürecinde; teslim tarihi, SMED süresini kısaltmak, sadece ara parça değişimini sağlamak, hat dengelemesini yapmak için sürekli çevrim süresi yüksek olanların üretilmesi dikkate alınmaktadır. B ürününden C ürününe geçiş sürecinde sadece ağız açma kalıbı değişebilir ya da komple kalıp değişimi olabilir (Komple kalıp değişiminin sebebi acil siparişin olması).

3.6.5. SO&P Sistemi (Satış ve Operasyonel Planlama)

S&OP (Satış ve operasyonel planlama) çalışmasında önceki verilere veya ortalama sürelerle göre her bir kalem hesaplanmaktadır. MAS sisteminden alınan verilerle kıyaslama yapılmaktadır ve ona göre kapasite planı gerçekleştirilmektedir. Nerede aksiyon alınması gerektiğini veya hangi alanlarda boşluk / doluluk olduğunun tespiti yapılarak iyileştirmeler yapılmaktadır.

Satış ve Operasyonel Planlama

ÜRÜN AİLESİ		ÜRETİM STRATEJİSİ														
HEDEF SİPARİŞ KARŞILAMA %		BİRİM														
		HEDEF BİRİKEN SİPARİŞ (Hafta)														
		HEDEF GEÇİKEN SİPARİŞ (Hafta)														
																</

Şekil 3.30. S&OP Ekranı 1

Satış ve Operasyonel Planlama

ÜRÜN ADI

HEDEF SATIŞ KARŞILAMA %

ÜRETİM STRATEJİSİ

BİRİM

HEDEF BİRİKEN SATIŞ (Hafta)

HEDEF GEÇİKEN SATIŞ (Hafta)

Geçmiş Yıl Bütçe Satış Öngörüsü

Geçmiş Yıl Toplam Gerçekleşen Satış

Değişim Yıllık

Bütçe Satış Öngörüsü

Revizör Bütçe Satış Öngörüsü

Toplam Güncel Satış Öngörüsü

Değişim Yıllık

GEÇMİŞ DATA ÖNGÖRÜ

SIPARIŞLAR / SATIŞ ÖNGÖRÜ

BİRİKEN SIPARIŞLAR (BACKLOG)

Aylık Kurum

Eski Plan

Yeni Plan

Gerçekleşen

Ay Sonunda Biriken Sipariş Hafta

Sipariş Karşılama %

Geçmiş yıl

1. yıl

2. yıl

3. yıl

4. yıl

5. yıl

6. yıl

7. yıl

8. yıl

9. yıl

10. yıl

11. yıl

12. yıl

13. yıl

14. yıl

15. yıl

2018 Güncel

Bütçe 2019

Güncel

Bütçe

* Tedarik Zinciri açısından BACKLOG (biriken sipariş) istenen iyi bir durumdur. (Yapacak işiniz var demektir.)

GEÇİKEN SIPARIŞLAR (BACKORDER)

Eski Plan

Yeni Plan

Gerçekleşen

Ay Sonunda Geçikmiş Sipariş Hafta

Sipariş Karşılama %

Geçmiş yıl

1. yıl

2. yıl

3. yıl

4. yıl

5. yıl

6. yıl

7. yıl

8. yıl

9. yıl

10. yıl

11. yıl

12. yıl

13. yıl

14. yıl

15. yıl

* Tedarik Zinciri açısından BackOrder (geçiken sipariş) istenmeyen kötü durumdur. (İşler zamanında bitirilmeyor demektir.)

İLGİLİ KİŞİ

TALEP VARSAYIMLARI / YENİ ÜRÜNLER

KAPASİTE / ARZ VARSAYIMLARI SORUNLARI

RİSKLER / FIRSATLAR

Aksiyonlar :

Tarih

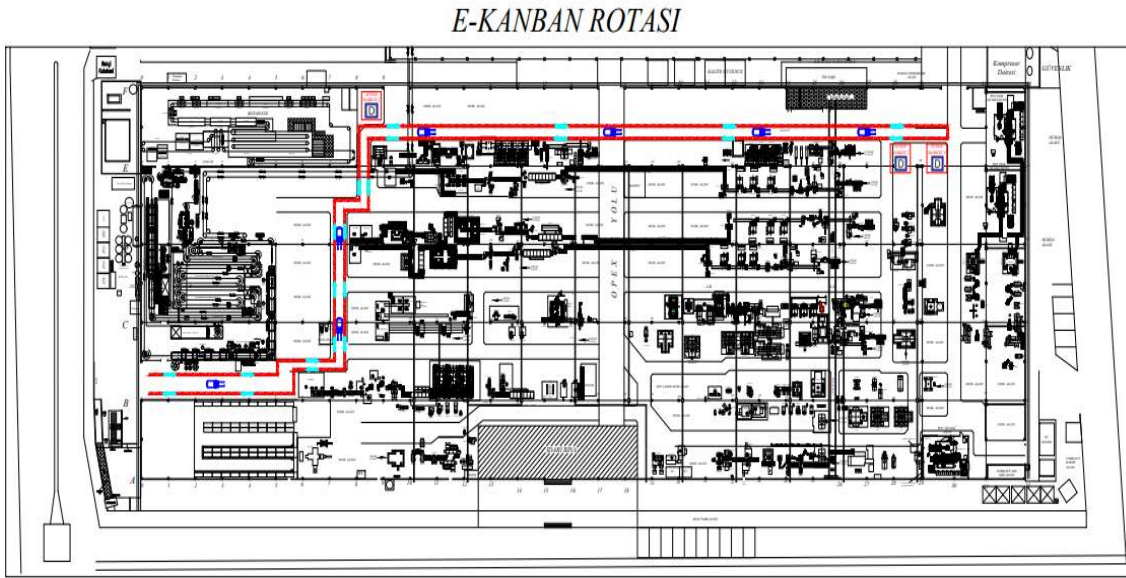
Termin

Sorumlu

Durum

UPPER28 BAKI : 1 OL.OI.2019

2. Hat bazında süpermarket uygulaması: Her hattın sonuna birer adet süpermarket koyulması, yer, raf, pano açısından sıkıntı yaratabilir. Üretim departmanı kendi sistemlerini oluşturduğundan ötürü, bu duruma sıcak bakmama riski doğabilir. Ortak kullanılan malzemeler, her hat için uygun görülürse stok miktarı artabilir. Avantajlı olan kısmı ise; her hat hangi malzemeyi kullanmaya ihtiyaç duyarsa anında malzemeye ulaşabilecektir. Tüm hatlar için süpermarket kurulması gereksiz yer kaplama olayını ortaya çıkardığından dolayı, tek başına bu sistemin kurulmasına sıcak bakılmamıştır.



Şekil 3.32. İşletmenin E-Kanban Rotası

Gruplandırılmış Ortak Süpermarket Sistemi: Lokasyon yönünden birbirlerine yakın olduklarından ve kullandıkları malzemeler benzer olduklarından dolayı kasnak, disk ve sıvama bölümleri gruplandırılmıştır (Şekil 3.32.). Montaj ayrı bir grup yapılmıştır. Atölye, kalıp bakım, makas, ambalajlama vb. gibi bölümler için ayrı bir süpermarket sistemi oluşturuldu. Dağıtım merkezi ERP sistemiyle beraber entegre çalışarak transfer işlemlerini süpermarketlere yapacaktır.

İşletmenin kullandığı yöntem normalde hangi hat hangi malzemeye ihtiyaç duyarsa dağıtım merkezine malzeme ihtiyaç formlarını göndererek yazılı bir şekilde talepte bulunmaktadır. Bölüm amiri istek formunu onayladıktan sonra işlemler başlatılabilir. Ağır malzemeye ise operatör, paletli malzeme ise forklift tarafından malzemeler alınmaktadır. Yeterli malzemenin bulunmaması, teslim saatine geç kalınması, malzeme alınmaya gelindiği zaman dağıtım merkezinin müsait olamama riski, malzemenin operatör ya da forklift tarafından geç alınması gibi birçok zaman kaybı yaratabilecek durumlardan dolayı

süpermarket düzeneğine ihtiyaç duyulmuştur. Sistemin kurulmasının temel hedefleri, müşteri tabanlı teslimat performansını artırmak, yeterli miktarda ürün ulaştırabilmek, malzeme akışının iyileştirilmesi (hangi hatta hangi malzemenin yeterli derecede bulunması), tedarikçi olma yönünden dağıtım merkezinin iç lojistik işlemlerinin şeffaflaştırılması ve görselleştirilmesi, stok miktarının azaltılması, stokta fazla malzemenin bekletilmemesi, maliyetlerin azaltılması ve karmaşıklıkların ortadan kaldırılmasıdır.

394 adet üründen e-kanban sistemine uygun olan 54 adet ürün uygun olarak seçilmiştir. Seçim yapılırken belirlenen 1.kriter; iş güvenliği riski yaratmayan malzemeler kullanılmasıdır (tiner veya boya gibi malzemeler yangın çıkartabilir). 2. kriter ise; planlamanın sipariş ettiği birebir siparişe bağlı olan malzemelerdir. 3. kriter ise; üretimi aksatmayan malzemelerdir (koli bandı). Bunlar örneklemden çıkarıldıktan sonra geriye kalan ürünler sisteme dâhil edilmiştir.

İstasyonlarda hesaplama yapılırken 2 çeşit yöntem belirlenmiştir. Bunlar ilki ortak hat yöntemidir. Burada amaç, tek bir noktaya malzemelerin yığılarak süpermarket kurulmasıdır. İkincisi ise bütün hatlara bir ayrı cep hat (süpermarket) kurulmasıdır. Metrekareye göre yapılan hesapta, hat bazlı ayrı rafların kurulması yer kaplayacağından ötürü 3 katlı raf sistemi yapılmasına karar verilmiştir. Hatlar için ilk başta kartlı kanban sistemi düşünülmüştür. Kartların takibi zor ve kaybolma riski olduğundan dolayı vazgeçilmiştir. E-kanban sisteminde, malzemeler raflara konacak, rafların üzerine malzeme barkodu ve raf göz barkodu yerleştirilecektir.

Dağıtım merkezi, malzemenin çıkışını el terminaliyle yapacak ve süpermarkete gönderecektir. El terminalinin barkod okuma özelliği bulunmaktadır (malzemenin cinsi, son kullanma tarihi vb. özellikler). Dağıtım merkezi bütün stok sayısını takip edebilecek ve ihtiyaç olduğunda forkliftle vakit kaybetmeden gerekli noktaya malzemeyi ulaştıracaktır. ERP sistemiyle, raf sistemi birbirleriyle entegre çalışıyor mu şeklinde günlük bazda kontroller yapılacaktır.

3.6.7. Andon Sistemi

Andon sisteminde iki çeşit arıza örneği gösterilmiştir. Bunlar elektrik arıza ve mekanik arızadır. Arıza anında operatörün sisteme operatörün giriş yapma adımları da görsellerle desteklenmiştir.

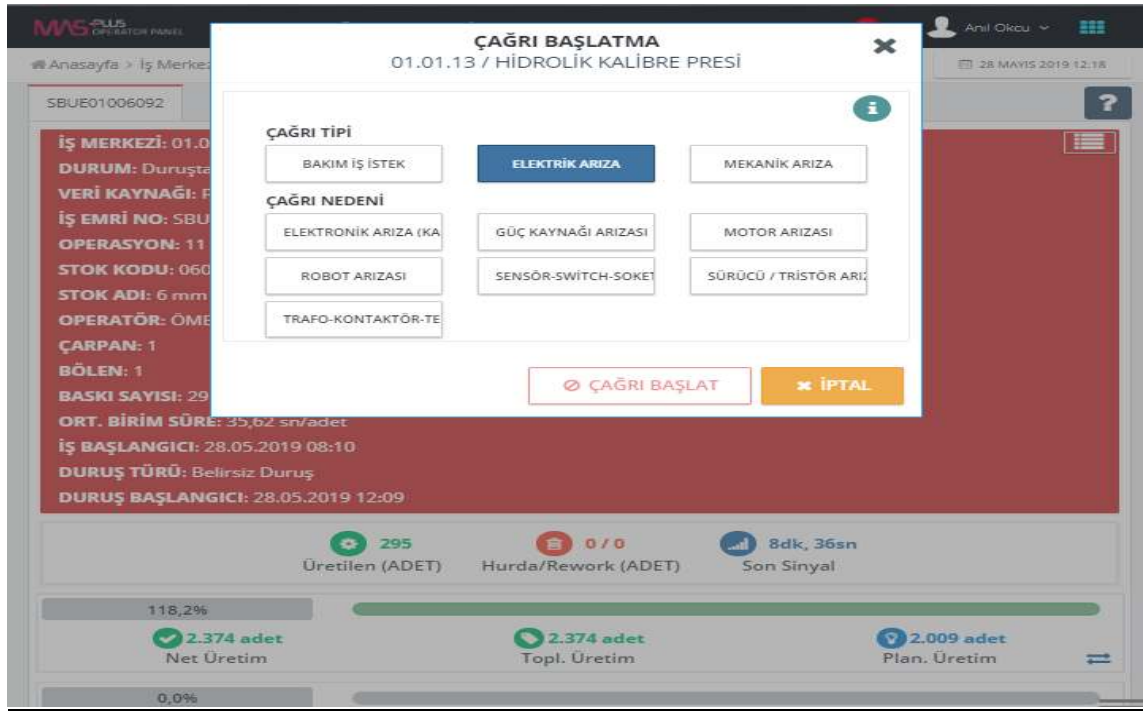
a) Elektrik Arıza



Şekil 3.33. Andon Sistemi Elektrik Arızası Ekranı 1



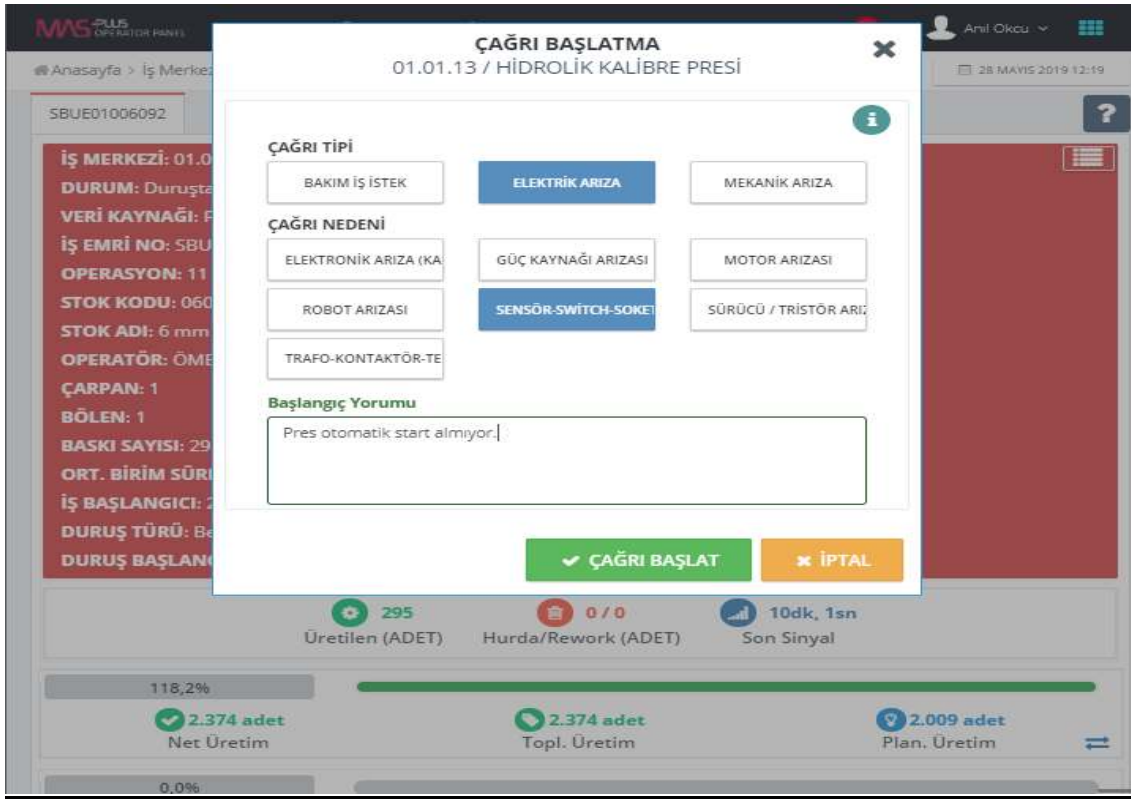
Şekil 3.34. Andon Sistemi Elektrik Arızası Ekranı 2



Şekil 3.35. Andon Sistemi Elektrik Arızası Ekranı 3



Şekil 3.36. Andon Sistemi Elektrik Arızası Ekranı 4



Şekil 3.37. Andon Sistemi Elektrik Arızası Ekranı 5

A kasnak hattında (Şekil 3.33., Şekil 3.34., Şekil 3.35., Şekil 3.36. ve Şekil 3.37.), hidrolik kalibre presinde son switch soketinin kırıldığı tespit edilmiştir. Switch, kalibre presine otomatik başlangıç veren metalden yansımali bir sensördür. Sensörün görevi, PLC sistemine komut gönderir ve böylece kalibre presi çalışmaya başlar. MAS sisteminden öncelikle çağrı müdahale işlemleri işlemine giriş yapılarak arıza kaydı başlatıldı. Arıza tipinden çağrı nedeni olarak elektrik arıza seçilerek hidrolik switch'in değişmesi gerektiği yoruma yazılarak toplam verimli bakım bölümüne anında arıza sinyali gitmiştir. Arıza birimi hemen duruma müdahale edip switch değişimi yaparak arızayı gidermiştir.

b) Mekanik Arıza



Şekil 3.38. Andon Sistemi Mekanik Arızası Ekranı 1



Şekil 3.39. Andon Sistemi Mekanik Arızası Ekranı 2

Hidrolik kalibre presinde (Şekil 3.38. ve Şekil 3.39.), hidrolik basınç borusu patlamış olup hidrolik yağ kaçağı olduğu tespit edilmiştir. Yağın etrafa sıçraması durumunda yağın elektrik panosuna gitmesi halinde yangın çıkma ihtimali olabilir veya zeminin kayganlaşma durumu ortaya çıkabilir. Çağrı tipinden bakım iş istek butonuna basılarak çağrı başlatıldı. MAS sisteminden mekanik arıza seçilerek çağrı sebebi olarak hidrolik arıza basılarak hidrolik kalibre presinde yağ kaçağının olduğu yoruma yazılarak TPM bölümüne anında arıza sinyali gitmiştir. Arıza birimi anında duruma müdahale ederek parça değişimi yapılarak yağ ilavesi gerçekleştirilerek seviye kontrolü yapıldı.

3.7. Değer Akış Haritalama Çalışması

Seçilen pilot hatta, darboğazların belirlenerek resmin bütününe görerek süreçlerin iyileştirilmesi hedeflenerek değer akış çalışmasının uygulanmasına karar verilmiştir. Bu konu için çalışma yapacak olan ekip operasyonel mükemmellik departmanı görevlendirilmiştir. Çalışmada öncelikli olarak uygulanan adımlar şu şekilde maddelenmiştir:

1. Ürün tipine göre, operasyon akışı farklı rotaları izlemektedir. Değer akış haritası için tüm ürün rotaları analiz edilip ideal proses akışı belirlenmiştir. Operasyonlardan geçen kod sayısına göre ağırlıklandırılma yapılmıştır.

2. Ürünü oluşturan 5 yarı mamul kodu incelenmiştir. Her yarı mamul kodu için “gruplandırma kriterleri” belirlenmiştir. Ürün ailelerini belirlemek için atanan gruplandırma kriterleri ürünlerin izlediği rota, yarı mamullerin gördüğü işlemlerin benzerliği ve işlem sayısı göz önünde bulundurularak seçilmiştir. 5 yarı mamul tipi için 15 ürün ailesi belirlenmiştir.

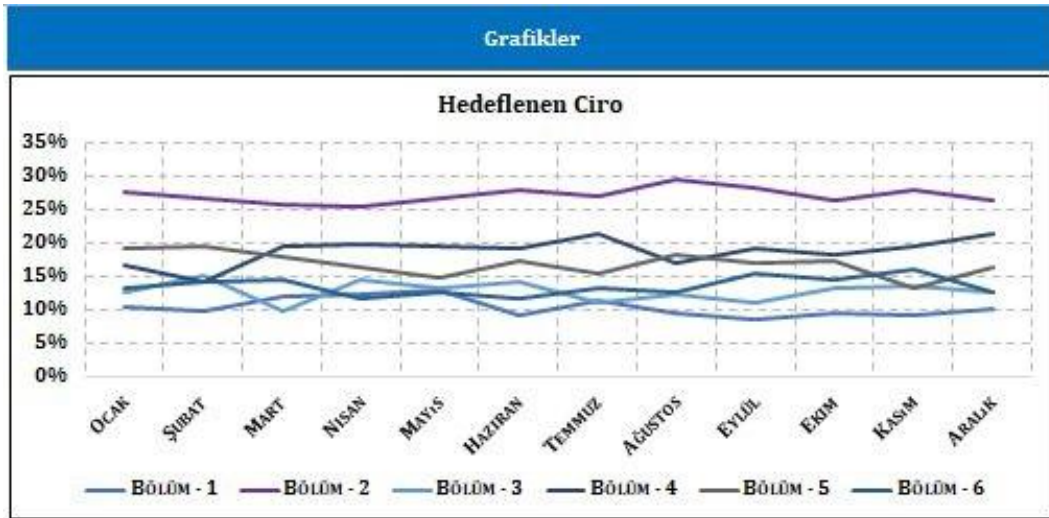
3. Belirlenen 15 ürün ailesi için, operasyon ölçüm kriterlerine göre (zaman etüdü yapılması gereken kodlar) her ürün ailesi içinde ölçüm yapılması gereken kodlar bütçeleri göz önünde bulundurularak sınıflandırılmıştır.

4. Operasyon ölçüm gruplarına göre, 43 kodda tüm operasyonlar için (160 farklı) ölçüm 10’ar gözlem alınmıştır. Bu ölçümler ile standart çevrim zamanları ve hız kayıpları tespit edilmiştir.

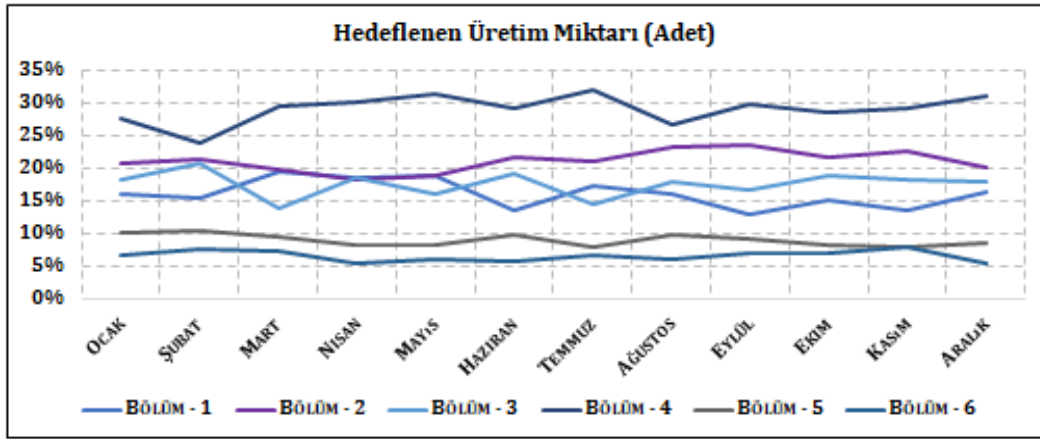
5. Değer akış haritasında (teorik kapasite, kullanılabilir kapasite, iş yükü, kayıplar ve dolayısıyla iyileştirme potansiyellerini tespit için) bulunması gereken metrikler belirlenmiştir

3.7.1. İyileştirme Alan Seçimi

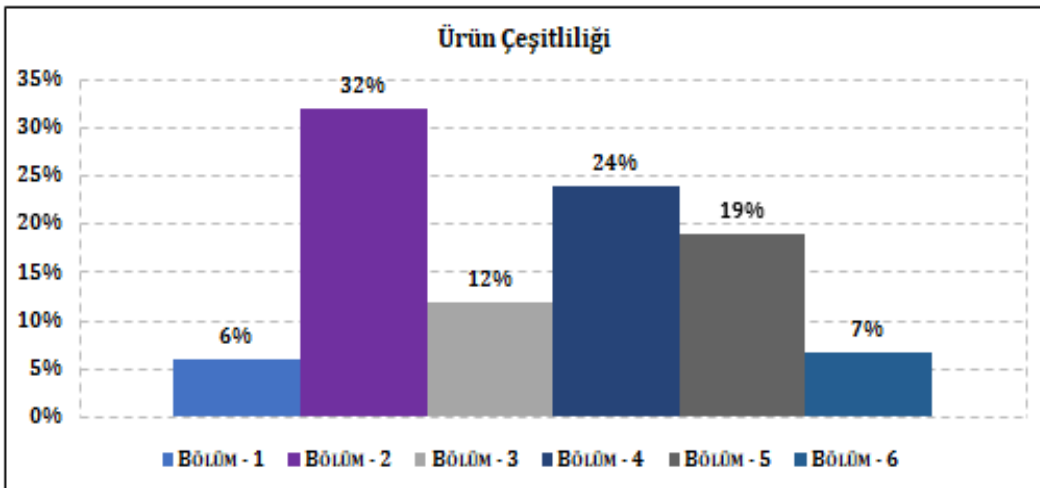
Değer akış haritalama çalışmasına başlarken uygulamanın yapılacak olduğu bölüm, yıllık hedeflenen ciro, üretim miktarı (adedi) ve o bölüme ait ürün çeşitliliği (Şekil 3.40., Şekil 3.41. ve Şekil 3.42.) baz alınmıştır.



Şekil 3.40. Hedeflenen Ciro Grafiği (2019 Yılı)



Şekil 3.41. Hedeflenen Üretim Miktarı (Adet)



Şekil 3.42. Hedeflenen Ürün Çeşitliliği

Şekiller incelendiğinde, göz önünde bulundurulmuş olup, analitik verilere dayanarak seçim yapılmıştır. Bölüm 2, hedeflenen ciro ve ürün çeşitliliği bazında diğer bölümler arasında 1.sırada yer almaktadır. Hedeflenen üretim miktarı grafiğinde Bölüm 2, adetsel

olarak 2.sırada yer almasına karşın, ürünlerin katma değerinin yüksek olmasından ötürü hedeflenen ciroya etkisi diğer bölümlere kıyasla daha yüksektir. Ürün çeşitliliğinin fazla olması bölümün planlama kabiliyetini ve yönetilebilirliğini zorlaştırmaktır. Bu zorluğun doğurduğu kayıpların eliminasyonu yüksek kar elde edilmesine fırsat yaratacaktır.

Öncelikli kriterlerin içerisinde; teslim performansının iyileştirilmesi, sipariş karşılama oranının iyileştirilmesi, tedarik çevrim süresinin kısaltılması ve verimlilik ve kapasite artışı alanlarında iyileşme sağlanması hedeflenmiştir. VSM çalışmasının başlangıcında, ortaya konulacak olan iyileştirmelerin karlılığa olan katkı analizinin sonuçları aşağıdaki Tablo 3.1’de özetlenmiştir:

Tablo 3.1. VSM Çalışması Sonucunda Yapılacak İyileştirmelerin Hedef Karlılığa Etkileri

İyileşme Sağlanan Alanlar	Hedef Karlılığa Net Katkı
Teslim Performansının İyileştirilmesi	%15-28
Envanterin Azaltılması	%25-60
Sipariş Karşılama Oranının İyileştirilmesi	%20-30
Talep Tahmin Başarısı	%25-80
Tedarik Çevrim Süresinin Kısaltılması	%30-50
Lojistik Masraflarının Azaltılması	%25-50
Verimlilik ve Kapasite Artışı	%10-20

3.7.2. İdeal Proses Akışının Belirlenmesi

Ürün grubunun oluşturulması için, hattan geçen yarı mamullerin kod bazında hangi makine / operasyondan, hangi sırayla ve ne kadar sıklıkla geçtiği yapılan gözlemler sonucunda tespit edilerek bir rotalama sistemi oluşturulmuştur.

[illegible]

Bir ürünün ortaya çıkması sürecinde, hangi hammadde ve yarı mamullerin birleşmesinden oluştuğu tarif ediliyorsa, yukarıdaki rotalamada da (Şekil 3.43.) aslında geçilen üretim süreçlerinin bir yol haritası çizilmiştir. Mamulün oluşum sürecinde hammaddeye ait miktarlar (ağırlık) gibi ürün reçetesini kapsarken, makine ve personel maliyetlerini içeren miktarlar da (zaman) ürün izleyeceği rotadan ortaya çıkar.

Operasyon Ana Kodu	Operasyon Tanımı	Yarımamul Türü	Toplam Bütçe İçindeki Oranı	Alt Kod Gruplama Kriteri - 1	Alt Kod Gruplama Kriteri - 2	Alt Kod Gruplama Kriteri - 3	Alt Kod Gruplama Kriteri - 4
110100	11	Tür - 1	0,99	Kriter - 1	Kriter - 2	Kriter - 3	Kriter - 4
110200	11	Tür - 1	0,01				
210100	21	Tür - 2	0,31	Kriter - 5	Kriter - 6	-	-
210200	21	Tür - 2	0,69				
220100	22	Tür - 3	0,49	Kriter - 7	Kriter - 8	Kriter - 9	Kriter - 10
220200	22	Tür - 3	0,32				
220300	22	Tür - 3	0,19				
230100	23	Tür - 4	0,04	Kriter - 11	Kriter - 12	Kriter - 13	-
230200	23	Tür - 4	0,23				
230300	23	Tür - 4	0,23				
230400	23	Tür - 4	0,01				
230500	23	Tür - 4	0,50				
300100	30	Tür - 5	0,62	Kriter - 14	Kriter - 15	-	-
300200	30	Tür - 5	0,29				
300300	30	Tür - 5	0,09				

Şekil 3.44. Ürün Ailelerinin Operasyonel Kriterlere Göre Belirlenmesi

Rotalama sisteminden sonra ürünler ebat, çap, ölçü gibi kriterleri kapsayan alt kod gruplarına göre gruplandırılmıştır. Alt kod grupları da kendi aralarında 15 adet kritere ayrılmıştır. Yarı mamuller de 5 türe ayrılmıştır. Gruplanan her bir yarı mamul türünün (Şekil 3.44.) toplam bütçe içindeki oranı da hesaplanmıştır. Önceden müşteriler, işletmeler “ne üretirse onu satın alırım” düşüncesi eyleminde bulunurlardı. Teknolojinin de ilerlemesiyle beraber farklı ürün çeşitliliği ortaya çıkmasıyla beraber müşteriler “ne dilersem onu satın alırım” mantığıyla harekete geçmeye başlamışlardır. İşletmedeki ürün çeşitliliğinin aşırı olmasından (3500 çeşit) kaynaklı yapılacak olan VSM çalışmasını ortaya koymak karışıklığa yola açacaktır. Bu yüzden çalışma için yararlı ve önemli olan ürünlerin kendi aralarında belirli özelliklerine göre gruplandırılarak ortaya daha sade ve anlaşılabilir bir harita konması gerekmektedir. Seçilen ürün gruplarının proses gidişatı baştan sona kadar haritada çizilecektir. Bütçe, ürün özellikleri ve müşteri tarafından en çok talep edilen ürünler göz önünde bulundurularak gruplama yapılmıştır.

Operasyon Tanımı	Tür - 1			Tür - 2		Tür - 3				Tür - 4						Tür - 5			
	1101	1102	Toplam	2101	2102	2201	2202	2203	Toplam	2301	2302	2303	2304	2305	Toplam	3001	3002	3003	Toplam
Yüzde (%)	####	0,0%	####	18,4%	81,6%	60,8%	39,2%	0,0%	####	5,5%	6,1%	27,7%	0,0%	60,7%	####	54,2%	35,4%	10,3%	####
Operasyon - 1	37,2	0,0	37,2																
Operasyon - 2	38,0	0,0	38,0																
Operasyon - 3	40,7	0,0	40,7																
Operasyon - 4	36,3	0,0	36,3																
Operasyon - 5	36,7	0,0	36,7																
Operasyon - 6	39,4	0,0	39,4																
Operasyon - 7	40,9	0,0	40,9																
Operasyon - 8	34,6	0,0	34,6																
Operasyon - 9	35,7	0,0	35,7																
Operasyon - 10	35,0	0,0	35,0																
Operasyon - 11	33,0	0,0	33,0																
Operasyon - 12				47,1															
Operasyon - 13					41,1														
Operasyon - 14							22,0	0,0	22,0										
Operasyon - 15						57,9		0,0	57,9										
Operasyon - 16						57,1		0,0	57,1										
Operasyon - 17										78,4	94,9	77,5			80,4				
Operasyon - 18										31,1	19,4	23,6			24,0				
Operasyon - 19													0,0	77,2	77,2				
Operasyon - 20										105,3		50,6	0,0		59,6				
Operasyon - 21											16,8	16,7	0,0		16,7				
Operasyon - 22																32,7	37,9	53,1	36,6
Operasyon - 23																31,3	22,7	27,3	27,8
Operasyon - 24																30,3	28,9	37,5	30,5
Operasyon - 25																108,0	149,9	91,8	121,2
Operasyon - 26																32,2	29,1	55,2	33,5
Operasyon - 27																	74,9		74,9
Operasyon - 28																27,9	23,0	29,5	26,3
Operasyon - 29																26,9	17,3	26,5	23,5

Şekil 3.45. Ürün Ailesi Bazında Ağırlıklı Çevrim Zamanı Hesaplaması

Ürünlerin süreçte tamamlanma sıklığı ürün ailesinde oluşturulan gruplara göre ölçülmüştür. Bu ölçümler, 10'ar kez gözlem yapılarak standart çevrim zamanları kronometreyle gerçekleştirilmiştir. Ortalama çevrim zamanları baz alınarak (Şekil 3.45.) rakamlar kutucuklara yerleştirilmiştir. Operatörün tüm unsurları kullanarak ürünün bitirilmesi olan gereken süreçte başlangıçtan sonuna kadar geçen zamanlar dikkate alınmıştır. İş verimliliğinin önemli bir yönü, yinelenen bir görevi tamamlamak için gereken toplam süre olarak tanımlanan çevrim süresidir ve genellikle işletmenin çıktısı için gereklidir. Bu nedenle, uzun vadede çoğu şirket verimliliği artırmak ve böylece maliyetleri azaltmak için çevrim sürelerini azaltmak istemektedir. Bununla birlikte, pazara daha erken ulaşan ürünlerin rekabet avantajı da dâhil olmak üzere, kurumsal maliyet yapısının daha iyi anlaşılması ve yönetilmesi, maliyet tasarruflarından daha fazla kârlılık da dâhil olmak üzere, çevrim sürelerinin azaltılmasından bir takım ek faydalar ortaya çıkabilir.

Operasyon Tanımı	Tür - 1			Tür - 2		Tür - 3				Tür - 4						Tür - 5			
	1101	1102	Topla m	2101	2102	2201	2202	2203	Topla m	2301	2302	2303	2304	2305	Topla m	3001	3002	3003	Topla m
Yüzde (%)	####	0,0%	####	18,4%	81,6%	60,8%	39,2%	0,0%	####	5,5%	6,1%	27,7%	0,0%	60,7%	####	54,2%	35,4%	10,3%	####
Operasyon - 1	4,9%	0,0%	4,9%																
Operasyon - 2	4,8%	0,0%	4,8%																
Operasyon - 3	6,9%	0,0%	6,9%																
Operasyon - 4	9,4%	0,0%	9,4%																
Operasyon - 5	8,7%	0,0%	8,7%																
Operasyon - 6	7,7%	0,0%	7,7%																
Operasyon - 7	6,4%	0,0%	6,4%																
Operasyon - 8	5,2%	0,0%	5,2%																
Operasyon - 9	4,7%	0,0%	4,7%																
Operasyon - 10	9,1%	0,0%	9,1%																
Operasyon - 11	5,8%	0,0%	5,8%																
Operasyon - 12				5,6%															
Operasyon - 13					0,7%														
Operasyon - 14							12,2%	0,0%	12,2%										
Operasyon - 15						5,9%		0,0%	5,9%										
Operasyon - 16						3,8%		0,0%	3,8%										
Operasyon - 17										11,2%	4,8%	5,2%			5,9%				
Operasyon - 18										12,2%	12,4%	8,0%			9,2%				
Operasyon - 19													0,0%	7,9%	7,9%				
Operasyon - 20										5,6%		7,5%	0,0%		7,2%				
Operasyon - 21											16,3%	12,4%			13,2%				
Operasyon - 22																10,6%	8,4%	7,3%	9,5%
Operasyon - 23																11,5%	8,0%	11,8%	10,3%
Operasyon - 24																8,9%	4,1%	9,2%	7,2%
Operasyon - 25																10,2%	1,4%	8,7%	6,9%
Operasyon - 26																12,3%	13,1%	10,5%	12,4%
Operasyon - 27																	0,8%		0,8%
Operasyon - 28																8,8%	9,9%	12,6%	9,6%
Operasyon - 29																29,1%	18,7%	18,7%	24,3%

Şekil 3.46. Ürün Ailesi Bazında Ağırlıklı Hız Kaybı Hesaplaması

Yapılan gözlemlerde standart sürenin üzerine çıkan sürelerde oluşan hız kayıpları (Şekil 3.46.) hesaplanmıştır. Çözülebilecek arızalar, makinenin rölantideyken boşuna çalışması veya önemsiz kayıplar hız konusunda kesintilere yol açmaktadır. Hız kayıplarının artması, üretim sürelerinin uzamasına ve zarara yol açar. Ekipmanın standart süresinden farklı olarak hareket etmesine bakıldığında; ya bilerek ya da belli periyotlarla hafif hareketlerle üretim sürecinde işlem yapıyor olarak nitelendirilir. Ekipmanın kapsama gücünün aşağısında harekete halinde olması hız kaybına neden olur. Bu kaybın nedenleri birçok sebebe dayandırılabilir.

Örnek olarak makinenin iyi işlemlerini yavaşlatan problemler toplam verimli bakım departmanının bu konudaki eksikliğinden kaynaklanabilir. Herhangi bir arıza durumunda müdahale edilmemesi, bakım faaliyetlerinin zamanında gerçekleştirilmemesi gibi birçok neden sayılabilir. Ayrıca operatörün kendisinden beklenen performansın altında çalışması, araç gereç ve donanımların bozulması ve bu yüzden standart kapasite performansının az olması gibi sebeplerden dolayı ekipman verimliliğinin düşmesi kaçınılmaz bir duruma sebebiyet verebilir.

Çevrim Süresi	Ürün ailemizden ürünler ölçülecek.
Talep	Bütçeden yarımamul / rota bazlı çekilecek.
Operator Sayısı	Operasyonda çalışma esnasında kaç operatör çalışıyor?
Set-Up Süresi	Ürün ailemizden ürünler ölçülecek.
Set-Up Sayısı	Bütçeden gerçekleşen ortalama setup sayısı alınacak.
Hız Kaybı	(Standart Süre / Minimum Maksimum Dalgalanma)
Arıza	Boys verileri (Min-Ort-Max) analiz edilecek.
Diğer Duruşlar	Üretim defteri verilerinden (bekleme zamanları) alınacak.
Hurda Oranı	Navision verileri analiz edilecek.
Ürün Çeşidi (Çıkışta)	Ürün ağacı analiz edilecek.
Kullanım Miktarı	Ortak operasyonlarda, mevcut üretim için kullanım zamanı oranı
Günlük Çalışma Süresi	Toplam çalışılabilir zaman (molalar hariç)
Tadilat Oranı	Tadilat raporu veritabanı analiz edilecek.

Şekil 3.47. Proje Ekibinin Belirlediği Proses Kutuları ve Tanımlar

Süreç adımlarının ortaya çıkarılabilmesi için belirli tariflere ihtiyaç duyulmaktadır. Verilerin gösterilebilmeleri ve darboğazların belirlenebilmesi için göstergelerin tanımlanması gereklidir. Değer Akış Haritalama çalışmasında yapılan ölçümlerin ve elde edilen verilerin kullanılan tanımlar yukarıdaki Şekil 3.47’de gösterilmektedir. Ölçümler yapıldıktan sonra bir sonraki adım ise elde edilen verilerin tablolara aktarılması süreci olacaktır. 43 kodda ve 29 operasyonda yapılan ölçümlerden darboğaz olarak görülen 5 adet operasyonun incelemeleri yapılmıştır.

Mevcut durum

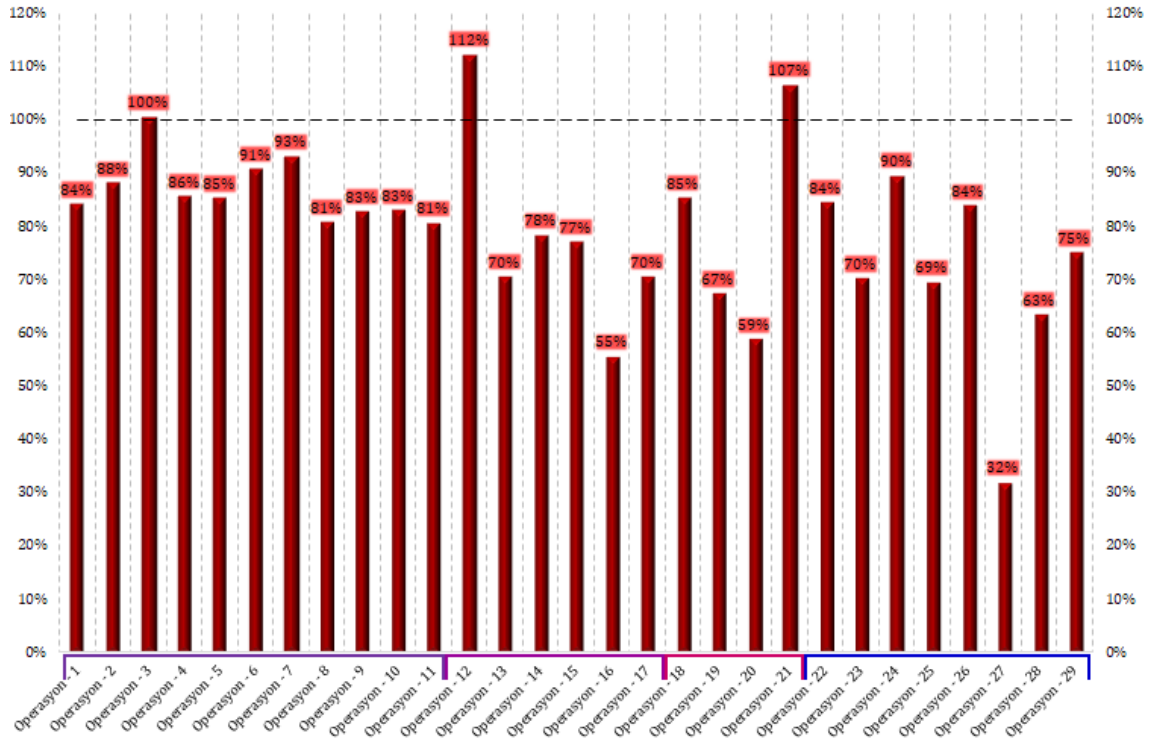
VSM çalışmasında, ideal verilere ulaşmak için uzun süre ayırmak kayıp olarak nitelendirilmektedir. Temel hedef, en kısa zamanda süreç iyileştirme uygulamasının elverişli sonuçlarına ulaşmak ve problemleri fark ederek harekete geçip geribildirim alabilmektir. Süreç iyileştirme çalışmasında yer alan takım arkadaşlarıyla yapılan toplantıda belirli bir zaman aralığı belirlenmiş olup, 10’ar gözlem yapacak şekilde ölçümler yapılmıştır (Süre ölçümünde bizzat kendim de yer almış bulunmaktayım).

Toplanan veriler gerçek zamanlı olarak hesaplanmıştır ve yapılan çalışmadaki proseslerin o andaki doğru göstergeleridir. Endüstri ve makine mühendisliğinde okuyan stajyer öğrenci arkadaşlarıyla ekip olarak ölçümler yapılmıştır. Büyük bir hassasiyetle

ölçümler yapılmış olup, VSM çalışmasında doğru verilere ulaşmak hedeflenmiştir. Tablo 3.2’de iş yükü, hız kaybı, set-up, arıza, diğer duruşlar, kalite, dolu kapasite, iş yükü sınırı, risk sınırı, tam kapasite ve boş kapasite değerleri gösterilerek mevcut durum haritasının oluşturulması adına bir adım atılmıştır.

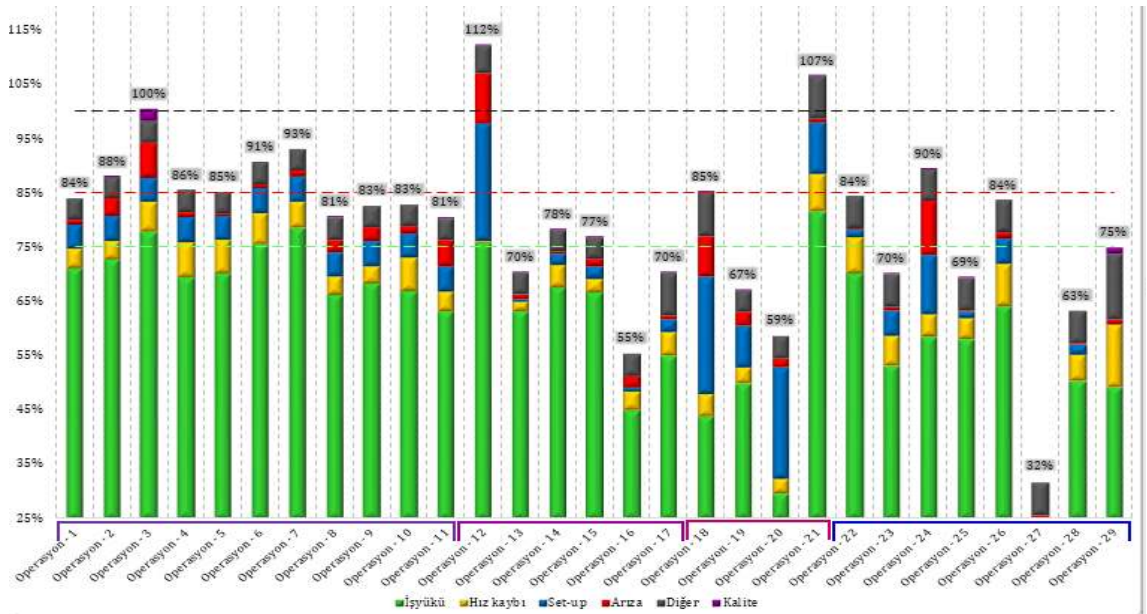
Tablo 3.2. Mevcut Durum Değer Akış Haritalama Göstergeleri

	Operasyon 1	Operasyon 2	Operasyon 3	Operasyon 4	Operasyon 5	Operasyon 6	Operasyon 7	Operasyon 8	Operasyon 9	Operasyon 10	Operasyon 11	Operasyon 12	Operasyon 13	Operasyon 14	Operasyon 15
İşyükü	71%	73%	78%	69%	70%	75%	78%	66%	68%	67%	63%	76%	63%	68%	67%
Hız kaybı	4%	3%	5%	7%	6%	6%	5%	3%	3%	6%	4%	1%	2%	4%	3%
Set-up	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	22%	0%	2%	2%
Arıza	1%	3%	6%	1%	0%	1%	1%	2%	3%	1%	5%	9%	1%	0%	1%
Diğer	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	5%	4%	4%	4%
Kalite	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Dolu Kapasite	84%	88%	100%	86%	85%	91%	93%	81%	83%	83%	81%	112%	70%	78%	77%
İş Yükü Sınırı	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Risk Sınırı	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Tam Kapasite	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Boş Kapasite	16%	12%	0%	14%	15%	9%	7%	19%	17%	17%	19%	-12%	30%	22%	23%
	Operasyon 16	Operasyon 17	Operasyon 18	Operasyon 19	Operasyon 20	Operasyon 21	Operasyon 22	Operasyon 23	Operasyon 24	Operasyon 25	Operasyon 26	Operasyon 27	Operasyon 28	Operasyon 29	
İşyükü	45%	55%	44%	50%	30%	81%	70%	53%	58%	58%	64%	25%	50%	49%	
Hız kaybı	4%	4%	4%	3%	3%	7%	7%	5%	4%	4%	8%	0%	5%	12%	
Set-up	1%	2%	21%	8%	20%	10%	2%	5%	11%	1%	5%	0%	2%	0%	
Arıza	2%	1%	8%	3%	2%	1%	0%	1%	10%	0%	1%	0%	0%	1%	
Diğer	4%	8%	8%	4%	4%	8%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	12%	
Kalite	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	
Dolu Kapasite	55%	70%	85%	67%	59%	107%	84%	70%	90%	69%	84%	32%	63%	75%	
İş Yükü Sınırı	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	
Risk Sınırı	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	
Tam Kapasite	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Boş Kapasite	45%	30%	0%	33%	41%	-7%	16%	30%	10%	31%	16%	68%	37%	25%	



Şekil 3.48. Mevcut Durum Değer Akış Haritası

Mevcut durum değer akış haritası, yapılan ölçümlerden elde edilen veriler baz alınarak boş kapasite göstergelerine göre oluşturulmuştur. Tüm ölçümler yapıldıktan sonra sahadaki stok miktarlarıyla karşılaştırma yapıldığında sonuçlar birbirine çok yakın çıkmıştır. Mevcut durum haritası (Şekil 3.48.) oluşturulduktan sonra kapasiteyi etkileyen kayıpların tespit edilmesine sıra gelmiştir.



Şekil 3.49. Mevcut Durum Kapasite ve Kayıp Analiz

Şekil 3.49’da, 29 operasyonda mevcut durum kapasite ve kayıp analizi incelendiğinde, en çok üretimde duruşlara ve israflara sebep olan göstergelerden; iş yükü, hız kaybı, set-up, arıza, diğer duruşlar ve kaliteden kaynakları sorunlar kapasiteye göre rakamsal olarak tespit edilmiştir. Darboğaz olarak tespit edilen 5 operasyonun analizleri gelecek durumda yer verilmiştir.

Gelecek durum

Operasyon 3’e bakıldığında iş yükünün %78 ve arızanın %6 oranında sıkıntı yarattığı görülmektedir. Örnek olarak talep edilen 1500 adet ürün kapasitesinde iş yükü ve arıza gibi sebeplerden dolayı 1500 adet ürün üretilmemektedir. Mevcut durumda kapasite oranı %100 olarak gözükmemektedir. Müşteri talebini karşılayabilmek ve siparişlerde aksama olmaması için bu alanlarda iyileştirme yapmak gerektiği belirlenmiştir. Daha eksik bir kapasite oranıyla 1500 adet üretim yapılabilir ve talep karşılanabilir. Farklı ürün talebi geldiğinde kalan kapasite oranıyla üretime başlanabilir.

Operasyon 7 incelendiğinde, iş yükünün %78 oranında kayba neden olduğu tespit edilmiştir. %7’lik boş bir kapasite oranı belirlenmiştir. Özellikle iş yükü dengesizliğinin düzeltilmesi konusunda çalışmalar yapılması gerekmedir. Boşta bekleyen tezgâhların tespit edilmesi, bazı operatörlerin üzerinde aşırı iş yükünün birikmesi, siparişin miktarı ya da cinsi hakkında bilginin az olması gibi nedenlerden dolayı iş yükü programlamasının detaylı bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Operasyon 12’nin kayıplarına bakıldığında, kalıp değişiminin %22, arızanın ise %9 oranında etkilediği görülmektedir. %112’lik dolu bir kapasite oranının ortaya çıktığı gözükmemektedir. Bu operasyonda gelen müşteri talebinin karşılanabilmesi için kapasitenin sınırları zorlanmaktadır. Genel anlamda arızalara bakıldığı zaman; kullanılan MAS sistemindeki anlık arıza girişleri sayesinde TPM bölümünün anında müdahale etmesi sayesinde tüm operasyonlardaki arızaların giderilmesi o anda mümkün olmaya başlanmıştır. Kâğıt sistemi ortadan kalkmış olup, bakım bölümü operatörün arıza sebebini sisteme girdiğini anında görüntülemektedir. 1024 adet olan müşteri talebi %112’lik fazla kapasiteyle üretilmekteydi. Artık “1224 adet olan müşteri talebi, daha az kapasite oranıyla karşılanabilir” hedefi belirlenmiştir.

Operasyon 21’de ortak iki operasyon bulunmaktadır. Farklı hatların ürünleri de kullanılan ortak tezgâhtan dolayı bu operasyonlardan geçmektedir. Kapasite oranı

incelendiğinde; %107 fazla kapasiteyle çalışıldığı görülmektedir. İş yükünün %81, set-up oranının ise %10 olduğu belirlenmiştir. Çalışmada seçilen pilot hattın ürünlerinin yanında, başka hattın ürünleri de aynı tezgâhlardan geçmektedir. Bu yüzden iş yükünün çok fazla sıkıntı yarattığı görülmektedir. Zaman zaman sipariş yoğunluğu olduğu süreçlerde, iki hattın ortak olarak kullanıldığı tezgâhlarda kalıp değişimlerinin sık yaşandığı tespit edilmiştir. Fazla kapasiteyle çalıştırılan bu operasyonda iyileştirmelerin yapılarak, kapasitenin biraz daha boşaltılıp, yeni bir tezgâh alınması ve oluşabilecek arızalara da daha çok önem verilmesi gerekmektedir. Yapılan hesaplamalarla 450 adet ürün yerine, iyileştirmelerle ve daha eksik kapasiteyle 500 adet ürün talebinin karşılanabileceği öngörülmektedir.

Operasyon 24 incelendiğinde, set-up'ın %11, arızanın yaratmış olduğu kayıp oranın ise %10 olduğu tespit edilmiştir. Örnek olarak 1500 adet müşteri talebinin karşılanması için kapasitenin %90 oranında çalıştığı görülmektedir. Kalıp değişimi ve önceki operasyonlarda olduğu gibi arıza konusunda MAS sisteminden yararlanılarak iyileştirmeler yapıldığı takdirde, daha eksik bir kapasite oranıyla 1500 adet ürünün çıkarılması gerektiği hedeflenmiştir.

1	Operasyon - 3		İşyükü	1.500 adet	78	1.500 adet	74	Katma Değer Oranı Arttırma
			Arıza		6		3	TPM
2	Operasyon - 7		İşyükü	1.500 adet	78	1.500 adet	74	Katma Değer Oranı Arttırma
3	Operasyon - 12		Set-up	1.024 adet	22	1.224 adet	10	SMED
			Arıza		9		5	TPM
4	Operasyon - 21		İşyükü	450 adet	81	500 adet	75	Katma Değer Oranı Arttırma
			Set-up		10		5	SMED
5	Operasyon - 24		Set-up	1.500 adet	11	1.500 adet	5	SMED
			Arıza		10		5	TPM

Şekil 3.50. Kayıpların Eliminasyonu Projeleri ve Gelecek Durumun Kurgulanması

Şekil 3.50'nin analizleri şu şekildedir:

Operasyon 3

Operasyon 3'te (Tablo 3.3.), kayıplara ve israflara yol açan iş yükü ve arızanın olduğu görülmektedir. Mevcut durumda iş yükünün %78, arızanın ise %6 olduğu tespit

edilmiştir. Hedeflenen rakamlara bakıldığında; iş yükünün %74'e, arızanın ise %3'e düşürülmesi hedeflenmiştir. Kapasite oranına bakıldığında, müşteri talebi olan 1500 adet üretmek için %100 kapasiteyle çalışan hatta iyileştirmeler yapıldığında aynı adet sayısının %93 kapasite oranıyla da karşılanabileceği belirlenmiştir. Arıza sorunları için MAS sisteminin devreye girmesinden ve arızanın artık gerçek zamanlı olarak TPM tarafından görülüp müdahale etmesinden ötürü büyük iyileşmeler sağlayacağı büyük bir avantaj olarak işletmeye geri dönecektir.

Tablo 3.3. Operasyon 3 İçin Hedeflenen Gelecek Durum Analizi

Mevcut durum kayıp oranı	$\%78 + \%6 = \%84$
Gelecek durum kayıp oranı	$\%74 + \%3 = \%77$
Hedeflenen kapasite kazanç oranı	$\%84 - \%77 = \%7$
Hedeflene gelecek durum kapasite kazancı	$\%100 - \%7 = \%93$

Operasyon 7

Operasyon 7 (Tablo 3.4.) incelendiğinde; sorunun en çok iş yükü göstergesinden kaynaklandığı saptanmıştır. Mevcut kapasite oranında iş yükünün %78, gelecek durum kurgusunda ise bu oranın %74'e düşürülmesi amaçlanmıştır. 1500 adet olan müşteri talebini , %93 kapasite oranıyla karşılayan bu operasyonun, özellikle iş yükünün azaltılmasıyla ulaşabileceği hedef %89 olarak belirlenmiştir. Operasyon 3'de olduğu gibi burada da iş yükü oranının fazla olmasıyla bağlayıcı olarak katma değer analiz çalışmalarının yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Tablo 3.4. Operasyon 7 İçin Hedeflenen Gelecek Durum Analizi

Mevcut durum kayıp oranı	$\%78$
Gelecek durum kayıp oranı	$\%74$
Hedeflenen kapasite kazanç oranı	$\%78 - \%74 = \%4$
Hedeflene gelecek durum kapasite kazancı	$\%93 - \%4 = \%89$

Operasyon 12

Operasyon 12'de (Tablo 3.5.) tespit edilmiş olan sonuçlara bakıldığında; set-up kaybının %22, arıza kaybının ise %9 olduğu tayin edilmiştir. Mevcut haritada kapasite oranı %112 olarak hesaplanmış olup, operasyonun fazla kapasiteyle 1024 adet ürünü karşılayabildiği belirlenmiştir. Bu operasyonda 5 çeşit yarı mamul hattına hizmet eden 3 adet tezgâh bulunmaktadır. Operasyon çeşidi olarak fazla yüklenildiğinden dolayı kapasitenin zorlandığı saptanmıştır. Ayrıca farklı yarı mamullerin ortak operasyon işlevi için kullanıldığından ötürü kalıp değişim sürelerinde aşırılık ve tezgâhlarda arızanın sık sık

tekrarlandığı görülmüştür. 1024 adet talebin, %112 fazla kapasite oranı yerine, yapılacak olan düzeltmelerle 1224 adet in %96 kapasite oranıyla karşılanabileceğine karar verilmiştir. Özellikle diğer operasyonlara oranla 12. operasyonda göze çarpan ve fazla olan set-up oranının %22'den %10'a; arıza oranın ise %9'dan %5'e düşürülmesi gerektiği gösterilmiştir. Genele bakıldığında set-up süresinin en fazla olduğu operasyon burasıdır.

Tablo 3.5. Operasyon 12 İçin Hedeflenen Gelecek Durum Analizi

Mevcut durum kayıp oranı	$\%22 + \%9 = \%31$
Gelecek durum kayıp oranı	$\%10 + \%5 = \%15$
Hedeflenen kapasite kazanç oranı	$\%31 - \%15 = \%16$
Hedeflene gelecek durum kapasite kazancı	$\%112 - \%16 = \%96$

Operasyon 21

Operasyon 21'in (Tablo 3.6.) göstergelerine bakıldığında; iş yükü oranının %81, set-up kaybının ise %10 oranında olduğu belirtilmiştir. Yapılacak olan iyileştirmelerle iş yükünün %75'e, set-up kaybının ise %5'e düşürülmesi hedeflenmiştir. Kapasite rakamları incelendiğinde ise mevcut durumdaki kapasitenin %107, gelecekte istenilen kapasite oranının ise %96 oranında olmasının uygun ve avantajlı olacağına karar verilmiştir. Hâlihazır durumda karşılanan talebin 450 adetinin %107 kapasiteyle, gerçekleştirilmesi amaçlanan talebin ise 500 adet olması ve bu miktarın %96 kapasite oranıyla yapılmasının mümkün olabileceği belirlenmiştir.

Tablo 3.6. Operasyon 21 İçin Hedeflenen Gelecek Durum Analizi

Mevcut durum kayıp oranı	$\%81 + \%10 = \%91$
Gelecek durum kayıp oranı	$\%75 + \%5 = \%80$
Hedeflenen kapasite kazanç oranı	$\%91 - \%80 = \%11$
Hedeflene gelecek durum kapasite kazancı	$\%107 - \%11 = \%96$

Önceden de belirtildiği üzere, 21. operasyonda iş yükü oranının %81 olması, büyük problemler yarattığının kanıtıdır. Hedeflenen proje türü olarak katma değer analizlerinin çok detaylı bir şekilde yapılması gerekmektedir. Bu operasyonda pilot hattın ürünlerinin yanında, başka 2 hattın gelen yarı mamullerin işlemleri de yapılmaktadır ve iş yükünün yoğunluğunu inanılmaz derecede fazladır.

Operasyon 24'de (Tablo 3.7.), set-up süresinin %11, arıza kaybına neden olan sürenin ise %10 olduğu saptanmıştır. Mevcut durumdaki kapasite oranının %90'dan %79'a düşürülmesi gerektiği ortaya konmuştur. Bu operasyona bakıldığında, set-up ve arızaların yüksek olması prosesin sonuna yaklaşıldığı ve iş yükünün bu kadar azaldığı bir operasyon

için büyük bir sorun teşkil ettiği vurgulanmıştır. Set-up süresinin %11'den %5'e, arıza oranının da %10'dan %5'e düşürülmesi gerektiği; %90 kapasiteyle üretilen 1500 adet ürünün, %79 kapasiteyle de üretilebileceği yargısında bulunulmuştur.

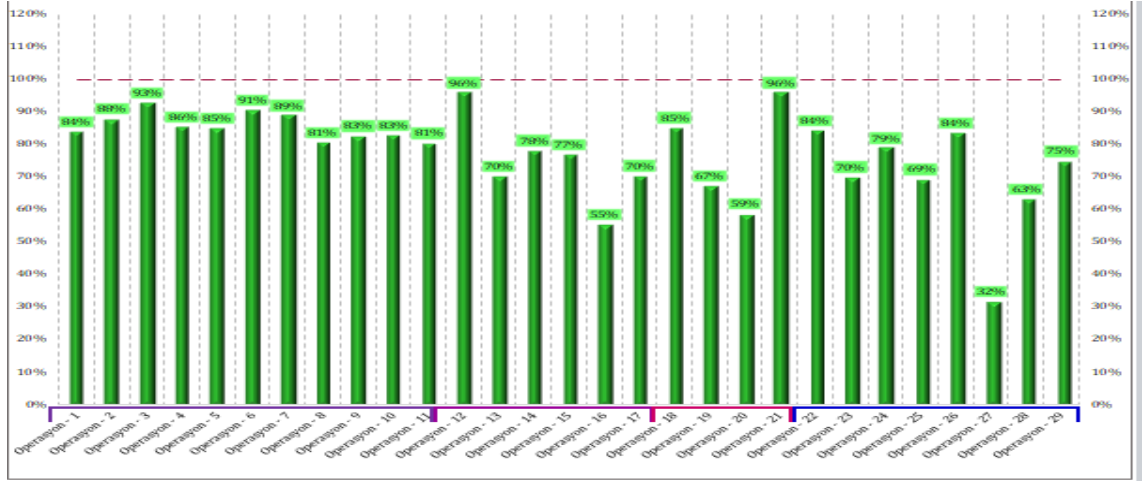
Tablo 3.7. Operasyon 24 İçin Hedeflenen Gelecek Durum Analizi

Mevcut durum kayıp oranı	$\%11 + \%10 = \%21$
Gelecek durum kayıp oranı	$\%5 + \%5 = \%10$
Hedeflenen kapasite kazanç oranı	$\%21 - \%10 = \%11$
Hedeflene gelecek durum kapasite kazancı	$\%90 - \%11 = \%79$

Tablo 3.8'de kırmızı kutucuklarda, darboğaz olarak seçilen 5 adet operasyonun hedeflenen değer akış haritalama rakamları gösterilmiştir. Özet olarak; yapılacak olan iyileştirmelerle operasyon 3'de işyükü %74 arıza %3; operasyon 7'de işyükü %74; operasyon 12'de set-up %10, arıza %5; operasyon 21'de iş yükü %75, set-up %5; operasyon 24'de ise set-up %5, arızanın da %5 olarak kurgulanmasına karar verilmiştir.

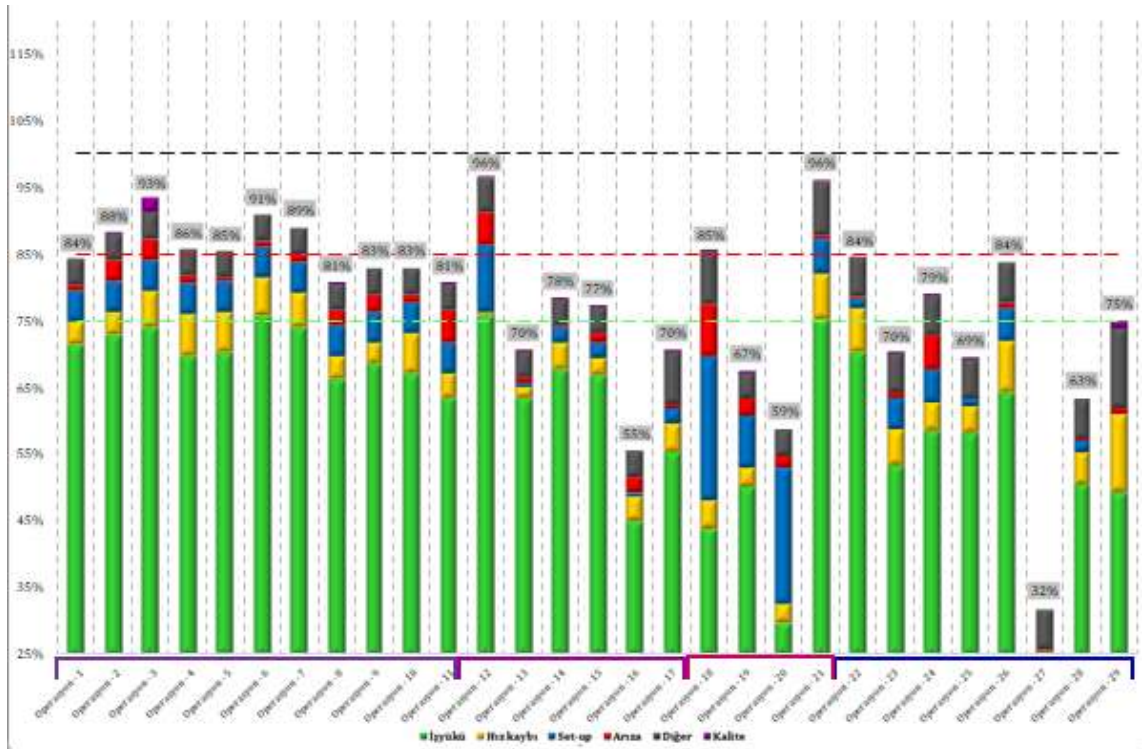
Tablo 3.8. Darboğaz Oluşturan Seçilen Operasyonlarda Gelecek Durum (Hedeflenen) Değer Akış Haritalama Göstergeleri

	Operasyon 1	Operasyon 2	Operasyon 3	Operasyon 4	Operasyon 5	Operasyon 6	Operasyon 7	Operasyon 8	Operasyon 9	Operasyon 10	Operasyon 11	Operasyon 12	Operasyon 13	Operasyon 14	Operasyon 15
İşyükü	71%	73%	74%	69%	70%	75%	74%	66%	68%	67%	63%	76%	63%	68%	67%
Hız kaybı	4%	3%	5%	7%	6%	6%	5%	3%	3%	6%	4%	1%	2%	4%	3%
Set-up	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	10%	0%	2%	2%
Arıza	1%	3%	3%	1%	0%	1%	1%	2%	3%	1%	5%	5%	1%	0%	1%
Diğer	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	5%	4%	4%	4%
Kalite	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Dolu Kapasite	84%	88%	93%	86%	85%	91%	89%	81%	83%	83%	81%	96%	70%	78%	77%
İş Yükü Sınırı	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Risk Sınırı	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Tam Kapasite	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Boş Kapasite	16%	12%	0%	14%	15%	9%	7%	19%	17%	17%	19%	-12%	30%	22%	23%
	Operasyon 16	Operasyon 17	Operasyon 18	Operasyon 19	Operasyon 20	Operasyon 21	Operasyon 22	Operasyon 23	Operasyon 24	Operasyon 25	Operasyon 26	Operasyon 27	Operasyon 28	Operasyon 29	
İşyükü	45%	55%	44%	50%	30%	75%	70%	53%	58%	58%	64%	25%	50%	49%	
Hız kaybı	4%	4%	4%	3%	3%	7%	7%	5%	4%	4%	8%	0%	5%	12%	
Set-up	1%	2%	21%	8%	20%	5%	2%	5%	5%	1%	5%	0%	2%	0%	
Arıza	2%	1%	8%	3%	2%	1%	0%	1%	5%	0%	1%	0%	0%	1%	
Diğer	4%	8%	8%	4%	4%	8%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	12%	
Kalite	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	
Dolu Kapasite	55%	70%	85%	67%	59%	96%	84%	70%	79%	69%	84%	32%	63%	75%	
İş Yükü Sınırı	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	
Risk Sınırı	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	
Tam Kapasite	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Boş Kapasite	45%	30%	0%	33%	41%	-7%	16%	30%	10%	31%	16%	68%	37%	25%	



Şekil 3.51. Gelecek Durum Değer Akış Haritası

Şekil 3.51’de tüm operasyonlar bazında gelecek durum haritası oranları verilmiştir. VSM çalışmasında tek hedef sadece proses haritasının oluşturulması anlamına gelmemektedir. Ayrıca kayıpların minimuma indirilmesi veya tamamen ortadan kaldırılması için elverişli olan aksiyonların alınması anlamına gelmektedir.

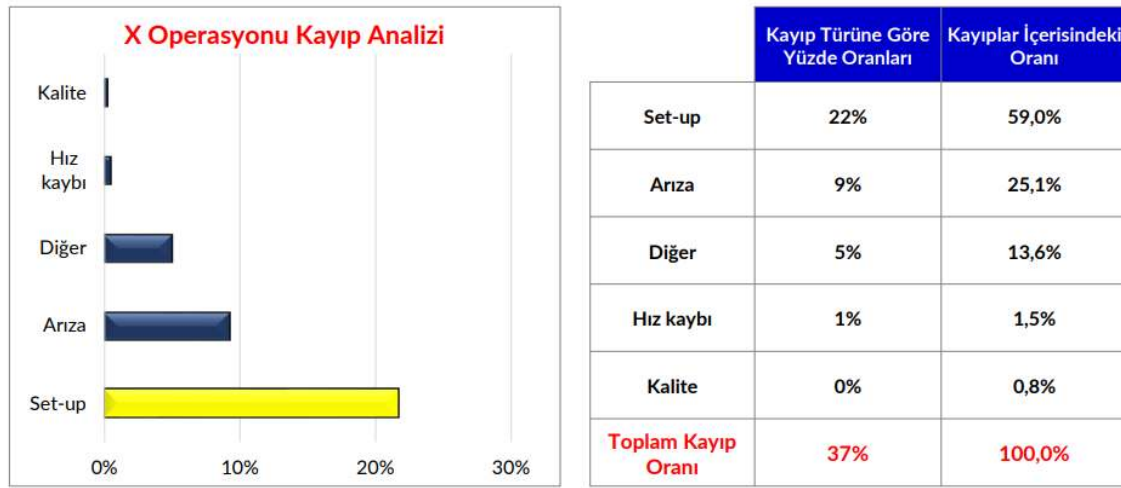


Şekil 3.52. Gelecek Durum Kapasite ve Kayıp Analizi

Şekil 3.52’de bütün operasyonların daha detaylı olarak hedeflenen kapasite oranları ve kayıpların ne kadar oranda iyileştirilmesi gerektiğine dair hedeflenen rakamlar gösterilmiştir. Hangi operasyonlarda hangi alanlarda iyileştirme fırsatlarının belirlenmesi açısından bu şekil oldukça büyük önem teşkil etmektedir. OPEX (Operasyonel

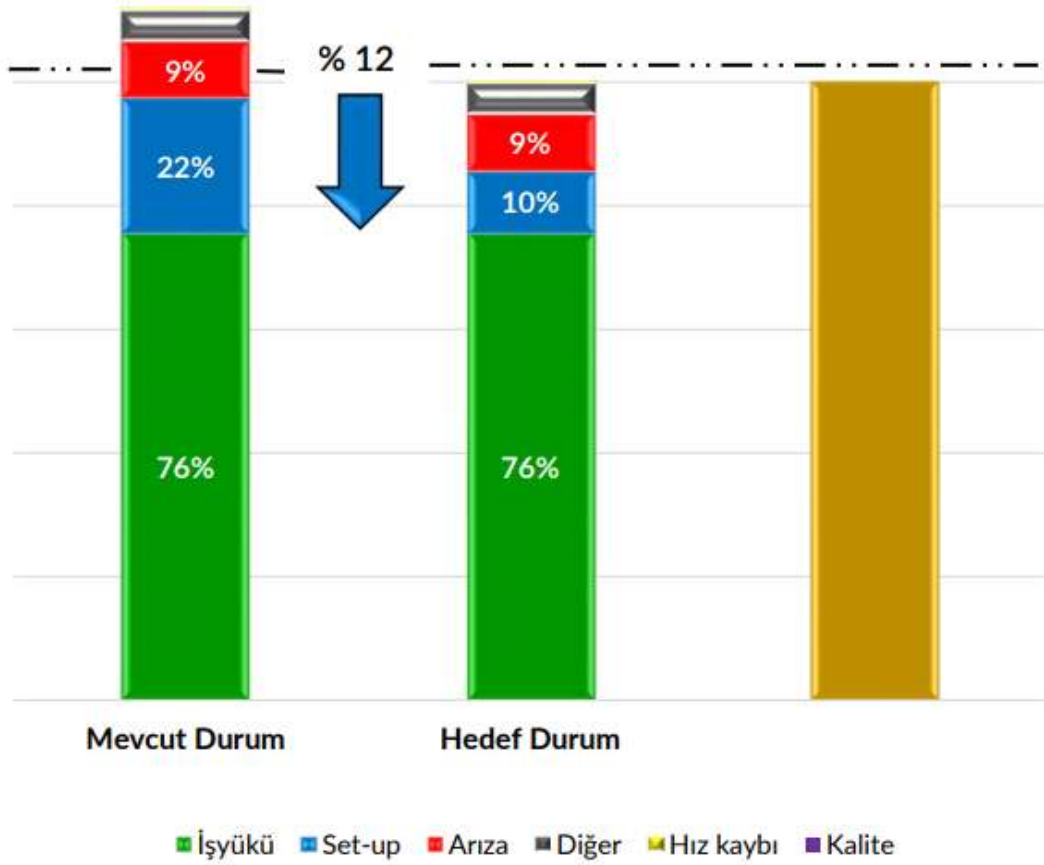
Mükemmellik) ekip üyeleri ve yönetimin de tasdiğiyle neler yapılması gerektiğine bu harita üzerinde karar verilmektedir. Aslında bu harita, proje ekibinin amaçlarını, gelecekte ne gibi iyileştirmeler yapmak istediğini resmetmektedir. Darboğaz olarak seçilen operasyonların yanı sıra; zamanla darboğaza neden olan israfların azaltılmasıyla da diğer operasyonlarda kayıplara neden olan sorunların üzerine de gidebilme şansı doğmaktadır. Belli bir zaman dilimi hedeflenerek, darboğazdaki operasyonların iyileştirilmesi projelerinin hayata geçirilmesi ve kayıpların yok edilmesi hedeflenmelidir. Yok edilemeyen sorunların ise en aza indirgenmesi en son çare olarak düşünülmelidir.

3.7.3. Operasyon 12 Üretim Kapasitesi Artırma İyileştirme Projesi



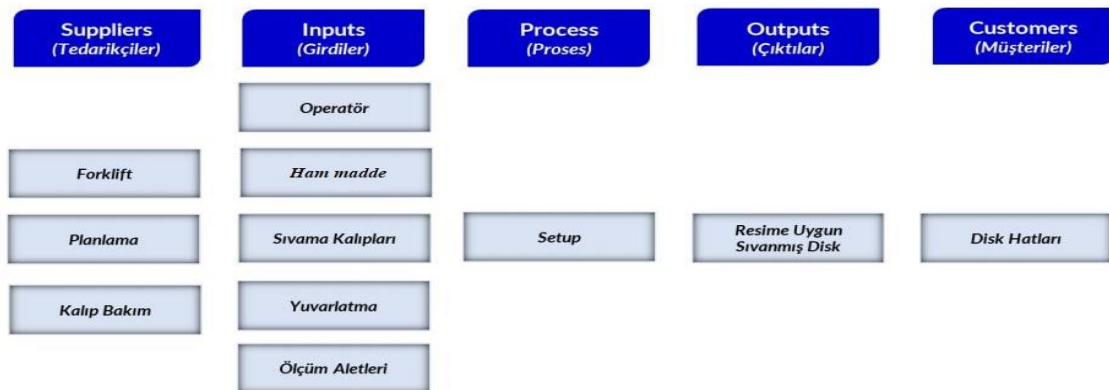
Şekil 3.53. 12. Operasyon Kayıp Analizi ve Kayıp Türlerinin Kayıp Oranları

Mevcut durum analizinde dar boğaz operasyonlarından en sorunlu olarak görünen ve öncelikli olarak iyileştirme yapılması planlanan 12. operasyon seçilmiştir. Operasyon bazında yapılan kayıp analizi sonucunda (Şekil 3.53.), set-up kaybının %22, kayıplar içerisindeki oranı %59; arıza kaybının %9, kayıplar içerisindeki oranı %25,1; diğer kayıpların %5, kayıplar içerisindeki oranı %13,6; hız kaybının %1, kayıplar içerisindeki oranı %1,5; kalitenin %0, kayıplar içerisindeki oranının da %0,8 olduğu tespit edilmiştir. Kayıplar içerisindeki oranlara bakıldığında; tüm kayıpların %84'nü set-up ve arıza kayıplarının yarattığı saptanmıştır. Yapılacak olan iyileştirme projesinde en yüksek kayıp olan set-up kayıplarına (%22) odaklanılacaktır.



Şekil 3.54. Mevcut Duruma Göre Hedef Belirleme Analizi

Şekil 3.54’de, değer akış haritalama çalışmasındaki mevcut duruma göre hedef belirleme analizi yapılarak, müşteri tarafından talep edilen miktarın karşılanabilmesi için set-up kayıplarının %22’den %10’a düşürülmesi gerektiğine ve %12’lik bir iyileştirme yapılmasına karar verilmiştir.



Şekil 3.55. SIPOC Diyagramı

Şekil 3.55’de üzerinde çalışılan projenin tedarikçilerini, girdilerini, sürecin,, çıktılarını ve müşterilerini bütünsel olarak resmeden bir diyagram oluşturulmuştur. Bu elemanların birbirleri arasındaki etkileşimin nasıl olması gerektiğini özetleyen bir yol

haritasıdır. Sınırlanmış ve çok önemli yer teşkil eden prosesteki kilit yerlerin fazla karmaşık olmayan yapısına bu diyagramdan ulaşılabilir. Her başlığın altındaki alt elemanlar şu şekilde özetlenmiştir: 1) Tedarikçiler; forklift, planlama, kalıp bakım. 2) Girdiler; operatör, diskin hammadresi, sıvama kalıpları, ölçüm aletleri ve yuvarlatma. 3) Proses; set-up. 4) Çıktılar; resme uygun sıvanmış disk. 5) Müşteriler; disk hatlarıdır.

1.Neden	2.Neden	3.Neden	4.Neden	5.Neden	Kök Neden	İyileştirme / Çözüm Önerisi
Sökülen takılan parçaların taşıma işleminin zaman kayıplarına neden olması	Tavan vinci ile taşıma işlemi yapılması	Kalıp değişim alanının ve tezgahın farklı taşıma aracına uygun olmaması	Tezgahın içinin dar olması ve önünün kapalı olması	Tezgahın tasarımı ve otomasyon tasarımının uygun olmaması	Tezgahın otomasyon tasarımı ve yerleşiminin uygun olmaması	Alternatif yerleşim planı üzerine çalışılacak, spaghetti diyagramı ile taşıma kayıpları belirlenip, kıyaslama yapılacaktır.
Tavan vincinin hareketinin bekleme kaybına neden olması	Çalışma hızının proses için yeterli olmaması	Hızlı hareketin iş güvenliği riski yaratma endişesi	Tavan vincinin proses için uygun olmaması		Tavan vincinin proses için uygun olmaması	Uygun taşıma aparatı araştırılıp, maliyet analizi yapılacaktır.
Taşımanın tavan vinci ile yapılması	Alternatif taşıma aparatının olmaması				Alternatif taşıma aparatının olmaması	Uygun taşıma aparatı araştırılıp, maliyet analizi yapılacaktır.
Kalıp parçalarının taşıma işleminin bekleme kayıplarına neden olması	Kalıp parçalarının tezgahın dışında yer alması	Kalıp sepetlerinin kafes içine sığmaması	Kafesin ölçü ve konumu uygun değil		Kafesin ölçü ve konumu uygun değil	Kafes ölçüleri kalıp sepetlerinin tezgah yanına alınabileceği oranda genişletilecek, taşıma mesafesi minimuma indirilecek.

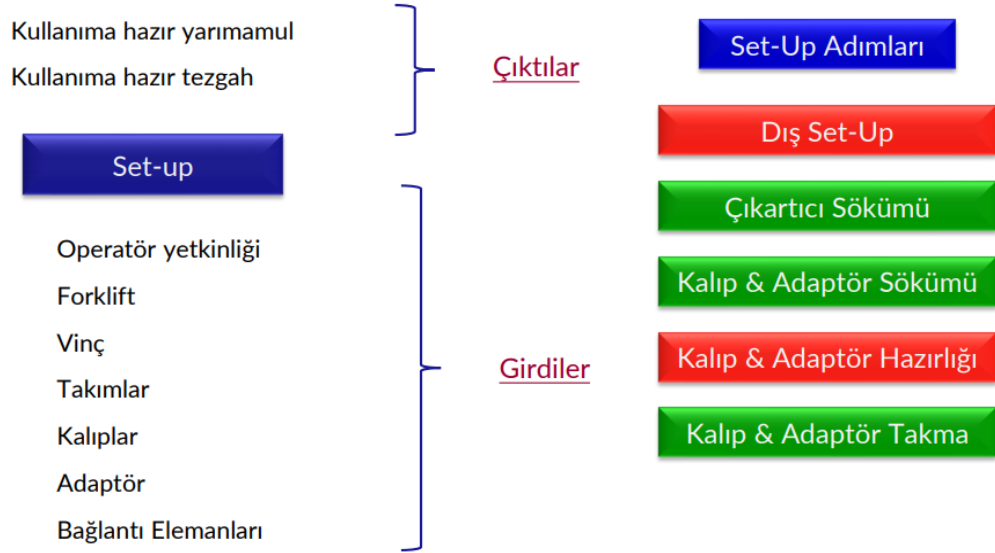
Şekil 3.56. Tezgahının Kalıp Değişim Süresinin Uzun Olma Sebebinin Neden ve Neden Analizi 1

1.Neden	2.Neden	3.Neden	4.Neden	5.Neden	Kök Neden	İyileştirme / Çözüm Önerisi
Adaptör bağlama işlemi yapılıyor olması	Tezgaha bağlanacak kalıpta adaptör olmaması	Her kalıbın adaptörünün olmaması			Her kalıbın adaptörünün olmaması	Adaptörü olmayan kalıplar tespit edilecek ve o kalıplara uygun adaptörler yaptırılacaktır.
Adaptör bağlama işlemi yapılıyor olması	Tezgaha kalıbın adaptörsüz bağlanamaması	Kalıp tasarımının kalıbı direkt tezgaha bağlanabilir halde tasarlanmamış olması			Kalıp ve bağlantı tasarımının adaptörsüz bağlamaya uygun olmaması	Kalıp ve bağlantı tasarımı için çalışma başlatılacaktır.
Kalıp değişimi esnasında operatörün malzeme araması	İhtiyaç olan takımların bulunamaması	Takımın/malzemenin yerinin belirli olmaması	5S çalışmalarının doğru ve yeterli yapılmamış olması		5S çalışmalarının doğru ve yeterli yapılmamış olması	Eksik el aletleri tamamlanacak, görsel standartlara uygun alan tanımları yapılacaktır.
Tüm kalıp değişim işleminin, tezgahı durdurduktan sonra yapılıyor olması	Ön hazırlık (Dış setup) yöntemi ile yapılabilecek işlerin bilinmiyor olması	Smed yöntemi eğitiminin operatörlere verilmemiş olması			Smed yöntemi eğitiminin operatörlere verilmemiş olması	İç setup işlemlerinden dış setup işlemlerine aktarılabilir olan adımların aktarılacak, operatörlere eğitim verilecek.

Şekil 3.57. Tezgahının Kalıp Değişim Süresinin Uzun Olma Sebebinin Neden ve Neden Analizi 2

Şekil 3.56. ve Şekil 3.57’de, X tezgahının kalıp değişimin süresinin çok zaman almasından ötürü, bu sorunun nedenleri ekip üyeleriyle beraber beyin fırtınası yapılarak incelenmiş olup, kök nedenlerin ne olduğu saptanmış ve iyileştirme ve çözüm önerileri neden neden analizi yapılarak sunulmuştur. Çoğu zaman bir sorunun görünür nedeni, üyeleri aslında görülememiş olan başka sorulara götürmüştür. Bu analiz, “Neden?” sorusu sürekli sorularak, sorunun temel nedenine yol açan semptom katmanlarına ulaşılabilir halidir. Bir sorunun temel nedenini belirlemeye yardımcı olur, sorunun farklı temel nedenleri arasındaki

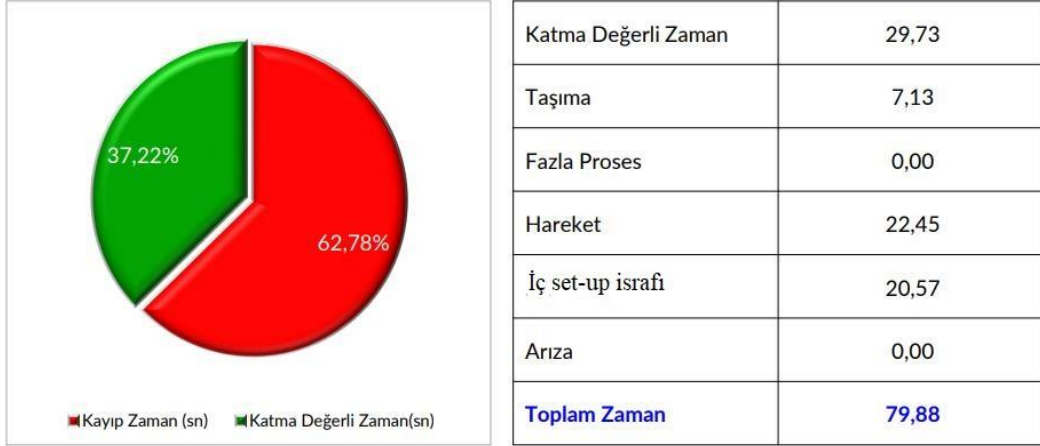
ilişkiyi belirler, en basit araçlardan biridir ve istatistiksel analiz olmadan tamamlanması kolay bir yoldur. Her ekip üyesini, başkalarını suçlamak yerine sürekli iyileştirme fikirlerini paylaşmaya teşvik eder. Ekibinize, herhangi bir sorunu ortadan kaldıracı ve sürecin tekrar eden arızaları önleyebileceği konusunda güven verir.



Şekil 3.58. Set-Up Analizi

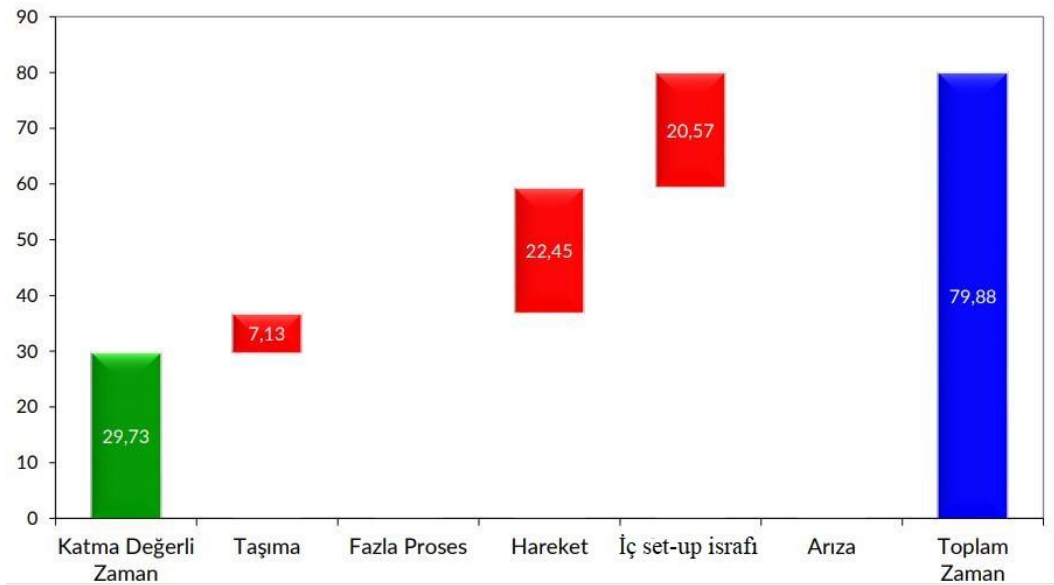
Şekil 3.58’de yapılan set-up analizi sonucunda, set-up adımlarında bulunan tüm adımların hepsi önceden operatör tarafından iç-set up işlemi olarak gerçekleştirilmekteydi. Dış-set-up işlemleri (makine veya tezgah çalışırken de yapılan ön hazırlık çalışmaları) ve kalıp ve adaptör hazırlığı gibi işlemlerin artık iç set-up işlemi yerine dış-sep işlemi olarak yapılmasına karar verilmiştir. Çıkartıcı sökümü, kalıp ve adaptör sökümü ve kalıp ve adaptör takma işlemleri iç set-up işlemleri olarak devam edecektir.

Toplam Zaman (dk)	Kayıp Zaman (dk)	Katma Değerli Zaman(dk)	Katma Değer Oranı
79,88	50,15	29,73	37%



Şekil 3.59. Mevcut Duruma İlişkin Kayıp ve Katma Değer Zaman Göstergeleri

Şekil 3.59’da, operatörün tüm hareketlerinin yapılan video analiz çalışmalarıyla incelenmiş olan oranları verilmiştir. Katma değerli zamanın %29,73, taşıma israfının %7,13, gereksiz hareket kaybının %22,45, iç set-up israfının ise %20,57 oranında olduğu ve toplam süren set-up süresinin %79,88 olduğu hesaplanmıştır. Toplam zaman olan %79,88’den katma değerli zaman oranı olan %29,73 çıkarıldığında, kayıp zaman oranı %50,15 olarak bulunmuştur. %79,88’in %62,78’ si kayıp zaman (%50,15), %37,22’si (%29,73) ise katma değerli zamanı temsil etmektedir.



Şekil 3.60. Mevcut Duruma İlişkin Kayıp ve Katma Değer Zaman Grafiksel Gösterimi

Şekil 3.60'da mevcut duruma ilişkin kayıp ve katma değer zaman oranlarının grafiksel gösterimi gösterilmiştir. Taşıma, hareket ve iç set-up israfları kayıplarının iyileştirilmesiyle katma değerli zamanın artacağı, iç set-up israfının dış set-up süresine dahil edilecek olunmasıyla taşıma ve hareket sürelerinde azalma olacağı, toplam set-up süresinin azalacağı öngörülmektedir.

Tablo 3.9'da yer alan ve set-up adımlarında iyileştirilmesi hedeflenen çözüm önerilerinin üretim devam ederken de yapılabilecek olmasına karar verilmesi sonucunda tavsiye edilen çözüm önerilerine ilişkin ve yapılması hedeflenen aksiyon planları oluşturulmuştur. 1. Çözüm önerisine yönelik aksiyon planı tamamlanmıştır. Diğerlerinin en kısa süre içerisinde hayata geçirilmesi planlanmaktadır.

Tablo 3.9. Çözüm Önerilerine Yönelik Aksiyon Planı

No	Tespit Tarihi	Problem	Aksiyon	Bölüm	Sorumlu	Hedef Bitiş Tarihi	Durum
1	20 Ekim	Setup sürelerinin uzun ve kalıp değişim süre sapmaları fazla	Setup video analizi 2 farklı operatör için analiz edilecek	Planlama	Yağmur TORAL OKCU	02.10.2019	Tamamlandı
2	15 Kasım	Setup için gerekli el aletlerinin setup sırasında bulunamamasından dolayı setup süresinin uzaması	Setup için gerekli el aletleri belirlenip eksikler tamamlanacak, yardımcı malzemeler için görsel standartlara uygun alan tanımları yapılacak	Üretim	Nihat ÇETİN	16.09.2019	Başlamadı
3	30 Kasım	Parça söküm-takım işlemlerinde kullanılan calaskarın hızlandırılmaması	Calaskar çalışma süresi için video analiz yapılacak, iyileştirme önerileri verilecek	Üretim	Ferudun DEMİR	23.09.2019	Başlamadı
4	5 Aralık	Cıvata ve somun tak & sök işlemlerinin el ile yapılmasından dolayı zaman kayıplarının yaşanması	Kullanılan cıvata ve somunları sıkıp, gevşetecek tork tabancası araştırılacak, maliyet analizi çıkartılacak	Üretim	Nihat ÇETİN	30.10.2019	Başlamadı
5	18 Aralık	Setup öncesi hazırlık aşamasında yapılması gereken faaliyetlerin setup aşamasında yapılmasından dolayı setup süresinin uzaması	İç & dış setup analizi yapılacak, dış setup adımlarına alınacak iç setuplar için çalışma başlatılacak	OPEX	Olca ÖZTÜRK	30.10.2019	Başlamadı

Değer akış haritalama çalışmasına başlarken ekip olarak hem işletme için farklı bir proje hem de tez uygulamasının amacına yönelik hizmet etmek adına, ilk baştaki kurgu projeden önceki manuel olarak girilen geçmiş sistemdeki OEE değeri, proje sırasındaki ve proje sonrasındaki MAS sisteminden alınacak olan OEE değerlerinin kıyaslaması yapılmasıydı. Ancak; proje sırasında dünyada ve ülkede yaşanan ekonomik sıkıntılardan ötürü MAS sisteminin hayata geçirilmesi durumu ikinci plana atılmıştır. 1. olarak işletme için ön plana çıkan durum; müşteri taleplerine göre siparişlerin yetiştirilmesi olmuştur. DAH çalışması bittiği sıradaki süreçte, MAS sistemi daha tam anlamıyla uygulanmaya

başlanamadığından ötürü OEE kıyaslamaları planlandığı gibi gerçekleştirilememiştir. Başta tez çalışması için sunulan bu öneri; bundan sonra yapılacak olan bu tür çalışmalara kıyaslama ve analiz yapabilmek adına büyük bir fikir öncüsü olmuştur.

3.8. Toplam Ekipman Etkinliği (OEE) Uygulama Çalışması

Uygulamada 2019 yılı Ağustos, Eylül ve Ekim aylarının OEE göstergelerinin analizleri geçmiş sisteme ait tabloda ve MAS sisteminden çekilen raporlardaki duruşlar, hurdalar, OEE verileri ve yapılmış olan süreç iyileştirme analizleri 2019 yılı Kasım - Aralık ve 2020 Ocak ayları içerisindeki rakamlar ve kıyaslamalar tespit edilmiştir. Toplam ekipman etkinliğini oluşturan 3 adet parametre olan; kullanılabilirlik, performans ve kalite çarpanlarının detaylarına işletmenin izin verdiği ve sistemden çekilebilen kadar ölçüde olan tablo ve şekiller uygulama kısmında gösterilmiştir. İncelenecek olan detaylar şu şekilde özetlenebilir.

MAS sistemi kullanılmaya başlanmadan önce tüm parametreleri oluşturan çarpanların hesaplanması geçmiş sistemde manuel olarak tutulmaktaydı. İşletme tarafından manuel olarak tutulan kayıtlar; molalar, planlı bakım, planlı kayıp, eğitim, mücbir sebepler, kalıp değişimi, ayarlar, arızalar, malzeme ve hammadde sebebiyle ortaya çıkan beklemler, plansız üretim duruşlar, iş kazaları, kaliteden kaynaklı ortaya çıkan sorunlar gibi toplam ekipman etkinliğine neden olan tüm problemler şeklinde gruplanmaktaydı. Elle tutulan, anlık izlenemeyen verilerin doğruluğu veya güvenilirliği hakkında ortaya çıkan oranların / rakamların üzerinden tüm üretim sisteminin takibinin yapılması, ortaya çıkan göstergelerin ERP üzerinden diğer modüllere aktarılmasının ne kadar etkin sonuçlara dayanacağı konusu işletme açısından hep tartışılan ve yöneticiler tarafından akıllarda soru işareti yaratan büyük bir sorun haline geldiğinden ötürü üretimde dijitalleşmenin ne kadar önemli ve karlı sonuçlar doğuracağının bilincine varmalarına sebep olmuştur.

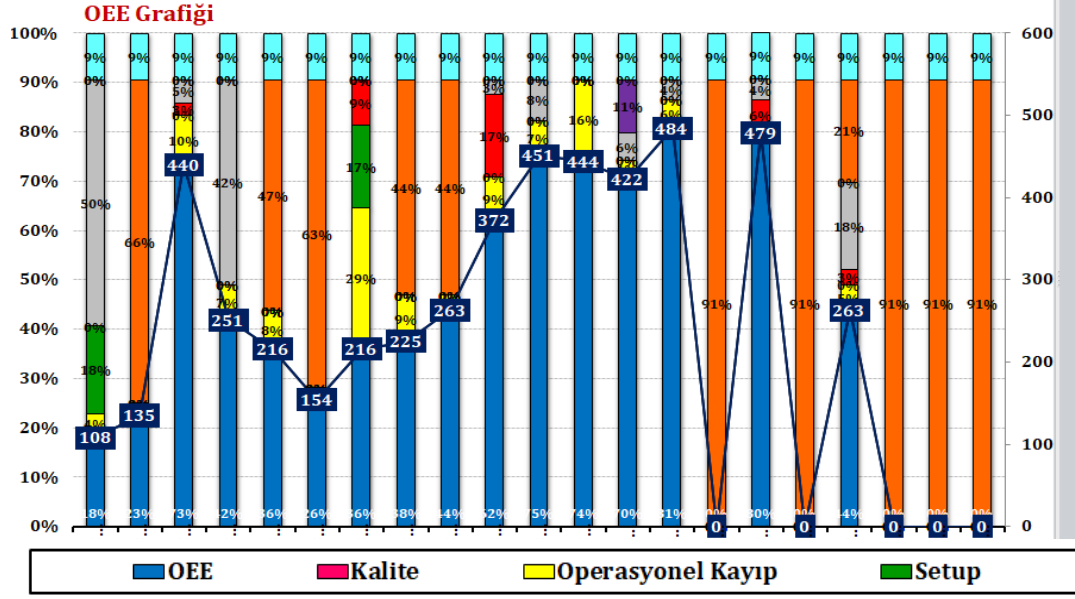
OEE'yi oluşturan tüm detaylı alt çarpanların nasıl hesaplandığının modül raporlarının formülleri uygulama çalışmasında hayata geçirilmediğinden ötürü verilememektedir, bu konudaki çalışmalar devam etmektedir. Dijital okuryazarlık seviyesinin artırılabilmesi için teknolojinin yakından takip edilmesi, verilerin verimli ve doğru bir şekilde ölçülebilmesi, hesaplanan doğru verilerin yönetilebilmesi demektir. Bu verilerin anlık olarak izlenmesi, raporlanması, takip edilmesi, analizi ve doğru yorumlanması, süreçlerin iyileştirilmesi, iç ve dış müşteri memnuniyeti, kayıpların

azaltılması, rekabet zinciri üyelerinin arasında üstün paydaşlık seviyesine çıkılması, işletme karının artırılması gibi birçok avantaj sağlayacaktır.

Yapılan çalışmada belirtilen 6 aylık süre zarfında, ilk 3 aylık geçmiş sisteme ait ortamda tutulan tüm kayıtlarla, son 3 aylık MAS sisteminde tutulan kayıtların ve yapılan iyileştirmelerin kıyaslaması yapılarak, çıkan sonuçların OEE rakamlarına nasıl yansıdığı analiz edilecektir. Özellikle MAS sisteminden çekilen duruşların, arızaların, kayıpların, süreç iyileştirme analizlerinin anlık olarak adım adım kayıt altında tutulması sonuçların olumlu yönde etkilenmesinde büyük rol oynayacaktır. Çünkü geçmiş sistem ortamına aktarılan veriler, anlık olmayabilme, kâğıt ortamından aktarılma ya da unutulma gibi birçok olumsuz sonuca, doğru verilere ulaşamama gibi dezavantajlara sebebiyet vereceğinden ötürü; yatırım yapılan dijital sistemin analizleri yorumları ve sonuçları adım adım incelenecektir.

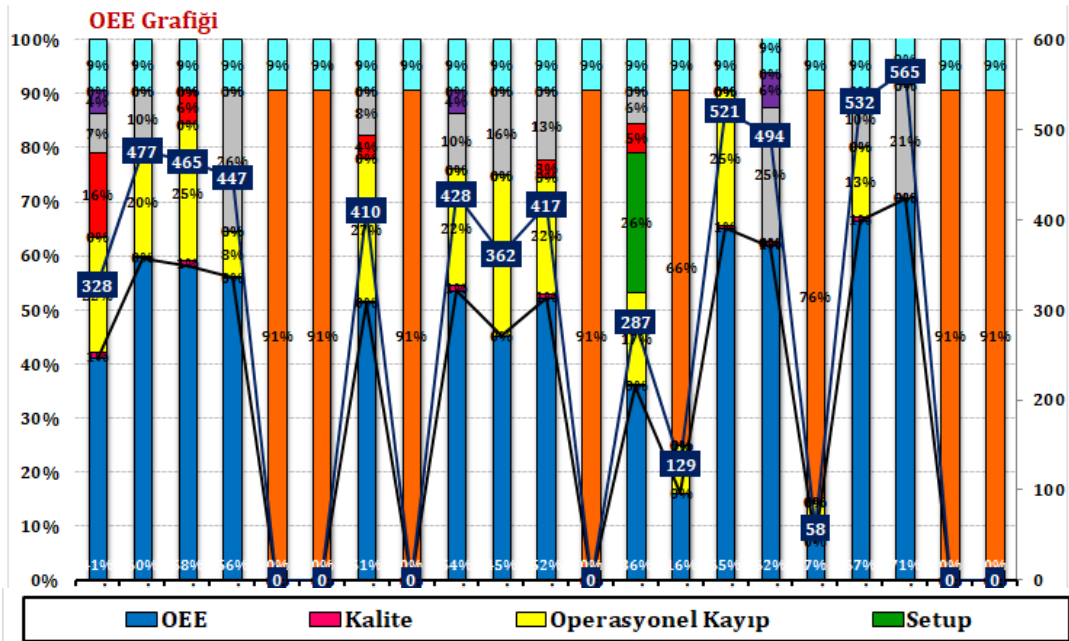
3.8.1. Geçmiş Sistem 2019 Ağustos, Eylül ve Ekim Ayları OEE Verileri

2019 yılı Ağustos, Eylül ve Ekim aylarındaki MAS sisteminin kullanım oranının %60 - %70 bandında olması ve yaşanan sıkıntılardan dolayı OEE verileri hesaplanmış olsa da bu aylardaki doğruluğunun tam verimli sonuçlar vermediğine karar verilmiş olduğu için kullanım oranının %97 - %98 oranına varıncaya kadar bu süreç eş zamanlı olarak incelenmiş ve hangi alanlarda süreç iyileştirme çalışmalarının hızlandırılması gerektiğine konusunda çalışmalara başlanmıştır. Gerçek zamanlı olarak her şeyin doğru olarak incelenebilmesi, nerde eksikliklerin olduğunun belirlenmesi, analiz yapılması ve sonuçların doğru yorumlanabilmesi için zamanında girişlerin yapılması en önemli faktör olarak belirlenmiştir.



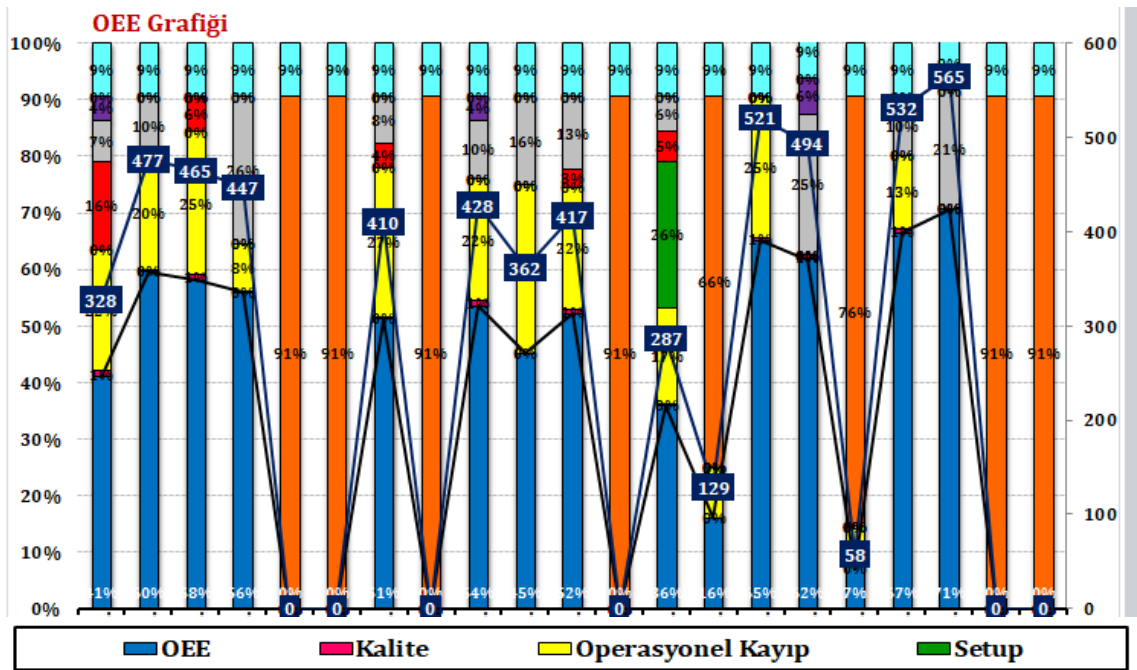
Şekil 3.61. 2019 Yılı Ağustos Ayı Geçmiş Sistem OEE Verileri

MAS sistemine geçiş çalışmaları bu zaman aralığı içerisinde de eşgüdümlü olarak yürütülmekteydi. Bazı zamanlarda verilerin hem geçmiş sisteme ait hem de MAS sistemine geçirilip kıyaslama yapılabilmesi, tüm kayıtların geçmiş sistem tablosuna zamanında aktarılamama, kâğıt kullanımı, arızalar, duruşlar, kayıplar, beklemler gibi sebeplerden dolayı her çalışılan günün OEE verilerinin tutulmasında aksaklıklar yaratmıştır. Tam verimli olarak hesaplanabilen günlerin OEE ortalamasına bakıldığında Şekil 3.61’de 2019 yılı Ağustos ayı geçmiş sisteme ait verilerde hesaplanabilen ortalama OEE değeri %51,37 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.62. 2019 Yılı Eylül Ayı OEE Geçmiş Sistem OEE Verileri

Yukarıda şekilde (Şekil 3.62.) Eylül ayına ait OEE göstergeleri incelendiğinde OEE değeri %50,06 olarak tespit edilmiştir. Ağustos ayında hesaplanan %51,37 orandan biraz daha düşük OEE sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda, kaydı tutulan tüm verilerin ve buna yönelik yapılacak iyileştirme çalışmalarının anlık olarak MAS sistemine işlenmesinin sadece takip işleminin gerçekleştirilmesi için ayrı bir ekip de oluşturulmuştur. Bu ekip, hem kullanım oranının artırılması hem de OEE değerinin düşmesinden dolayına yönelik olarak, sorunları önleyici ve düzeltici amaçlar için kurulmuş bir takım olarak düşünülmüştür. Bu ekibin başarısının son 3 aydaki performansa nasıl yansıdığının sonuçları ileriki safhalarda görülecektir.



Şekil 3.63. 2019 Yılı Ekim Ayı OEE Geçmiş Sistem OEE Verileri

Şekil 3.63'deki oranlara hesaplandığında, Ekim ayına ait OEE ortalaması %53,18 olarak bulunmuştur. %50,06 olan Eylül ayı ortalamasına göre OEE ortalaması ve MAS sistemi kullanım oranı artmıştır. Ağustos ayının başında sistem kullanım oranı %60'ların başında seyrederken; Ekim ayında bu oran %70'ler bandına yükselmiştir. Yönetim kurulu ve MAS sistem takibi toplantı yaparak artık kâğıtsız bir ara yüz ortamının zaman başlangıcının 1 Kasım 2019 tarihi olduğuna karar vermiştir. Ast ve üst çalışan fark etmeksizin sistemi kullanan tüm personelle tekrardan görüşmeler yapılmış olup, sisteme tam verimli ve zamanında giriş yapılacağına sözünü almışlar ve bu büyük dijital dönüşüme hep birlikte artık hazır hale geldiklerinin inancıyla karar verilen tarihte tam olarak sisteme geçiş yapılmıştır.

3.8.2. MAS Sistemi Son 3 Aylık Verilerinin Değerlendirilmesi

2019 – Kasım Ayı Verileri

2019 yılı Kasım ayındaki üretim duruş sebepleri tablosu (Tablo 3.10.) incelendiğinde; planlı duruşları kapsayan model değişiminin toplam süresi 34.244,18 (128,74 x 266) dk'dır. Ortalama duruş süresi 128,74 dk. olup, tekrar adedi 266'dır. Tüm duruşlar içerisinde kapladığı yüzdelik oranı %27,87'dir. Diğer planlı duruş süresi sayılan yemek molasının toplam bekleme süresi 15.322,45 (37,65 x 407) dk'dır. Ortalama duruş süresi 37,65 dk., tekrar adedi ise 407'dir. Kapladığı yüzdelik oranı %12,47'dir.

Plansız duruşları süreleri göstergelerine bakıldığında şu sonuçlar tespit edilmiştir:

1) Malzeme bekleme toplam süresi 25.148,58 (14,25 x 1765) dk'dır. Ortalama duruş süresi 14,25 dk., tekrar adedi 1765'dir. Kaplamış olduğu yüzdelik dilim oranı %20,47'dir.

2) Makine / kalıp ayarı toplam bekleme süresi 18.150,70 (20,19 x 899) dk'dır. Ortalama duruş süresi 20,19 dk., tekrar adedi 899'dur. Yüzdelik oranı ise %14,77'dir.

3) Ara stok fazlalığı toplam bekleme süresi 12.524,12 (17,25 x 726) dk'dır. Ortalama duruş süresi 17,25 dk., tekrar adedi ise 726'dır. Yüzdelik dilim oranı %10,19'dur.

4) Elektrik arıza toplam bekleme süresi 8.783,22 (89,62 x 98) dk'dır. Ortalama duruş süresi 89,62 dk., tekrar adedi ise 98'dir. Yüzdelik dilimi %7,15'dir.

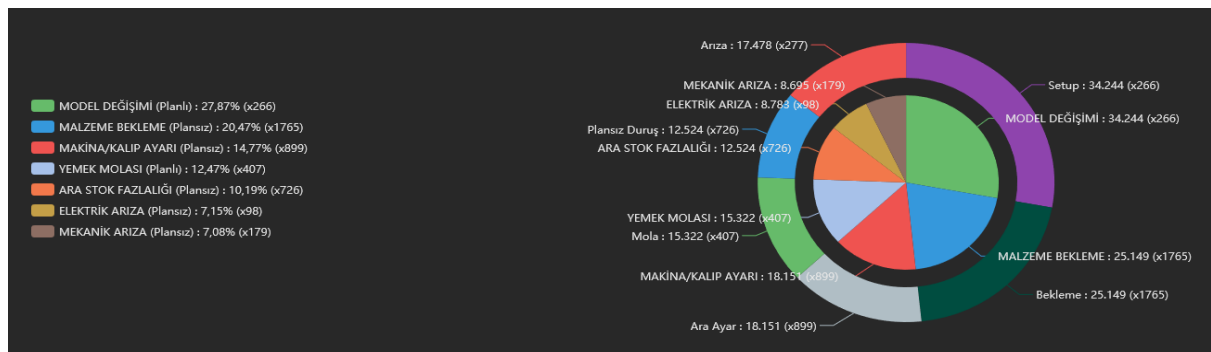
5) Mekanik arıza toplam bekleme süresi 8.695,02 (48,58 x 179) dk'dır. Ortalama duruş süresi 48,58 dk., tekrar adedi ise 179'dur. Kaplamış olduğu yüzdelik dilim ise %7,08'dir.

Sonuçlara bakıldığı zaman özellikle model değişimi, malzeme bekleme ve makine / kalıp ayarı kısmında yapılması gereken iyileştirmelerin daha fazla olduğu görülmektedir. Operatörlerin yapılması gereken işlemleri anında MAS sistemine girmesiyle kalıp bakım bölümü bu durumu sistemden hemen görmekte ve ona göre önlem almaktadır. Uygulamaya geçirilen e-kanban sistemi sayesinde hatlara konulan süpermarketler sayesinde ihtiyaç duyulan malzemelere daha kolay ulaşma imkânı doğmuştur. Elektrik ve mekanik arızalar içinde toplam verimli bakım bölümüne çağrı kaydı hemen açıldığı için arızalara anında müdahale edilmekte ve sorunlar hemen giderilmektedir. MAS sistemi ERP sistemiyle

beraber entegre çalıştığından dolayı stok yönetiminin takibi kolaylıkla yapılabilir. Dijital sistemde ara stok fazlalığının anlık takibinin yapılabilmesi, bir sonraki aylar için gerekli müdahalelerinin yapılmasını kolaylaştırmaktadır.

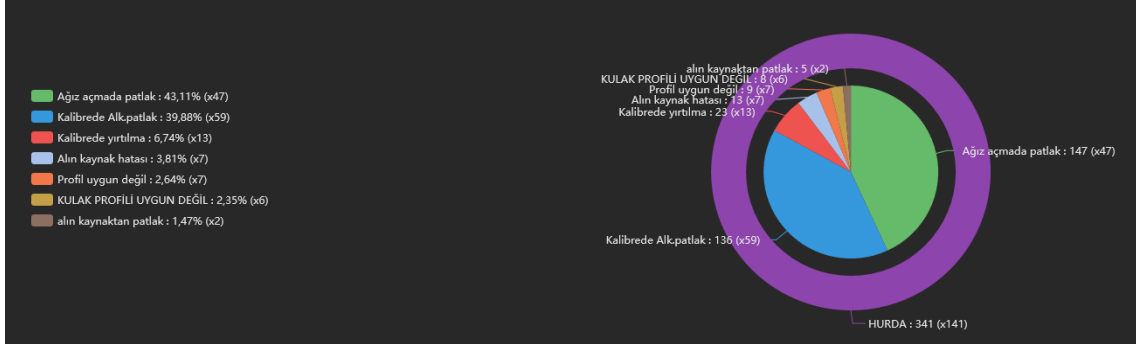
Tablo 3.10. Kasım Ayı Üretim Duruş Sebepleri Tablosu

Sebebi	Süre (dk)	Yüzde	Tekrar adedi	Ortalama Duruş Süresi (dk)
MODEL DEĞİŞİMİ (Planlı)	34.244,18	%27,87	266	128,74
MALZEME BEKLEME (Plansız)	25.148,58	%20,47	1765	14,25
MAKİNE/KALIP AYARI (Plansız)	18.150,70	%14,77	899	20,19
YEMEK MOLASI (Planlı)	15.322,45	%12,47	407	37,65
ARA STOK FAZLALIĞI (Plansız)	12.524,12	%10,19	716	17,25
ELEKTRİK ARIZA (Plansız)	8.783,22	%7,15	98	89,62
MEKANİK ARIZA (Plansız)	8.695,02	%7,08	179	48,58



Şekil 3.64. Kasım Ayı Üretim Duruş Sebepleri Grafiği

Şekil 3.64’de 2019 yılı Kasım ayına ait tüm planlı ve plansız duruşların MAS sisteminden görsel olarak grafiksel şekilde raporu çekilmiştir.



Şekil 3.65. Kasım Ayı Hurda Rötüş Sebebi ve Miktar Grafiği

Şekil 3.65’de 2019 yılı Kasım ayı hurda rötüş sebebi ve miktar grafiği göstergeleri incelendiğinde; toplamda 341 adet hurda miktarının olduğu tespit edilmiştir. MAS sisteminde hurdanın sebebinin ne olduğu artık sistemde operatör tarafından girilmeye başlandığı için ürünün tadilata, taşlamaya veya başka bir operasyona geri gönderilip anında müdahale edilmesine olanak tanımakta ve yapılacak olan iyileştirmeler hemen hayata geçirilmiştir.

Seçilen pilot hattın hurda sebepleri analiz edildiğinde 1. sıradaki en büyük hurda sayısının çıktığı sorun ağız açma pres işleminde patlak sorunudur. 147 adet hurda sayısı belirlenmiş olup, tekrar adedi 47’dir. Hurda sebep yüzdesi %43,11’dir. 2. sıradaki problem ise kalibre işlemindeki alın kaynak patlağıdır. Hurda sayısı 136 adet, tekrarlanma sayısı 59, hurda sebep yüzdesi %39,88’dir. 3.sıradaki problem kalibredeki yırtılmadır. Hurda sayısı 23 adet, tekrarlanma sayısı 13, hurda sebep yüzdesi %6,74’tür. 4. sıradaki problem alın kaynak hatasıdır. Hurda sayısı 13 adet, tekrarlanma sayısı 7, hurda sebep yüzdesi %3,81’dir. 5.sıradaki problem profilin uygun olmamasıdır. Hurda sayısı 9 adet, tekrarlanma sayısı 7, hurda sebep yüzdesi %2,64’tür. 6. sıradaki problem kulak profilinin uygun olmamasıdır. Hurda sayısı 8 adet, tekrarlanma sayısı 6, hurda sebep yüzdesi %2,35’dir. 7. sıradaki problem ise alın kaynaktan patlaktır. Hurda sayısı 5, tekrarlanma sayısı 2, hurda sebep yüzdesi %1,45’dir.

Dijital sistemden tüm rakamların anlık olarak görülmesiyle beraber yapılacak olan doğru iyileştirmelerle, hangi operasyonlarda dar boğazların oluşturmuş olduğu hurda sebeplerinin çoğaldığının doğru bir şekilde görülmesi hem adetlerin kurtarılması, dar boğazların belirlenmesi, hurda sebeplerinin kaynağına inilmesi ve anında müdahale edilmesi hem de maliyetlerin azaltılması vb. gibi olumlu sonuçlara yol açmış olacaktır.

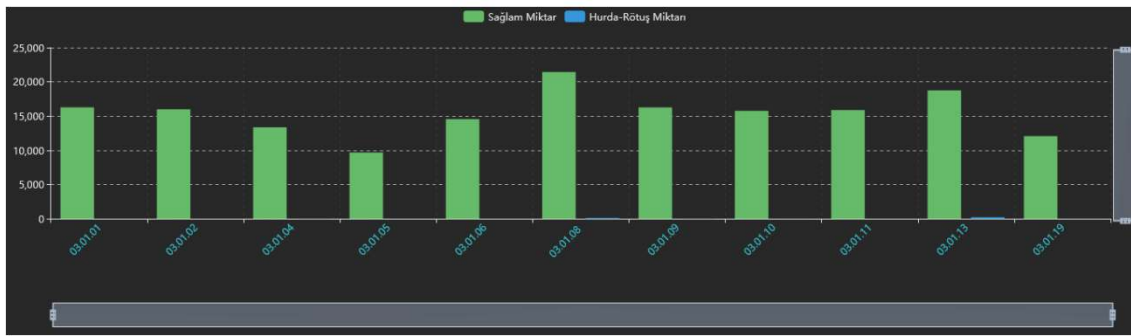
Tablo 3.11’de hangi iş merkezinden ne kadar adet sağlam ürün geçtiği, ne kadar adetinin rötuş yapıldığı miktar olarak görülmektedir. Özellikle muhasebe ve üretim kayıtlarına doğru rakamların yansımaları ve hurdanın takibi açısından büyük önem arz etmektedir. Dijital sistemde anlık olarak rakamların girilmesiyle, operatörün elle sayımı arasında güvenilirlik açısından büyük bir fark olmaktadır.

Miktar adetlerinin raporlanmasıyla iş merkezlerinde hurdaya sebebiyet veren dar boğazların gözlemlenmesi, tadilata giden miktarların görülebilmesi açısından bu tablonun görüntülenebilmesi önem arz etmektedir. Sağlam miktar adetleri olan ve hurda-rötuş miktarı çıkmayan iş merkezleri ve adetleri şu şekildedir: 03.01.01 nolu iş merkezinde 16.283 adet, 03.01.02. nolu iş merkezinde 15.944 adet, 03.01.05 nolu iş merkezinde 9.581 adet, 03.01.06 nolu iş merkezinde 14.569 adettir. Sağlam miktar adetleri olan, aynı zamanda hurda-rötuş miktarı olan iş merkezleri ve adetleri şu şekildedir:

1. 03.01.04 nolu iş merkezinde sağlam ürün adet sayısı 13.365, hurda-rötuş miktarı 10’dur.
2. 03.01.08 nolu iş merkezinde sağlam ürün adet sayısı 21.443, hurda-rötuş miktarı 119’dur.
3. 03.01.09 nolu iş merkezinde sağlam ürün adet sayısı 16.271, hurda-rötuş miktarı 13’dür.
4. 03.01.10 nolu iş merkezinde sağlam ürün adet sayısı 15.771, hurda-rötuş miktarı 3’tür.
5. 03.01.11 nolu iş merkezinde sağlam ürün adet sayısı 15.384, hurda-rötuş miktarı 1’dır.
6. 03.01.13 nolu iş merkezinde sağlam ürün adet sayısı 18.766, hurda-rötuş miktarı 253’dır.
7. 03.01.19 nolu iş merkezinde sağlam ürün adet sayısı 12.086, hurda rötuş miktarı ise 4’tür.

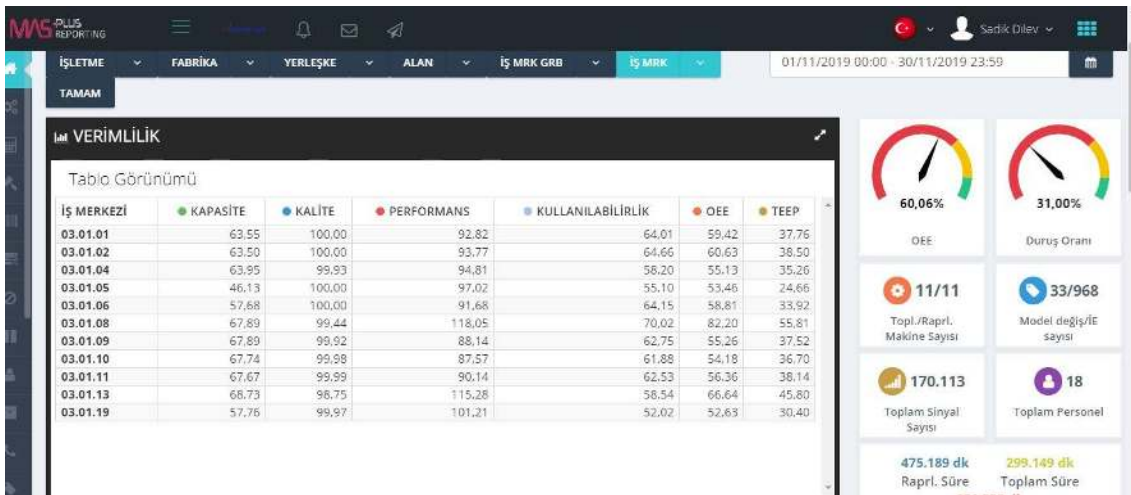
Tablo 3.11. Kasım Ayı Hurda Rötüş Miktar ve Sağlam Miktar Tablo Görünümü

HURDA-RÖTÜŞ MİKTAR		
İŞ MERKEZİ	SAĞLAM MİKTAR	HURDA-RÖTÜŞ MİKTARI
03.01.01	16.283,00	0,00
03.01.02	15.994,00	0,00
03.01.04	13.365,00	10,00
03.01.05	9.681,00	0,00
03.01.06	14.569,00	0,00
03.01.08	21.443,00	119,00
03.01.09	16.271,00	13,00
03.01.10	15.771,00	3,00
03.01.11	15.884,00	1,00
03.01.13	18.766,00	235,00
03.01.19	12.086,00	4,00



Şekil 3.66. Kasım Ayı Hurda Rötüş Miktar ve Sağlam Miktar Grafik Görünümü

Şekil 3.66’da Kasım ayındaki hurda rötüş miktar ve sağlam miktarlarının adetsel olarak grafik görünümü MAS sisteminden görselleştirilmiştir.



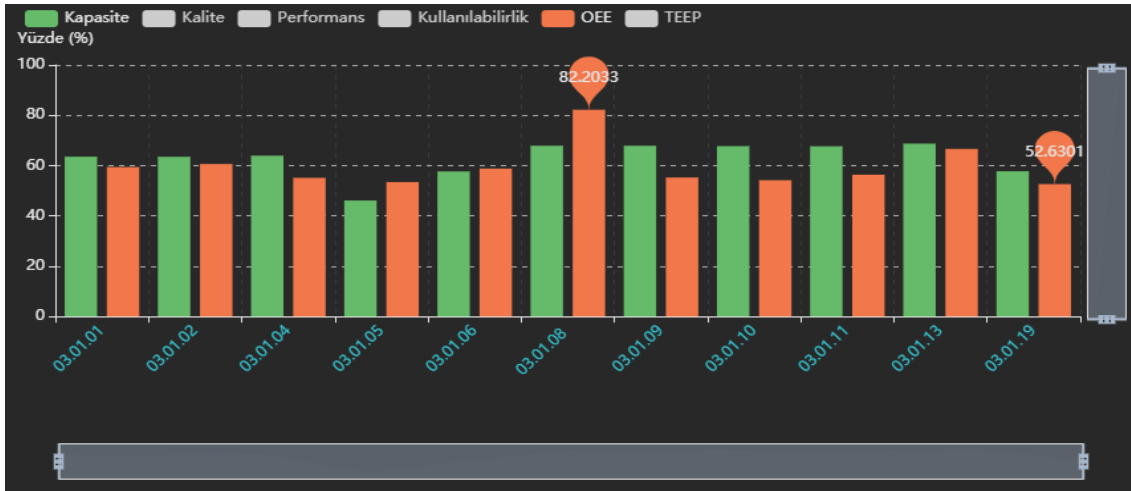
Şekil 3.67. Kasım Ayı OEE Verileri

Şekil 3.67’de Kasım ayında MAS sisteminden çekilen ve %97’lik kullanım oranıyla ortaya çıkan sonuçlar görülmektedir. OEE oranını oluşturan 3 parametre olan kalite, performans ve kullanılabilirlik bileşenlerinin birbirleriyle çarpımları OEE sonuçlarını

vermektedir. İş merkezlerine göre sonuçlar şu şekilde tespit edilmiştir: Çarpanların sıralaması: Kalite x Performans x Kullanılabilirlik = %OEE olarak göz önünde tutulmuştur.

1. 03.01.01 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $100 \times 92,82 \times 64,01 = \%59,42$
2. 03.01.02 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $100 \times 93,77 \times 64,66 = \%60,63$
3. 03.01.04 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $99,93 \times 94,81 \times 58,20 = \%55,13$
4. 03.01.05 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $100 \times 97,02 \times 55,10 = \%53,46$
5. 03.01.06 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $100 \times 91,68 \times 64,15 = \%58,81$
6. 03.01.08 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $99,44 \times 118,05 \times 70,02 = \%82,20$
7. 03.01.09 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $99,92 \times 88,14 \times 62,75 = \%55,26$
8. 03.01.10 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $99,98 \times 87,57 \times 61,88 = \%54,18$
9. 03.01.11 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $99,99 \times 90,14 \times 62,53 = \%56,36$
10. 03.01.13 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $98,75 \times 115,28 \times 58,24 = \%66,64$
11. 03.01.19 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $99,97 \times 101,21 \times 52,02 = \%52,63$

Tüm iş merkezlerindeki OEE oranlarının toplanıp, ortalaması alındığında çıkan OEE değeri %59,52 olarak hesaplanmaktadır. MAS sistem sonucuna göre OEE ortalaması %60,06 olarak görülmektedir. Sistemin kendi alt kırılımlarında farklı bileşenleri de göz önüne aldığı varyasayılırsa %59,52 ~ %60,06 olarak kabul edilebilir. Duruş oranı %31, toplam / raporlanan makine sayısı 11 / 11, model değişimi / iş emri sayısı 33 / 968, toplam sinyal alınan makine sayısı 170.113, toplam personel sayısı 18, raporlanan süre 475.189 dakika, toplam süre ise 299.149 dakika olarak ekranlarında gösterilmektedir.



Şekil 3.68. Kasım Ayı OEE Veri Grafiği

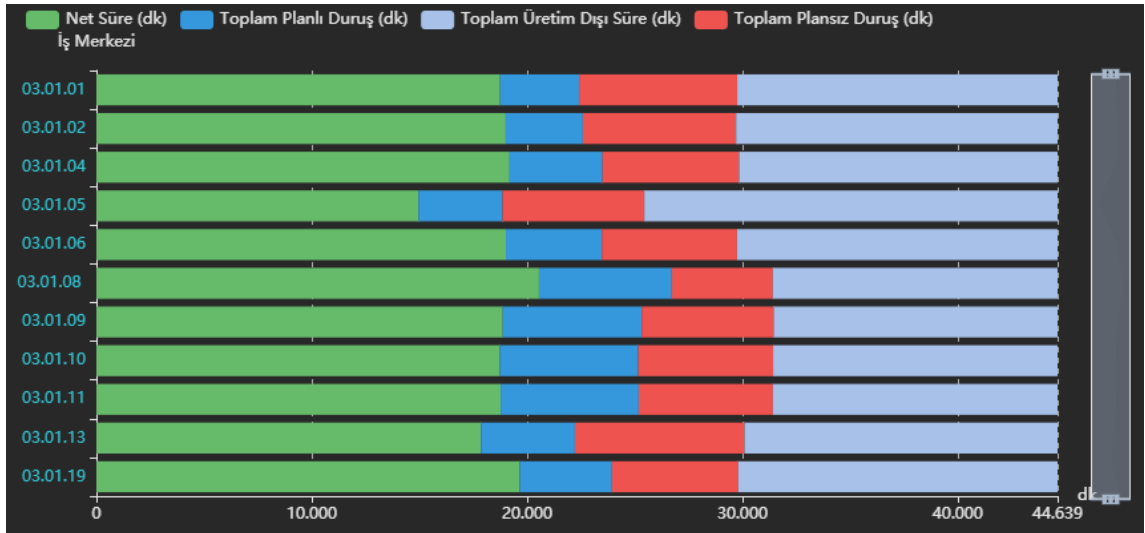
Şekil 3.68’de baz alınan iş merkezlerinin Kasım ayına ait OEE ve kapasite değerlerinin grafiksel hali gösterilmiştir.

2019 – Aralık Ayı Verileri

Tablo 3.12’de, seçilen pilot hattın 2019 yılı Aralık ayına ait iş merkezlerine göre net süreleri, toplam planlı ve plansız duruş süreleri dakika cinsinden gösterilmiştir. İş merkezlerinin net sürelerine bakıldığında net süreler OEE bileşenlerinden olan performans çarpanını etkilemektedir. İdeal çalışma hızının, net süreye bölünmesiyle performans oranı elde edilmektedir. Arzu edilen çalışma süresi hattın aslında kapasitesini göstermektedir. Ancak ortaya çıkan duruş problemleri ideal çalışma süresi etkilediğinden ve yavaşlattığından dolayı iyi takip edilmesi gerekmektedir. Performans oranının artırılması ve duruş sürelerinin kısaltılması için yapılan süreç iyileştirme analizleri çok önemlidir. MAS sisteminde duruşların gerçek zamanlı olarak izlenmesi bu açıdan çok büyük avantaj sağlamaktadır.

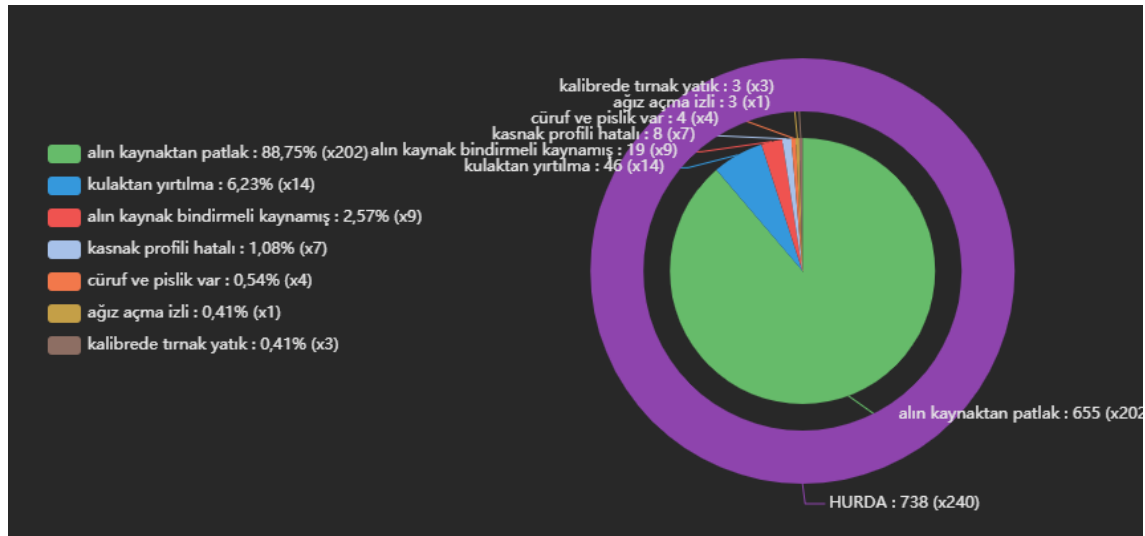
Tablo 3.12. Aralık Ayı Üretim Planlı - Plansız Duruş Sebep Süreleri Tablosu

İş Merkezi	Net Süre (dk)	Toplam Planlı Duruş (dk)	Toplam Plansız Duruş (dk)
03.01.19	19.659,17	4.285,52	5.860,02
03.01.13	17.862,25	4.358,42	7.875,38
03.01.11	18.774,27	6.408,48	6.234,22
03.01.10	18.731,12	6.429,65	6.268,87
03.01.09	18.871,95	6.453,30	6.126,20
03.01.08	20.553,70	6.169,20	4.688,58
03.01.06	19.015,65	4.458,72	6.278,30
03.01.05	14.960,75	3.900,67	6.584,85
03.01.04	19.189,93	4.311,75	6.346,77
03.01.02	19.009,63	3.578,95	7.120,85
03.01.01	18.747,77	3.669,10	7.344,32



Şekil 3.69. Aralık Ayı Üretim Planlı - Plansız Duruş Sebep Grafiği

Şekil 3.6’da, 2019 yılı Aralık ayının iş merkezlerine göre net süreleri, toplam planlı ve plansız duruş süreleri ve toplam üretim dışı sürelerin MAS sisteminden alınmış grafiksel şekli gösterilmektedir.



Şekil 3.70. Aralık Ayı Hurda Rötüş Sebep ve Miktar Grafiği

Şekil 3.70’de 2019 yılı Aralık ayı hurda rötüş sebep ve miktar grafiği göstergelerine bakıldığında; toplamda 748 adet hurda miktarının olduğu saptanmıştır. Analiz edilen 3 aya bakıldığında, Aralık ayındaki hurda sayısının en fazla olduğu tespit edilmiştir. Seçilen pilot hattın hurda sebepleri analiz edildiğinde 1. sıradaki en büyük hurda sayısının çıktığı sorun alın kaynaktan patlak problemidir. 655 adet hurda sayısı belirlenmiş olup, tekrar adedi 202’dir. Hurda sebep yüzdesi %88,75’dir. 2. sıradaki problem ise kulaktan yırtılmadır. Hurda sayısı 46 adet, tekrarlanma sayısı 14, hurda sebep yüzdesi %6,23’dür. 3.sıradaki problem alın kaynak bindirmeli kaynamışlıktır. Hurda sayısı 19 adet, tekrarlanma sayısı 9,

hurda sebep yüzdesi %2,57'dir. 4. sıradaki problem kasnak profili hatasıdır. Hurda sayısı 8 adet, tekrarlanma sayısı 7, hurda sebep yüzdesi %1,08'dir. 5.sıradaki problem cüruf ve pisliklerin oluşmasıdır. Hurda sayısı 4 adet, tekrarlanma sayısı 4, hurda sebep yüzdesi %0,54'tür. 6. sıradaki problem ağız açmanın izli çıkmasıdır. Hurda sayısı 3 adet, tekrarlanma sayısı 1, hurda sebep yüzdesi %0,41'dir. 7. sıradaki problem ise kalibrede tırnak yırtığıdır. Hurda sayısı 3, tekrarlanma sayısı 3, hurda sebep yüzdesi %0,41'dir.

Tablo 3.13'de 2019 yılı Aralık ayına ait olan sağlam miktar adetleri olan ve hurda-rötuş miktarı çıkmayan iş merkezleri ve adetleri şu şekildedir: 03.01.01 nolu iş merkezinde 20.175 adet, 03.01.02. nolu iş merkezinde 21.005 adet, 03.01.05 nolu iş merkezinde 19.084 adet, 03.01.06 nolu iş merkezinde 21.019 adettir. Sağlam miktar adetleri olan, aynı zamanda hurda-rötuş miktarı olan iş merkezleri ve adetleri şu şekildedir:

1. 03.01.04 nolu iş merkezinde sağlam ürün adet sayısı 21.464, hurda-rötuş miktarı 33'dür.

2. 03.01.08 nolu iş merkezinde sağlam ürün adet sayısı 229.657, hurda-rötuş miktarı 335'dir.

3. 03.01.09 nolu iş merkezinde sağlam ürün adet sayısı 20.827, hurda-rötuş miktarı 9'dur.

4. 03.01.10 nolu iş merkezinde sağlam ürün adet sayısı 20.611, hurda-rötuş miktarı 3'tür.

5. 03.01.11 nolu iş merkezinde sağlam ürün adet sayısı 20.683, hurda-rötuş miktarı 4'dür.

6. 03.01.13 nolu iş merkezinde sağlam ürün adet sayısı 22.166, hurda-rötuş miktarı 386'dır.

7. 03.01.19 nolu iş merkezinde sağlam ürün adet sayısı 21.295, hurda rötuş miktarı ise 1'dir.

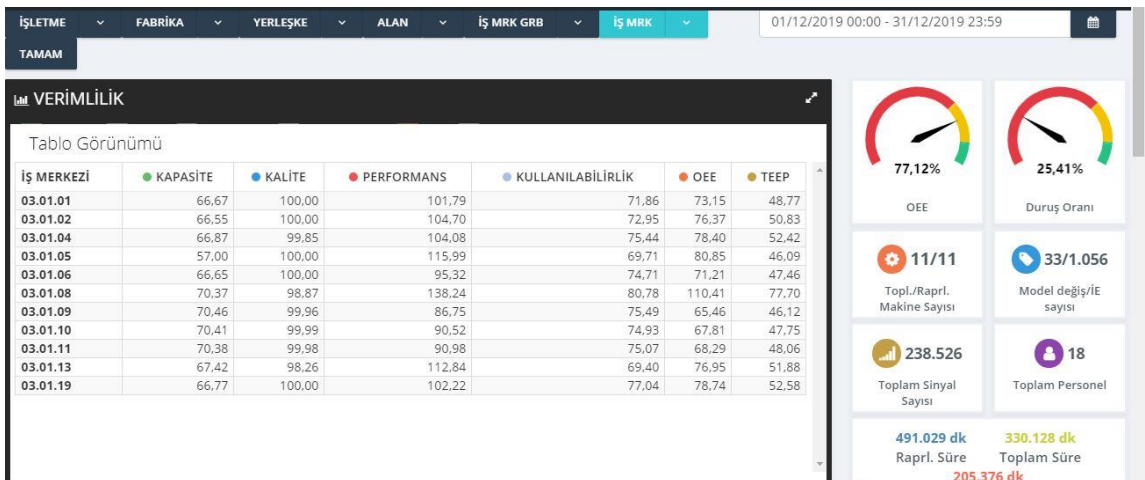
Tablo 3.13. Aralık Ayı Hurda Rötüş Miktar ve Sağlam Miktar Tablo Görünümü

İş Merkezi	Sağlam Miktar	Hurda-Rötüş Miktarı
03.01.01	20.715,00	0,00
03.01.02	21.005,00	0,00
03.01.04	21.464,00	33,00
03.01.05	19.084,00	0,00
03.01.06	21.019,00	0,00
03.01.08	29.657,00	335,00
03.01.09	20.827,00	9,00
03.01.10	20.611,00	3,00
03.01.11	20.683,00	4,00
03.01.13	22.166,00	386,00
03.01.19	21.295,00	1,00



Şekil 3.71. Aralık Ayı Hurda Rötüş Miktar ve Sağlam Miktar Grafikselsel Görünümü

Şekil 3.71’de, Aralık ayındaki hurda rötüş miktar ve sağlam miktarlarının adetsel olarak grafik şeklindeki görünümü MAS sisteminden rapor halinde alınmıştır.



Şekil 3.72. Aralık Ayı OEE Verileri

Şekil 3.72’de Aralık ayında MAS sisteminden çekilen ve %98’lik kullanım oranıyla ortaya konulan rakamlar gösterilmektedir. Çarpanların sıralaması: Kalite x Performans x Kullanılabilirlik = %OEE olarak göz önünde tutulmuştur.

1. 03.01.01 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $100 \times 101,79 \times 71,86 = \%73,15$
2. 03.01.02 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $100 \times 104,70 \times 72,95 = \%76,37$
3. 03.01.04 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $99,85 \times 104,08 \times 75,44 = \%78,40$
4. 03.01.05 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $100 \times 115,99 \times 69,71 = \%80,85$
5. 03.01.06 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $100 \times 95,32 \times 74,71 = \%71,21$
6. 03.01.08 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $98,87 \times 138,24 \times 80,78 = \%110,41$
7. 03.01.09 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $99,96 \times 86,75 \times 75,49 = \%65,46$
8. 03.01.10 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $99,99 \times 90,52 \times 74,93 = \%67,81$
9. 03.01.11 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $99,98 \times 90,98 \times 75,07 = \%68,29$
10. 03.01.13 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $99,26 \times 112,84 \times 69,40 = \%76,95$
11. 03.01.19 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $100 \times 102,22 \times 77,04 = \%78,74$

Tüm iş merkezlerindeki OEE değerlerinin toplanıp, ortalaması alındığı zaman hesaplanan OEE değeri %77,05 olarak tespit edilmiştir. MAS sisteminden alınan rapor sonucuna göre OEE ortalaması %77,12 değeri ortaya çıkmıştır. %77,05 ~ %77,12 değerleri birbirlerine çok yakındır. Aralık ayındaki OEE oranındaki yüksek artış sayısal olarak oldukça göze çarpmaktadır. Yukarıdaki MAS görselinden de anlaşılabileceği üzere; duruş oranı %25,41, toplam / raporlanan makine sayısı 11 / 11, model değişimi / iş emri sayısı 33 / 1056, toplam sinyal alınan makine sayısı 238.526, toplam personel sayısı 18, raporlanan süre 491.029 dakika, toplam süre ise 330.128 dakika olarak belirtilmiştir.



Şekil 3.73. Aralık Ayı OEE Veri Grafiği

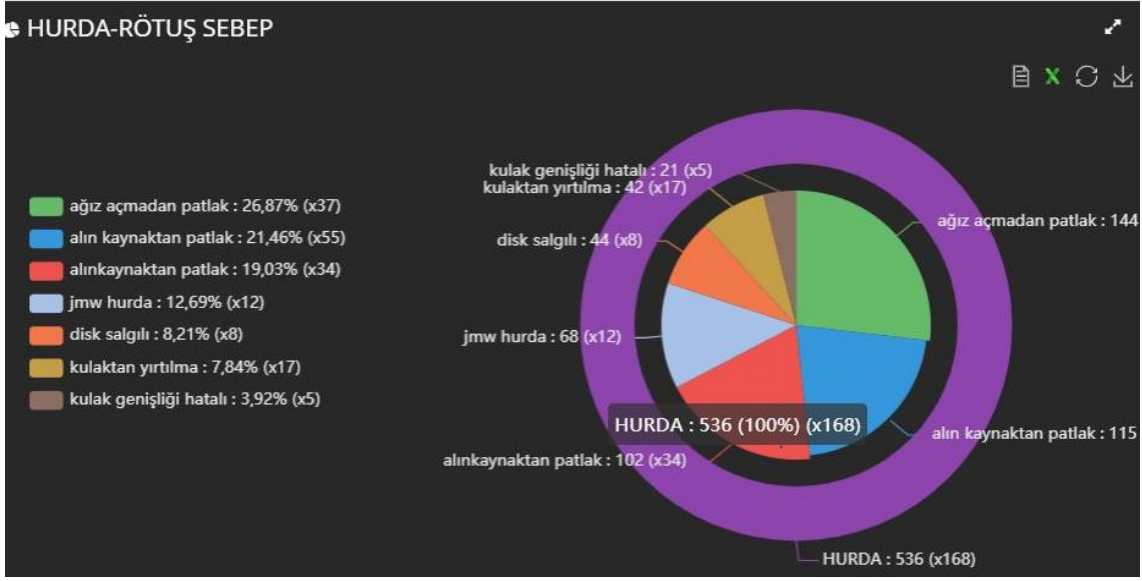
Şekil 3.73’de seçilen iş merkezlerinin Aralık ayına ait OEE ve kapasite değerleri grafik olarak resmedilmiştir.

2020 - Ocak Ayı Verileri

Tablo 3.14’de, seçilen pilot hattın 2020 yılı Ocak ayına ait montaj, kasnak ve disk hatlarına göre net süreleri, toplam planlı ve plansız duruş süreleri dakika türünden tespit edilmiştir. Ocak ayı öncesinde tutulan OEE kayıtları sadece kasnak hattı üzerinden ilerlemekteydi. Uygulamada ilerideki yapılacak OEE kıyaslamaları da sadece kasnak hattı üzerinden olacaktır. 2020 yılı Ocak ayından itibaren hem kasnak, disk ve montaj olmak üzere tüm OEE hesaplamaları yapılmaya başlanmıştır. Eski verilerde disk ve montaj OEE veri hesaplaması yapılmadığından ötürü tek kasnak üzerinden analizlere bakılacaktır. Montaj hattına bakıldığında net süre 12,23 dk., toplam planlı duruş 1,94 dk., toplam plansız duruş süresi 5,51 dk’dır. Kasnak hattına incelendiğinde ise; net süre 43,92 dk., toplam planlı duruş 8,94 dk., toplam plansız duruşlar ise 17,72 dk’dır. Disk hattının verilerine göre, net süre 14,11 dk., toplam planlı duruş 2,88 dk., toplam plansız duruş süresi 6 dk’dır.

Tablo 3.14. Ocak Ayı Üretim Planlı - Plansız Duruş Sebep Süreleri Tablosu

Tablo Görünümü			
İŞ MERKEZİ	NET SÜRE (DK)	TOPLAM PLANLI DURUŞ (DK)	TOPLAM PLANSIZ DURUŞ (DK)
3.HAT MONTAJ	12,23	1,94	5,51
3.HAT KASNAK	43,92	8,94	17,72
3.HAT DİSK	14,11	2,88	6,00



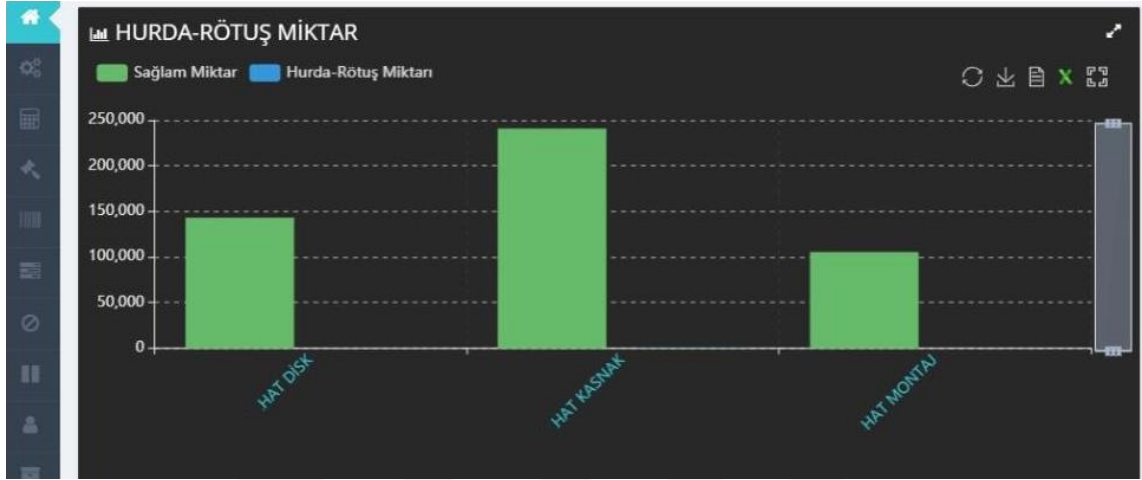
Şekil 3.74. Ocak Ayı Hurda Rötüş Sebebi ve Miktar Grafiği

Şekil 3.74’de 2020 yılı Ocak ayı hurda rötüş sebebi ve miktar grafiği verileri şu şekildedir: 536 adet hurda miktarının olduğu görülmektedir. Seçilen pilot hattın hurda sebebi göstergeleri incelendiğinde; 1. sıradaki en büyük hurda sayısının çıktığı sorun ağız açmadan patlaktır. 144 adet hurda sayısı belirlenmiş olup, tekrar adedi 37’dir. Hurda sebebi yüzdesi %26,87’dir. 2. sıradaki problem ise alın kaynaktan patlaktır. Hurda sayısı 115 adet, tekrarlanma sayısı 55, hurda sebebi yüzdesi %21,46’dır. 3. sıradaki problem tekrardan farklı alın kaynaktan kaynaklanan patlak çeşididir. Hurda sayısı 102 adet, tekrarlanma sayısı 34, hurda sebebi yüzdesi %19,03’dir. 4. sıradaki problem ise diğer yabancı ortaklı şirket için üretilen hurda adetleridir. Hurda sayısı 68 adet, tekrarlanma sayısı 12, hurda sebebi yüzdesi %12,69’dur. 5.sıradaki problem diskin salgılı olmasıdır. Hurda sayısı 44 adet, tekrarlanma sayısı 8, hurda sebebi yüzdesi %8,21’dir. 6. sıradaki problem kulaktan yırtılmadır. Hurda sayısı 42 adet, tekrarlanma sayısı 17, hurda sebebi yüzdesi %7,84’dür. 7. sıradaki problem ise kulak genişlik ölçülerinin hatalı çıkmasıdır. Hurda sayısı 21, tekrarlanma sayısı 5, hurda sebebi yüzdesi %3,92’dir.

Tablo 3.15’de, 2020 yılı Ocak ayına ait olan sağlam miktar adedi olan ve hurda-rötüş miktarı çıkmayan montaj hattındaki adet şu şekildedir: Sağlam miktar adedi 105.348,50 üründür. Sağlam miktar adetleri olan, aynı zamanda hurda-rötüş miktarı olan iş merkezleri ve adetleri rakamları şöyledir: Disk hattı sağlam ürün adet sayısı 143.072,85, hurda-rötüş miktarı 153’dür. Kasnak hattı sağlam ürün adet sayısı 240.852, hurda-rötüş miktarı ise 518’dir.

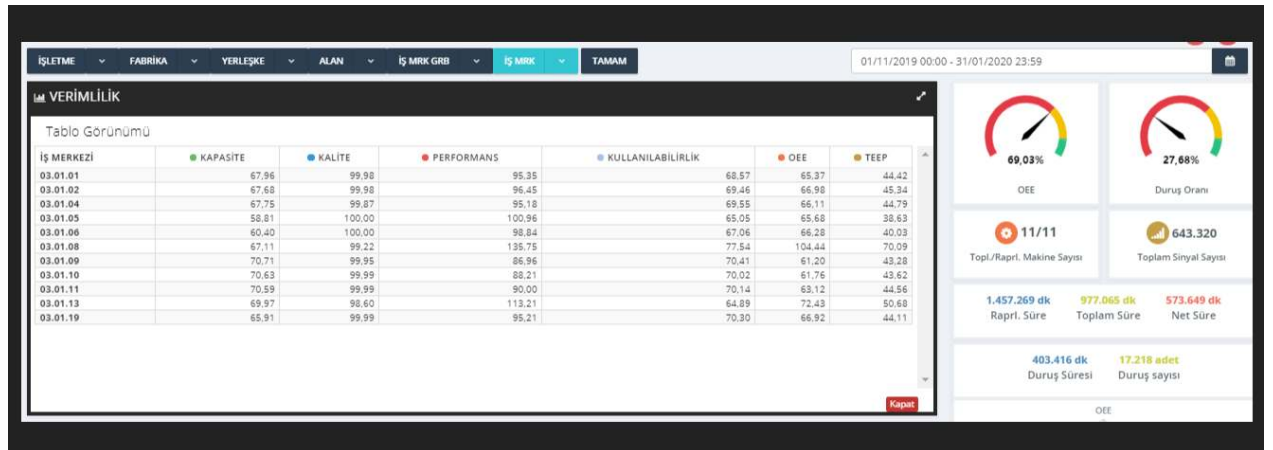
Tablo 3.15. Ocak Ayı Hurda Rötüş Miktar ve Sağlam Miktar Tablo Görünümü

HURDA-RÖTÜŞ MİKTAR			
Tablo Görünümü			
İŞ MERKEZİ	SAĞLAM MİKTAR	HURDA-RÖTÜŞ MİKTARI	
HAT DİSK	143.072,85	153,00	
HAT KASNAK	240.852,00	518,00	
HAT MONTAJ	105.348,50	0,00	



Şekil 3.75. Ocak Ayı Hurda Rötüş Miktar ve Sağlam Miktar Grafiksel Görünümü

Şekil 3.75’de Ocak (2020 yılı) ayındaki disk, kasnak ve montaj hatlarındaki hurda rötüş miktar ve sağlam miktarlarının miktar olarak grafiksel tipteki görünümü MAS sisteminden görselleştirilmiştir.



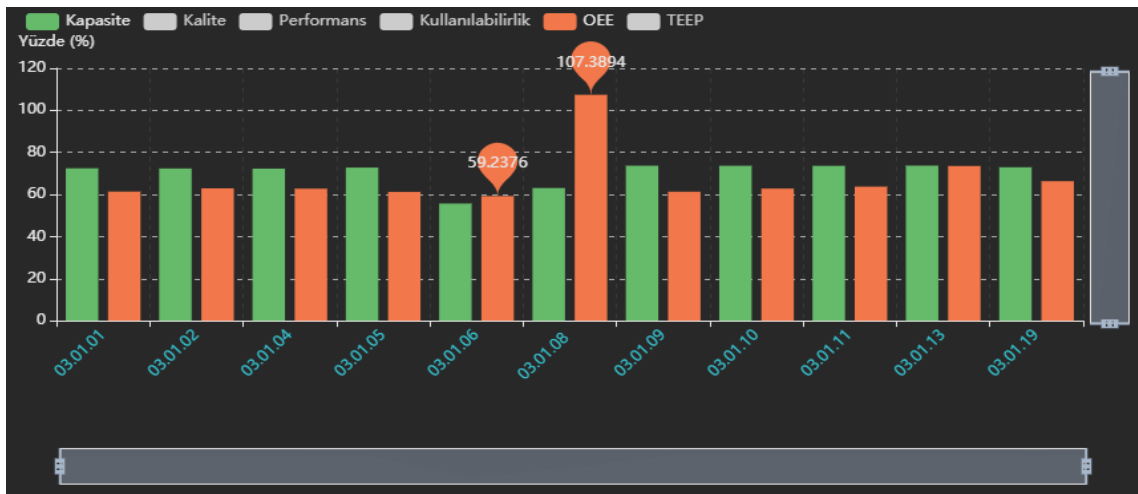
Şekil 3.76. Ocak Ayı OEE Verileri

Şekil 3.76’da, Ocak ayında MAS sisteminden raporlanan ve %97’lik kullanım oranıyla sistemsal olarak hesaplanan kasnak OEE değerleri gösterilmektedir. Çarpanların sıralaması: Kalite x Performans x Kullanılabilirlik = %OEE olarak göz önünde tutulmuştur.

$$1. 03.01.01 \text{ nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : } 99,94 \times 88,75 \times 69,32 = \%61,48$$

2. 03.01.02 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $99,94 \times 89,73 \times 70,17 = \%62,93$
3. 03.01.04 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $99,86 \times 85,38 \times 73,64 = \%62,78$
4. 03.01.05 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $100 \times 90,84 \times 67,43 = \%61,25$
5. 03.01.06 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $100 \times 97,78 \times 60,58 = \%59,24$
6. 03.01.08 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $99,40 \times 135,05 \times 80,17 = \%107,61$
7. 03.01.09 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $99,96 \times 84,62 \times 72,51 = \%61,33$
8. 03.01.10 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $100 \times 86,57 \times 72,57 = \%62,82$
9. 03.01.11 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $100 \times 88,30 \times 72,19 = \%63,75$
10. 03.01.13 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $98,81 \times 111,65 \times 66,72 = \%73,61$
11. 03.01.19 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $100 \times 85,89 \times 77,23 = \%66,34$

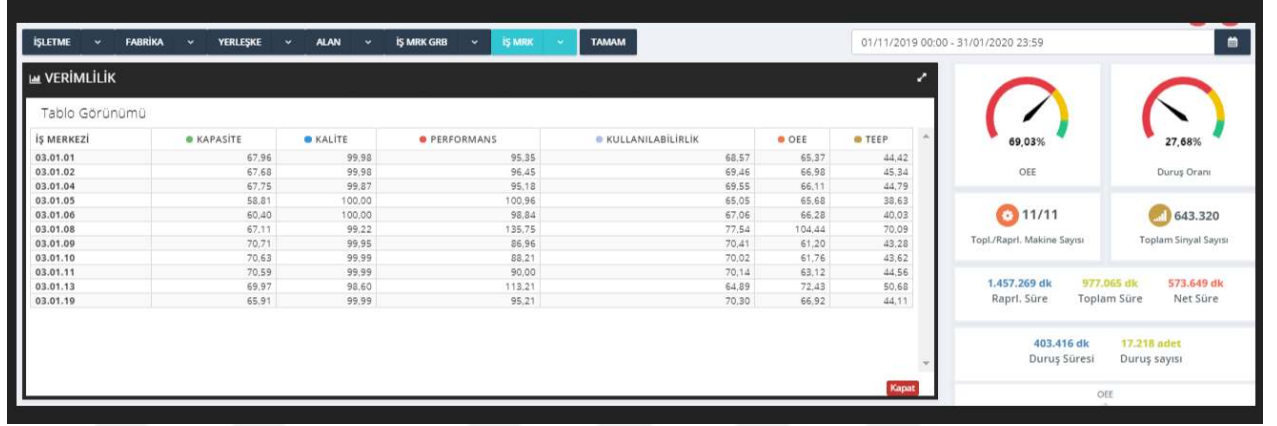
Bütün iş merkezlerindeki OEE değerlerinin toplanıp, aritmetik ortalaması hesaplandığında sonuçlanan OEE değeri $\%67,55$ olarak gözükmetedir. MAS sisteminden alınan OEE'nin ortalama değeri $\%67,33$ olarak sonuçlanmıştır ($\%67,55 \sim \%67,33$). MAS ekranındaki çıkan rapora göre; duruş oranı $\%26,66$, toplam / raporlanan makine sayısı 11 / 11, model değişimi / iş emri sayısı 33 / 1083, toplam sinyal alınan makine sayısı 240.852, toplam personel sayısı 16, raporlanan süre 491.029 dakika, toplam süre ise 346.571 dakika olarak saptanmıştır.



Şekil 3.77. Ocak Ayı OEE Veri Grafiği

Şekil 3.77’de seçilen iş merkezlerinin Ocak ayına ait OEE ve kapasite değerleri grafiksel olarak ekran görüntüsünden alınmıştır

Kasım-Aralık-Ocak Ayları Ortalama OEE Verileri



Şekil 3.78. Kasım-Aralık-Ocak Ayları Ortalama OEE Verileri

Şekil 3.78’de, Kasım, Aralık ve Ocak aylarında MAS sisteminden alınan ve %97,33’lük dijital sistem kullanım değeriyle hesaplanan ortalama kasnak OEE değerleri belirtilmiştir. Çarpanların sıralaması: Kalite x Performans x Kullanılabilirlik = %OEE olarak göz önünde tutulmuştur.

1. 03.01.01 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $99,98 \times 95,35 \times 68,57 = \%65,37$

2. 03.01.02 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $99,98 \times 96,45 \times 69,46 = \%66,98$

3. 03.01.04 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $99,87 \times 95,18 \times 69,55 = \%66,11$

4. 03.01.05 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $100 \times 100,96 \times 65,05 = \%65,68$

5. 03.01.06 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $100 \times 98,84 \times 67,06 = \%66,28$

6. 03.01.08 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $99,22 \times 135,75 \times 77,54 = \%104,44$

7. 03.01.09 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $99,95 \times 86,96 \times 70,41 = \%61,20$

8. 03.01.10 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $99,99 \times 88,21 \times 70,02 = \%61,76$

9. 03.01.11 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $99,99 \times 90,00 \times 70,14 = \%63,12$

10. 03.01.13 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $98,60 \times 113,21 \times 64,89 = \%72,43$

11. 03.01.19 nolu iş merkezindeki OEE oran hesabı : $99,99 \times 93,21 \times 70,30 = \%66,92$

Kasım, Aralık ve Ocak aylarındaki pilot olarak seçilmiş hattaki iş merkezlerindeki OEE değerlerinin toplanıp, aritmetik ortalaması alındığında karşımıza çıkan ortalama OEE değeri %69,03 olarak gözükmemektedir. MAS sisteminden alınan belirtilen 3 aydaki OEE'nin ortalama değeri %69,11 olarak sonuçlanmıştır (%69,11 ~ %69,03). 3 aylık zaman zarfında MAS sisteminden çekilen ortalama çıkan rapor sonuçlarına göre; duruş oranı %27,30, toplam / raporlanan makine sayısı 11 / 11, model değişimi / iş emri sayısı 44 / 3158, toplam sinyal alınan makine sayısı 664.626, toplam personel sayısı 19, raporlanan süre 1.504,789 dakika, toplam süre 1.000,206 dakika, net süre ise 589.364 dakika olarak bulunmuştur.



Şekil 3.79. Kasım-Aralık-Ocak Ayları Ortalama OEE Verileri Grafiği

Şekil 3.79'da baz alınan Kasım, Aralık ve Ocak ayına ait ortalama OEE ve kapasite değerleri grafiksel olarak gösterilmiştir.

3.8.3. Seçilen Pilot Hatta MAS Sisteminden Çekilmiş Olan Süreç İyileştirme Çalışmaları

Endüstri paydaşlarında dünyada belirli ölçütlere göre ideal olarak kabul edilen OEE değeri %85'dir (Ersöz vd., 2018: 453). Toplam Ekipman Etkinliği (OEE)'nin bulunması önceden de belirtildiği gibi; kullanılabilirlik, performans ve kalite değerlerinin birbirleriyle çarpılarak ortaya konmaktadır. Bulunan OEE değeri, işletmeler tarafından tüm dünyada ortak olarak teyit edilen standart yüzdesel değerlerle kıyaslanmaktadır ve ona göre yapılacak olan iyileştirme adımlarının kararları verilmektedir.

Literatüre bakıldığında OEE değerleri hakkında ideal olarak kabullenilen değerler farklı bakış açılarına göre değişmektedir. Araştırmacılara göre standart olarak iyi bir OEE değeri örnek olarak kimi yazara göre; "1) %50 ve üstü, 2) %30 - %80) 3) %60 - %75 değerleri arasında olabilir" fikirleri doğmuştur. Önemli olan işletmenin kullanmış olduğu

değeri doğru hesaplayabilmesi, hedeflemiş olduğu ideal değere yaklaşma uygunluğu, yaklaşma adım sürecinde doğru süreç iyileştirme yöntemlerine karar verebilme yeteneğine ve uygulama yetkinliğine sahip olabilmesidir. Uygun olarak kabul edilen değerler şu şekildedir (Acar ve Çakırkaya, 2018: 223-224):

Kullanılabilirlik değeri : %90

Performans değeri : %95

Kalite değeri : %99

Uygulama yapılan işletmede, 6 aylık bir zaman dilimi belirlenerek OEE sonuçlarının kıyaslanmasına karar verilmiştir. İlk 3 aylık zaman sürecinde MAS sisteminin kullanım oranının %60 - %70 değerlerinde seyretmesi ve girişlerin tam zamanında yapılamaması vb. gibi sıkıntılardan dolayı aynı zamanlı olarak geçmiş sistemle MAS sisteminden çekilen OEE değerleri takip altına alınmıştır. Son 3 aylık zaman diliminde sistem kullanım oranı %97 - %98 değerlerine ulaşmış olup, dijitalleşmenin OEE değerlerine nasıl yansıdığı incelenmiştir. Geçmiş sisteme ait değerlerle, MAS sisteminden alınan değerler hem birbirleriyle hem de dünya standartlarında kabul gören ideal değerlerle beraber karşılaştırılacaktır.

Geçmiş sisteme ait OEE değerlerine bakıldığında; 2019 yılı 1) Ağustos ayı değeri %51,37, 2) Eylül ayı değeri %50,06, 3) Ekim ayı değeri %53,18 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler geçmiş sistem ile hesaplanmış olan OEE sonuçlarıdır. 3 aylık zaman zarfında hem dijital sistemin hem de geçmiş sistemden eş güdümlü olarak takibin yapılması zaman ve personel açısından sıkıntı yaratmış olsa da bu zor durumun üstesinden gelinmiştir. Ağustos ayında MAS sistemi kullanım oranının %60 olup, Ekim ayında kullanım oranının %70'ler civarına yükselmesi, Eylül ayında düşen OEE değerini hemen kontrol altına alabilmek adına sistem takip ekibinin kurulması OEE sonuçlarının artmasına sebebiyet vermiştir. Yapılan kıyaslamalar sayesinde ne kadarlık bir iyileştirme yapıldığı da ayrıca hesaplanabilmektedir. İşletmenin tüm hatlarında farklı düzeylerde OEE değerleri hesaplanıp, analizler yapılabilir.

MAS sistemi OEE değerleri incelendiğinde; 2019 yılı 1) Kasım ayı OEE değeri %60,06, 2) Aralık ayı değeri %77,12, 2020 yılı 3) Ocak ayı değeri %67,33 olarak tespit edilmiştir. 3 ay değerlendirildiğinde; dijital sistem kullanım oranı ortalama olarak %97,33'tür. 3 ayın ortalama OEE değeri incelendiğinde ise oran %69,03 olarak tespit edilmiştir. Yüksek kullanım oranı, MAS kullanım takip ekibi ve en önemli olan etki olan

tüm çalışanların bu çalışmaya olan inancı sayesinde sistemin verilerin anlık girişi sağlanmıştır. OEE değerlerinin artışı ilk 3 aya göre olumlu yönde bir artış oranı gösterdiği görülmektedir.

Tablo 3.16., Tablo 3.17. ve Tablo 3.18’de MAS sisteminden alınmış olan; Kalıp Bakım Bölümü ve Atölye Süreç İyileştirme Çalışmaları, Üretim Bölümü Süreç İyileştirme Çalışmaları ve Toplam Verimli Bakım Bölümü Süreç İyileştirme Çalışmaları görülmektedir. Yapılan tüm iyileştirmeler, son 3 aylık zaman zarfında gerçekleştirilmiş olup, MAS sisteminde anlık görülen eksikliklere yönelik gerçekleştirilen, kaydedilen ve uygulanan çalışmalardır. İşletmede kalıp değişiminden ötürü yaşanan zaman kayıplarından daha önceki süreçlerde bahsedilmişti.

Yapılan iyileştirmeler kalıpların dizaynı, bakımı, montajı, deneme süresinde ortaya çıkan aksaklıkların belirlenmesi ve bunların çözümlenmesi, kalıbın dayanıklılığı vb. faaliyetlere yöneliktir. Üretim bölümüne yönelik iyileştirmeler oldukça fazladır. Tablo 3.17.’de genel olarak MAS sisteminde kayıt altına alınan işletmenin izin verdiği ölçüdeki bilgiler doğrultusundaki iyileştirmeler bir grup olarak sunulmuştur. TPM bölümü özellikle OEE değerinin yükselmesinde inanılmaz büyük rol oynamıştır. Son 3 aylık dönemde yapılmış olan 1242 adet iyileştirme OEE değerini ilk 3 ayda %50’lerde olmasından Aralık ayında %77’lere kadar artan OEE değerindeki artışın görülmesinde en büyük faktörlerden birisidir.

MAS sisteminde rapor olarak alınan TPM faaliyetlerinin bileşenleri daha detaylı olarak gözükmemektedir. Tüm ekran görüntüsü uygulamada yer olarak sıkıntı yarattığından dolayı bir kısmı Tablo 3.18’de verilmiştir (Devamı ekler kısmındadır). Dijital sistemde TPM (Tablo 3.18.) faaliyetlerinin bileşenleri şu şekilde sıralanmaktadır: hat adı, yarımamul yerleşkesi, iş merkezi kodu, çağrının tamamlanma durumu, çağrı tipi (mekanik arıza, elektrik arıza, bakım iş istek), çağrı nedeni, ağrı başlangıç yorumu (problemin detayı), çağrı başlangıç tarihi, müdahale başlangıç tarihi, müdahale bitiş tarihi, çağrı bitiş tarihi, müdahale süresi, toplam geçen süre, müdahale eden çalışanın ismi, çözümü gerçekleştirilen iyileştirme faaliyeti türü ve iyileştirmenin sonuçlanması faaliyetlerine yönelik çağrı bitiş yorumu bulunmaktadır. Toplam süreden müdahale edilen süre çıkarıldığında o problemin ne kadar sürede çözüldüğü ortaya çıkmakta ve zaman yönetimi konusunda ona göre hesaplamalar yapılmaktadır.

Tablo 3.16. Kalıp Bakım Bölümü ve Atölye Süreç İyileştirme Çalışmaları

İşlem Bildirim	Yapılan İşlem
Periyodik bakım yapılacak	Görsel ve ölçüsel kontroller yapıldı.
Kalibre ayakları toplamamaktadır gereğinin yapılması	Altıtan 2 adet, üstten 3 adet gazlı yay değişmiş olup, alt kapak civataları yenilendi.
Genel bakım yapılması	8 adet gazlı yay yenilendi, sarılar kontrol edildi, civataları sıkıldı, kırık civatalar yenilendi, kalıp toplandı.
Periyodik bakım yapılacak	Görsel ve ölçüsel kontroller yapıldı.
Üstten ve alttan gazlı yaylar patlamış gereğinin yapılması	Üstten 7 adet gazlı yay yenilendi, sarıların civataları sıkıldı.
Sarı civatası kırıldı gereğinin yapılması	Kırık civatalar yenilendi.
Kalibre alt ayak sarısı kırıldı gereğinin yapılması	1 adet sarı değişti.
Alt kalıbın ayak sarısı civataları kırıldı sarı düştü	Alt ayak kenidileri söküldü, kırık civatalar değişti, sarı düzeltildi, yerine bağlandı.
Kalıba bakım yapılacak	Alt ve üst sarı civataları kontrol edildi, sıkıldı, kırık civatalar değişti, ayar mili kontrol edildi, üstten 5 adet gazlı yay değişti.
Gaz silindiri patladı	Altıtan 5 adet deneme gaz silindirleri patlamış, hepsi değiştirildi, alt sarıların civataları sıkıldı.
Alt kalıp gaz silindirleri patlak gereğinin yapılması	3 adet alttan, 3 adet üstten gaz silindiri değiştirildi.
Alt kızılıların bakılması için gereğinin yapılması	1 adet gaz silindiri değişti, 1 adet sarı tornalandı, altına 2 mm. parça kondu, tüm civatalar sıkıldı.
Kalibreye komple bakım yapılacak	Kalıp komple bakım yapıldı, alttan 1 adet gaz silindiri değişti.
Kalibre üst adaptörü açmamaktadır, ayarlanması gerekir	Ayar somunu yerinden çıkmış (çok açılmış), yerine bağlandı, ayar somunu çalıştırıldı.
Periyodik bakım yapılacak	Kontroller yapıldı, kalıp hazır hale getirildi.
Bakım yapılacak	Altıtan 2 adet gazlı yay değişti, üstten 1 adet gazlı yay değişti, alt sarılar değişti, kalıp toplandı.

Tablo 3.17. Üretim Bölümü Süreç İyileştirme Çalışmaları

Ağız açma adaptörü değişim aparat çalışması devam etmektedir.
Kasnak yerleşim
Fırça işlemi devam etmektedir (Kayış bekleniyor).
Tırtır
Şeffaf mika
Ağız açma kolon veya takipçi
Kaynak makinesi aktif edilecektir.
Minilift
Ütü presi
Balans makinesi aktif edilecektir.
Fırça (içi) aktif edilecektir (Kayış bekleniyor).
Sibop delme
Çökertmeli sibop delmeye taban açısından bıçak
Ezdirmeye iyileştirme olarak yapılacaktır.
Kenar kesme bıçakları ve civatası
Raflar eklenecek (malzeme için)
Ezdirmeye butonları yeri tespit edilecek.
Şeffaf mika

Tablo 3.18. Toplam Verimli Bakım Bölümü Süreç İyileştirme Çalışmaları

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Röle Arızası	Role 2oprs yükleme kolu beşik kırıldı	10	60	Mekanik İyileştirme	Kırılan yükleme kol beşiği yerine getirip kaynak yapıldı denendi sorun yok.
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	W 3 pres sivic ler yanmıyor	11	45	Parça değişimi	Motor sargı ucu kopmuş motpr sökölcek
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Cok millı tezgahının lambası yanmıyor	71	77	Standartlaştırma	Kablo çkmiş takıldı
Tezgah Arızası	Ravne ana motorun sökölmesi	16	2041	Parça değişimi	Yeni kaplin yapıldı yedek motor takıldı denendi s yok
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Tezgak eksnlere ilerleme yapmıyor	5	10	Ayarlama / Kalibrasyon	Resetlwni
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Asansör kızakları koptu gereyinin yapılması	264	437	Pnömisraf İyileştirme	Kızaklar kaynatıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Asansör sivici koptu gereyinin yapılmsı	6	23	Parça değişimi	Siviç kafası değıştirildi
Tezgah Arızası	Havai hat asansöründeki merdane yere düştü	293	294	Mekanik İyileştirme	Çkan merdane yerine takıldı s yk
Zincir Arızası	Havayi bandın motorunun civatası kopmuş gereyinin yapılması	72	246	Temizlik	Motor ayakları sabitlendi
Mil Arızası	Hat 3 yuzey tornanın kapısı acılmıyor	185	186	Pnömisraf İyileştirme	Kapı yerine takıldı
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Yüzey torna robotu çalışmıyor !!!	51	114	Ayarlama / Kalibrasyon	Grup lideri yanlış menölre girip hataya düşürmüş resetlendi çalıştırıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Kasnak indirme asansörünün sivici çalışmıyor	16	16	Ayarlama / Kalibrasyon	Swich ayarı yapıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Yükleme asansörü çalışmıyor	8	47	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviçler değıştirildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Su motoru sigorta attı	48	49	Parça değişimi	Termik değıştirildi
Hidrolik Arıza	Tezgahın magazin (kater) yağ kaçırıyor	144	144	Standartlaştırma	Müdahale edildi. Arıza giderildi.
Kaynak İşleri	Hat3 fırça önüne yeni yapılan bandın kablo kanalı bandın diğler tarafına alınmalı talaş kazanı bandın altına girmiyor	24	84	Mekanik İyileştirme	Tava geriye alındı h.selvi

Tablo 3.19'daki aylara göre hesaplanan OEE değerleri incelendiğinde; ilk 3 aydaki geçmiş sistemde de hesaplanan OEE değerleriyle, son 3 aydaki MAS sisteminden alınan OEE değerleri arasında farklar bulunmaktadır. Özellikle Aralık ayında OEE değerinin %77,12'ye (ilk 3 aylık zaman zarfında (% 50 seviyelerinden) ulaşması işletme açısından yapılan süreç iyileştirme çalışmalarının OEE değerine pozitif yönde etki ettiğinin kanıtıdır.

Tablo 3.19. İşletmenin 6 Aylık OEE Değerlerinin Birbirleriyle Karşılaştırılması

Aylar	OEE Değerleri
Ağustos	%51,37
Eylül	%50,06
Ekim	%53,18
Kasım	%60,06
Aralık	%77,12
Ocak	%67,33

MAS sisteminden çekilen tüm iyileştirmeler son 3 ayda yapılan ve anlık görülen sorunlara yapılan müdahalelere yönelik gerçekleştirilmiş iyileştirmelerdir. Tüm iyileştirmeler artık gerçek zamanlı olarak kayıt altında tutulmakta ve problemler zamanında çözülebilmektedir. İlk 3 aydaki OEE değerlerinin ortalaması:

$$\%51,37 + \%50,06 + \%53,18 = \%154,3$$

$$\%154,3 / 3 = \%51,53 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

MAS sisteminden çekilen son 3 aylık rapordaki OEE değeri %69,03 olarak bulunmuştur. İşletmedeki ilk 3 aylık geçmiş sistemde hesaplanan OEE değeri %51,53'tür. Aralarındaki fark %17,5'dur. Son 3 ayda yapılan süreç iyileştirmeler ve dijital sistem kullanımının yaygınlaşması sayesinde OEE oranında ilk 3 aya göre % 34'lük bir artış vardır.

Yapılan araştırmalara bakıldığında firmaların normal olarak kabul edilen OEE oranı %60 olarak kabul edilmektedir. Ancak hiçbir problem yaşanmadığında en yüksek oran %100 seviyesine çıkabilir. %100'lük bir OEE değeri sadece kuramsal olarak maksimum bir limit olarak görülmekte olup, realist (gerçekleşmesi ihtimali olası değerler) olan değer arası %20 ile %65 civarında seyretmektedir. İdeal olarak kabul görmüş oran ortalama %85 seviyelerindedir (Temiz vd., 2010: 57). Dijital sistemin kullanılmaya başlanmasıyla birlikte, son 3 ayda yapılmış olan süreç iyileştirme analizlerinin sayesinde %34'lük bir iyileşmenin gerçekleşmesi toplam ekipman etkinliğinin ilerideki zamanlarda daha çok iyileştirme göstereceğinin sinyallerini vermektedir.

Tablo 3.20’de dünya genelinde standart kabul edilen OEE değeri olan %85’lik oranın, işletmenin ilk 3 aylık zaman dilimi ve son 3 aylık zaman dilimindeki OEE değerlerinin ortalamalarıyla kıyaslanmasını göstermektedir. Toplam Verimli Bakım alanında büyük çalışmalar yapan işletmelerin birçoğunun OEE değerinin arttığı gözlenmektedir. İşletmenin özellikle son 3 ayda yapmış olduğu toplam verimli bakım çalışmaları OEE değerini %51,53’den, %69,03’e yükseltmiştir. Dünya standartlarında %85’lik OEE değerine sahip olan işletmeler kusursuz OEE değerini yakalamış sayılırlar. İlk 3 ayda geçmiş sistemde de elle tutulan OEE kayıtlarıyla bulunan OEE değer ortalaması %51,53, dünya standart değeri %85 olduğundan varılacak sonuç şu şekildedir: Aradaki fark %33,47’dir. %33,47’nin %51,53’e oranlanmasıyla %33,47’lik yapılamayan iyileştirmenin kaybı %65 olarak bulunur.

Tablo 3.20. İşletmenin OEE Değerlerinin Dünyadaki Standart Değeriyle Karşılaştırılması

Zaman Dilimi	İşletme OEE Değeri	Dünya Standartı OEE Değeri
2019 yılı Ağustos / Eylül/ Ekim Geçmiş Sisteme ait OEE Ortalaması	%51,53	%85
2019 yılı Kasım / Aralık- 2020 Yılı Ocak MAS Sistemi OEE Ortalaması	%69,03	%85

Son 3 ayda MAS sisteminin uygulanmasıyla beraber, tüm verilerin gerçek zamanlı olarak giriş yapılması, takip edilmesi, üretim adedi, süresi, hurda, duruş, kayıp, israf, arıza, gereksiz bekleme, arıza vb. gibi tüm sorunların bilgilerinin elde edilmesi, tüm toplanan bilgilerin kullanılan ERP sistemiyle entegre halinde çalışmasına yönelik olarak aktarılması, anlık ürün ve stok yönetiminin takibi, verimliliğinin yükseltilmesi, maliyetlerin azaltılması, ürünün dizaynına yönelik teknikler geliştirilmesi ve hepsine yönelik eksikliklerin görülüp anında müdahale yapılarak süreç iyileştirme analizlerinin uygulanıp raporlanması sayesinde OEE değeri ortalama %69,03’e yükselmiştir. Dijital takip sistematığının ekip çalışması ve örgüt kültürüne uyum sağlamasıyla işletme açısından olumlu sonuçlar doğurmaya başlamıştır. Dünya standart OEE değeri %85 ise; aradaki fark %15,97 gerçekleştirilemeyen bir değer bulunmaktadır. %15,97’nin %69,03’e oranlanmasıyla bulunan değer %23,13’tür. Dünya standart değerine ulaşabilmek için yapılamayan iyileştirme oranı %23,13’tür.

MAS projesi öncesi ve sonrası durum sonuçlar kısmında analiz edilip tartışılacaktır. Genel olarak bakıldığında işletmenin son 3 aydaki kalite, performans ve kullanılabilirlik ortalamaları şu şekildedir:

a) Kalite Ortalaması: %99,77

b) Performans Ortalaması: %99,64

c) Kullanılabilirlik Ortalaması : %69,36 olarak hesaplanmıştır.

Literatürde genel olarak kabul görmüş kalite oranı %99'dur. İşletmenin kalite ortalaması %99,77'dir. İdeal olan performans değeri %95 olup, işletmenin performans ortalaması %99,64'tür. Dünya standart kullanılabilirlik değeri %99 iken, işletmenin kullanılabilirlik değer ortalaması %69,36 olarak tespit edilmiştir. Bütün bu oranlar kıyaslandığında, kalite ve performans oranlarının ideal değerlerden yüksek olduğu, kullanılabilirlik oranının ise ideal değerın altında olduğu görölmektedir. Dijital sistemin kullanılmasının ilerlemesiyle beraber kullanılabilirlik noktasındaki eksikliklerin görölüp giderilmesi ve düzeyin yükseltilmesi gerekmektedir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmanın esası, yalın üretim hatlarında dijitalleşme ve Endüstri 4.0 uygulamaları ile süreçlerin iyileştirilerek operasyonel mükemmellik seviyesine ulaşmaktır. Üretimde yalın düşünce, israfların azaltılarak müşteri memnuniyetinin artırılmasına felsefesine dayanır. Bu bakış açısının üretim sistemlerinde dijital altyapıya (Endüstri 4.0 bileşenleri ve diğer dijital uygulamalar) entegre edilmesiyle birlikte; toplam ekipman etkinliğinin artması, katma değer yaratan faaliyetlerin maksimum seviyeye yükselmesi, gereksiz işlerin (israfların) ortadan kalkması, verimliliğin artması, maliyetlerin azalması, müşteri talebine göre kaliteli ürün üretmek ve buna bağlı olarak müşteri memnuniyetinin artırılması hedeflenmiştir.

Araştırmanın ilk bölümünde, yalın üretim felsefesi, dijitalleşme, imalatla dijitalleşme, Endüstri 4.0'ın temelini oluşturan tüm esaslardan bahsedilmiş olup, süreçlerin iyileştirilmesi ve yöntem olarak öne çıkan toplam ekipman etkinliği ayrıntılarına yer verilmiştir. İkinci bölümde, yalın üretim teknikleri, imalatla dijitalleşme (Endüstri 4.0), süreç iyileştirme ve OEE metodunu tek başına ya da bütünleşik olarak uygulayan örnek çalışmaların kaynak özetlerinden söz edilmiştir. Üçüncü (uygulama bölümü) bölümde ise, dijital seviyede ya da dijitalleşmeye ışık tutacak (hayata geçirilecek) yalın üretim tekniklerinden örnek uygulamalar anlatılmış, yalın üretim felsefesiyle Endüstri 4.0 (üretimde dijitalleşme)'ın kollektif bir şekilde nasıl kullanıldığı, OEE yöntemiyle süreçlerin nasıl iyileştirildiğine dair MAS (Üretim Yönetimi Sistemi) adı verilen dijital sistemle uygulama detaylı olarak örneklendirilmiştir.

MAS sistemi genel anlamda, dijital dönüşüm hizmetleriyle anlık verilerin girilmesi, toplanması, takibi, analizi ve yorumlanmasını sağlayarak işletmenin kendine özgün dijital fabrika ortamını oluşturmaya katkıda bulunmuştur.

MAS sisteminin kurulmasıyla; makinelerin birbirleriyle ve çalışanlarla iletişim kurması, veri toplama ve takip otomasyonun sağlanması, yönetici ve çalışan arasında 7 / 24 haberleşme olanağı, performansın izlenmesi, üretim süreçlerinin takibi, yerelden ve bulut üzerinden tespitler yapılabilmesi, üretim sipariş yönetimi, kayıpların, duruşların nedenleri ve anında çözülmesi, hurda ve sebeplerinin takibi, çoklu makine, operasyon vb. unsurların takip işlemleri, 7 / 24 arıza sisteminin uygulanabilmesi, anında probleme müdahale edilebilmesi, barkod ve etiket işlemlerinin yapılması, check list faaliyetleri, belgelerin paylaşılması, ekipmanların, personelin izlenmesi, zaman etütleri yapılması için

gerçek zamanlı data toplanması, ERP sistem verimliliğinin maksimuma çıkarılması, 7 / 24 çağrı, uyarı sistemlerinin açık olması ve Web üzerinden izlenebilmesi gibi birçok işlemin takip edilmesine olanak sağlamıştır.

Yalın üretim örnekleri sonuçları incelendiğinde;

1. MAS sistemindeki duruşlarda tespit edilen zaman kayıplarında bir örnek SMED çalışması 1000 tonluk prese uygulanmıştır. Kalıp değişim süresi çok fazla zaman kaybettirdiği belirlenmiş, yapılan süreç iyileştirme çalışmasıyla kalıp değişim süresi hızlandırılmıştır.

2. MAS sisteminin kalıp ömür modülü pilot çalışmaları başlamış olup, kalıp değişiminde hedeflenen en kısa kalıp değişim süresini yakalayabilmek ve takip edebilmek için bu sistemin entegrasi denenmiştir.

3. Optik ölçüm makinesi sayısallaştırılmış kamera sistemi aracılığıyla jantın toleranslarını ölçen ve ölçülerin dışında olan rakamlar ortaya çıktığında kendi kendine jantı üretime göndermeyen bir jidoka sistemine örnek bir ekipmandır. Kazaların olmaması adına büyük önem taşıyan bir sistemle çalışan bu makineyle denemeler yapılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Jantla lastik ölçülerinin birbirleriyle entegreli olması gerekmektedir. İnsan hayatı işletme açısından büyük önem taşımaktadır.

4. A hattı presinde, anma çevresi ölçüsü otomatik pres tarafında ölçülmektedir. Jantın anma çevresi çapının büyüklüğü söz konusu olduğu zaman lastiğe sığmayacaktır, çapın küçüklüğü hususu ortaya çıktığında ise jant lastikten çıkacaktır. Jantın anma çevresi çapının uygunluğu bu presle kontrol edilmiş olup, ölçü tam tutmadığında jant bir sonraki işleme pres tarafından (jidoka örneği) gönderilmemiştir (denemeler yapılmış olup faaliyete başlanmıştır). Anma çapı konusu, kazaların olmaması için önemli bir jantta önemli rol oynayan bir ölçü aktörüdür. Optik ölçüm makinesinde bahsedildiği gibi, insan hayatının önemi işletme için her şeyden önce gelmektedir.

5. Jidokaya bir başka örnek olarak yapılan çalışma ise balans ölçüm makinesiyle yapılan uygulamadır. Jantın balans değerleri olması gereken değerlerin dışında ise, lastikte titreşim hissedilir ve bu tehlikeli bir durumdur. Balans değerleri istenen ölçüde değilse, makinede otomatik olarak görevine son verir. Örnek uygulamalar yapılmış olup, uygun olmayan ölçülerdeki jantlarda makine kendi kendine durmuştur.

6. Poke-yoke uygulamalarına bakıldığında; MAS hurda / rework girişinde markanın ters bağlanması ve sibop konumunun hatalı olma sebepleri sisteme anında girilmiş olup o anda müdahale edilmiştir. Jantların hurdaya gitmesi engellenmiş olup gerekli iyileştirmeler gerçekleştirilmiştir. Bir başka olasılıkta, jantların hatalı bir şekilde müşteriye gitme durumunun oluşması durumu yaşanabilirdi. MAS sisteminden yapılan anlık veri girişi yaşanacak olan problemleri avantaja çevirmiştir.

7. Oluşturulan ekip eşliğinde S&OP (Satış ve operasyonel planlama) tabloları oluşturulmuştur. Üretime ve satışa ait olan hedefteki tüm tahmini verileri 1 yıllık olarak buraya aktarılmıştır. Veriler MAS sistemindeki anlık girişlerle karşılaştırılmaya başlanmıştır. Kapasite planları oluşturularak ve üretim unsurlarının rasyonel bir şekilde değerlendirilmesi sağlanarak, kapasitenin artırılması veya azaltılması hakkında aksiyon planları oluşturulmuştur.

8. ERP sistemiyle entegreli çalışan gruplandırılmış ortak süpermarket sistemi (e-kanban) oluşturmuş olup bu sistem işletmede faaliyete geçmiştir. Yer açısından yakınlık ve denk malzemeler kullanılan bölümler kümelenendirilmiştir. Barkod okuma özelliği olan el terminali kullanılarak, malzemenin türü ve malzemeyle ilgili tarihlerin kayıtları dijital olarak görülmüş ve kaydedilmiştir. Stok yönetimi kontrol altına alınmaya başlamış, hatlara malzeme ihtiyacı zamanında karşılanmış, malzeme yokluğu sıkıntısı giderilmiş, malzeme gönderiminde süresi kısalmış, zaman problemi yaşatan çoğu durum ortadan kaldırılmıştır (operatör veya forklift kaynaklı).

9. MAS'ta Andon sistemi devreye alınarak elektrik ve mekanik arıza örnek uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Operatör iki arıza durumunda çağrı başlatıp arızanın sebebini sisteme girerek toplam verimli bakım ünitesine anında sinyal gitmesi sağlanmıştır. Yetkililer hemen arızaya müdahale edip üretimin uzun süre aksamasını engellemişlerdir. Kâğıt sisteminin ortadan kalkarak arızaların MAS sisteminden gerçek zamanlı olarak giriş yapılması arıza sürelerinin kısalmasında büyük büyük bir rol oynamıştır.

10. İşletme Heijunka yöntemini daha da geliştirmeyi hedeflemiş olup, SMED uygulamalarında MAS sisteminin farklı modülleri yardımıyla kollektif bir çalışma içerisine girmiş, kalıp değişim süresini tekli dakikalardan, saniyelere veya saniyenin 1 / 10'nuna tekabül eden hedef süreleri için çalışmalara başlamıştır.

11. Değer akış haritalama çalışmasında seçilen pilot hatta mevcut durumla gelecek durum haritaları belirlenmiş, darboğaz oluşturan kalemler tespit edilmiş, darboğazlara neden olan israfların azaltılmış ve süreç iyileştirme çalışması yapılmıştır. Neden neden analizi yapılmış (kök nedenlerin derinlerine inilmiş) ve çözüm önerilerine yönelik aksiyon planı uygulamaya konmuştur. Teslimat performansı artırılmış, sipariş karşılama oranı iyileştirilmiş, tedarik çevrim süresi kısaltılmış, verimlilik ve kapasite yukarıya doğru sıçrayan bir trend yakalanmıştır. Yapılacak olan değer akış haritalama çalışmalarında, MAS sistemindeki OEE değerinin DAH'dan önceki değeriyle; DAH'tan sonraki değerleri karşılaştırılacaktır. Bu fikir tez çalışmasının öncülüğünde işletmeye sunulmuş olup, bundan sonra uygulanacak olan planların üst sıralarına yerleştirilmiştir.

Toplam Ekipman Etkinliği aşaması sonuçlarına bakıldığında;

1. 2019 yılı Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında geçmiş sisteme ait tablodan çekilen OEE değerleri hesaplanmıştır. MAS sistemi kullanım oranının fazla yüksek olmamasından dolayı tam anlamıyla bu 3 aylık sürede sisteme geçiş yapılamamış olup çalışmalar devam etmiştir. OEE değerlerinin hem geçmiş sisteme ait tabloda tutulması hem de MAS sistemine geçiş aşaması çalışmalarının kollektif bir şekilde yürütülmesinden ötürü zaman kaybı açısından da büyük sıkıntılar yaşanmıştır. Sıkışıklıklardan ötürü Eylül ayındaki OEE oranında Ağustos ayına göre düşüklük yaşanmıştır. Çalışanların her iki yönlü (Geçmiş sisteme ait -MAS) takipte olması bu değerde azalma yaşanmasına ve MAS sisteminin de verimli çalışmaya başlamasına engel olacağı öngörüsünde bulunulduğu için MAS sistemi takip ekibi kurulmuştur ve görev dağılımları yapılmıştır. Ekim ayının sonunda OEE oranında yükselme olduğu gözlemlenmiştir.

2. Üç aylık süreçte MAS sistemi girişlerinin denemeleri bazı hatlarda gerçekleştirilmekteydi. MAS sistemi takip ekibinin yoğun çalışmaları sayesinde Ekim ayının başında sistemin kullanım oranının arttığı tespit edilmiş, görev dağılımı da yapıldığı ve herkes kendi işiyle ilgilendiği için bu durumda Ekim ayındaki OEE oranı Eylül ayındaki OEE değerinin artışına yardımcı olmuştur.

3. Kullanım oranının artmasının sonucunda sisteme geçiş hızlı olmuştur. Artık işletme kâğıtsız ortama ve dijital sisteme tam anlamıyla entegre olma kararı vererek 1 Kasım 2019 tarihinde büyük dijital dönüşüme geçme kararını gerçekleştirmiştir.

4. 2019 yılı Kasım-Aralık / 2020 yılı Ocak aylarındaki verilerin raporları MAS sisteminden çekilmiştir. MAS sisteminden alınmış olan tüm raporların özelliği anlık verilerle sistem tarafından analiz edilmiş olan gerçek zamanlı verilere dayanmakta olma özelliğidir.

5. İlk 3 aylık dilimde kullanım oranı orta seviyenin biraz üzerindeydi Son 3 aylık zaman diliminde ise MAS kullanım oranı maksimum seviyeye yükselmiştir. Son 3 aylık zaman dilimindeki OEE değeri ortalaması, ilk 3 aylık süreçteki OEE değerinde göre yükselmiştir. Üretimde dijitalleşmenin OEE değerlerine olumlu yönde katkı sağladığı tespit edilmiştir.

6. Aralık ayındaki OEE değerinde sıçrayış oldukça dikkat çekmiştir. Kasım ve Ocak aylarındaki OEE değerleri de ilk 3 aylık OEE değerlerine göre yüksek seviyededir. Kullanım oranının artması, sistemin sürekli takip edilmesi ve gerçek zamanlı veri girişlerin gerçekleştirmesi gibi etkenler OEE değerlerinin artmasında önemli rol oynamıştır.

7. Kalıp Bakım Bölümü – Atölye, Üretim ve TPM Süreç İyileştirme Çalışmaları son 3 ay zarfında gerçekleştirilmiştir. Bu süreç iyileştirme çalışmaları, çevrimiçi olarak girilen verilerin sürecinde ortaya çıkan sorunların anında müdahale edilmesine yönelik yapılan ve kayıt altına alınan uygulamalardır. 3 bölümle ortaklaşa yapılan ve MAS sistemindeki problemlerin anında görülmesiyle ortaya çıkan gecikmelere, duruşlara, arızalara, kayıplara, israflara anında müdahale edilmiştir. Süreçlerin iyileştirilmesi aynı zamanda OEE değerlerindeki farkedilir derecede artışa sebebiyet vermiştir.

8. OEE değerlerinin 6 aylık trendine incelendiğinde olumlu bir artış gözlemlenmiştir. Önceden de belirtildiği gibi Aralık ayındaki OEE değeri en yüksek orana sahiptir. Genel anlamda bakıldığında MAS sisteminin kullanım oranının artması, sistemin devreye sokulması, yalın felsefenin ışığında dijital uygulama kullanılarak süreç iyileştirme çalışmalarının gerçekleştirilmesi ve tüm örgütün dijital dönüşümü benimsemesi OEE değerlerinin artmasında önemli etkenlerdir.

9. Dünya standartlarında ideal değer olarak kabul edilen OEE değerinin yakalanması için öncelikle OEE'yi oluşturan 3 çarpan değerinin gerekli rakamları sağlaması gerekmektedir. İşletmeyle yapılmış olan analizde; kalite ve performans değerlerinin ideal boyutta olduğu, kullanılabilirlik değerinin ise standardın altında olduğu tespit edilmiştir. Verimli OEE değerlerinin ortaya konabilmesi için tüm bileşenlerin önemi büyüktür.

Etkin bir OEE sisteminin verimli sonuçlar verebilmesi için kullanılabilirlik çarpanının da artırılması büyük önem taşımaktadır. Ekipmanlar yüzünden meydana gelen arıza, ayar sebeplerinden kaynaklanan duruşlar, molalar, temizlik, planlı bakım, kalıp değişimi vb. gibi sebeplerden kaynaklı problemler yüzünden kullanılabilirlik oranının artırılması için süreç iyileştirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir. TPM, üretim ve kalıp bakım bölümlerinin bir arada eşgüdümlü ve ekip olarak çalışma yapması kullanılabilirlik oranının artırılmasına büyük katkı sağlayacaktır.

Duruşların yarattığı kayıpların azaltılması, sinyallerin müdahale edecek bölümlere tam zamanında gitmesi için sistemin sürekli MAS Bilişim Ekibi'nin makineler arası ağ sisteminin birbirleriyle haberleşmesinin sağlanması için takip halinde olması, özellikle TPM bölümünün problemlerden haberdar olabilmesi için verilerin düzgün ve gerçek zamanlı olarak girilmesi, ekipmanların çalışma zamanının maksimum seviyeye çıkarılması için teknik alt yapının her zaman en üst seviyede tutulması gerekmektedir. İş merkezlerindeki makinaların ideal seviyede ve seri bir biçimde çalışabilmesi, iyileştirmelerin ve kıyaslamaların yapılabilmesi açısından üretim yönetim sisteminin dijital ortamdaki takibinde kullanılabilirlik düzeyinin artırılması bu yüzden büyük önem taşımaktadır.

Üretim yönetiminin esası yalın düşünebilmektir. İsrafların yok edilmesi, verimlilik, esneklik, müşteri memnuniyeti, karlılık vb. gibi birçok amaçları olan yalın felsefenin dijital dönüşümle beraber küresel piyasaya ortamında tek başına yeterli olamayacağı ortaya çıkmaya başlamıştır. Endüstri 4.0'ın işletmeye sunmuş olduğu avantajlar sayesinde dijital yol haritasının çizilme gerekliliği doğmuştur. Yalın felsefeye dayanan üretim (yönetim dâhil) şeklini benimsememiş işletmenin dijital üretim sistemine entegre olması ve başarılı olması ihtimali düşüktür. Küresel tedarik zinciri paydaş ortamında; mutlaka yalın düşünceyi benimseyen işletmelerle karşılaşılacak ve olumsuz sonuçların doğması gerçekliğinden kaçınılmazdır.

Yalın üretim anlayışının, Endüstri 4.0'ın bütünlük bir şekilde işletmeye uygulanmasıyla; yalın felsefeyle süreçler en hızlı şekilde iyileştirilemeye ve amaçlanan tüm hedeflere daha kolay ulaşmaya başlamıştır. Üretimdeki dijitalleşmeyle beraber, anlık olarak girilen verilerin görülmesi, nesneler arasında verinin transferi, depolanması, kaydedilmesi, analizi ve yorumlanabilmesiyle faaliyetler daha da mükemmelleşecektir (yalın felsefenin esası). Yalın felsefe uygulanmadığı takdirde, dijital üretim yönetim sisteminden gelen

veriler sadece ortada kalır ve bir işe yaramaz. Küresel rekabette hız kazanabilmek için gereken tüm yetkinliklere ancak iki bileşenin birlikte uygulanmasıyla ulaşılabacağı aşikârdır. Çalışanların verileri gerçek zamanlı olarak görebilmesi sayesinde anlık müdahaleler yapılmıştır. Bu sayede, tüm verilerin analizine ulaşılmış ve problemlere hemen çözüm bulunmuştur.

Verilerin sadece anlık olarak gözükmemesinin tek başına işletmeye faydası yoktur. Yalının temelinde bütün üretim sistemi her şeyin “doğru ve mükemmel olma” felsefesine dayanmasından ötürü, verinin doğru şekilde yönetilebilmesi için baştan yalın üretim tekniklerinin benimsenmesi gerekmektedir. Yalın sistemde aksiyon olarak sorunların ana nedenlerine inilir. Verilerin dijital sistem ışığında planlı ve doğru yönetilmesi ve anında aksiyon alınma şansı, fonksiyonel mükemmellik seviyesine yaklaşabilmenin önemli adımlarından olacaktır.

Yapılan projede sonucunda;

1. Üretim ve duruş bilgilerinin sahadan gerçek zamanlı olarak toplanması,
2. Kayıpların takip / analiz edilmesi ve azaltılması ile verimliliğin artırılması, maliyetlerin azaltılması,
3. Gerçek zamanlı OEE (Toplam Ekipman Etknlği), takip altyapısı sağlanması,
4. Toplam ekipman verimliliğinde iyileşme sağlanması
5. Standart dışı durumların gerçek zamanlı tespit edilmesi,
6. Üretimle ilgili aksaklıkların tespit edilerek zamanında müdahale edilebilmesinin sağlanması,
7. Operatörlere gerçek zamanlı bilgi sağlayarak performans artırma imkânı sağlanması,
8. Kâğıtsız üretim ortam altyapısı sağlanması,
9. Üretim bilgilerini sistemden sahaya ve sahadan sisteme gerçek zamanlı aktarılması,
10. Üretim teyitlerin, palet/sepet etiketi ile pratik ve anlık olarak toplanması,

11. Ardışık operasyonların kontrol edilmesi,
12. Stok hareketlerini kasa, palet bazında takip edilmesi,
13. Gerçek zamanlı stokları görüp mevcut durumda oluşan hataların önüne geçilmesi,
14. Basit ve kısa zamanlı sayım yapılması adımları gerçekleştirilmiştir.

Gerçek dünya ile sanal dünyanın birbiriyle uyum halinde çalışabilmesi için devletin işletmelere / üniversitelere / ticaret odalarına vb. teşvik paketleri hazırlaması dijital dönüşme hızlı bir şekilde adapte olabilmeleri açısından olumlu sonuçlar doğuracaktır. Endüstri 4.0 bileşenlerinin işletmelerde kullanılması, işletmelere maliyetli bir yatırım gibi gözükmemektedir. Endüstri 4.0, bütün üretim sisteminin baştan sona değiştirilmesi anlamına gelmemektedir. Mevcut ekipmanlar üzerinden entegre edilen dijital sistem uygulamaları yapıldığından ötürü çok ağır maliyetlerle karşı karşıya kalınmayacaktır.

Endüstri 4.0 sadece büyük işletmeler için değil, KOBİ'ler için de çok önemli bir yere sahip duruma gelecektir. Endüstri 4.0, "üretimin küresel dili" olarak kabul edilmekte olup işletmenin büyüklüğü ya da küçüklüğü adına bir sınır koymamıştır. Ülkemizin üretimde omurgası olarak gösterilen KOBİ'ler de; yerel veya küresel ortamda rekabet güçlerini ortaya koyabilmeleri adına bu dönüşüme yetkili mercilerin de katkılarıyla hazır hale getirilmeleri gerekmektedir. Devlet, üniversite ve sanayi üçgeninin işbirliği ile birlikte, KOBİ'lere destek paketlerinin artırılması gerekmektedir. Teknik altyapı, bilişim, AR-GE, inovasyon ve dijital yetkinlik vasfına sahip personel sağlanması, tüm departmanlarda teknik ve dijital açıdan bütünlük koordinasyonun oluşturulması gerekmektedir. Yeterli işgücünün sağlanması için eğitimler verilmesi, bilgi güvenliğinin korunması, yatırım teşviklerinin artırılması, dijitalleşme konusunda danışmanlık hizmetlerinin verilmesi durumunda KOBİ'ler dijital dönüşümü risk olarak görmemeye başlayacaktır. Modern iş modelleri oluşturmak, katma değerli işlemleri maksimum seviyeye çıkarmak, müşteri memnuniyetini ve ihracatı artırmak için KOBİ'lerin Endüstri 4.0 sürecine en seri şekilde entegre olabilme stratejileri düzenlenmelidir. Türkiye'de KOBİ'ler sanayi sektörünün ortalama %90'nını oluşturmakta ve en büyük sanayi oyuncuları olarak temsilcilik üstlenmektedirler.

Araştırmanın yapıldığı işletme Aydın ilinde otomotiv yan sanayi sektöründe faaliyet göstermektedir. Otomotiv yan sanayi ile otomotiv sanayinin bütünleşik bir şekilde çalışma

stili yakalayabilmesi ve dijital olgunluk seviyesini artıracığı öngörülerinden yola çıkılarak, bu büyük dönüşümün iki sektörü birbirilerine daha çok bağlayacağı beklenmektedir. İki sektörün birlikte teknik ve mühendislik çalışmalarına ağırlık vermeleri, bu sektörde gelecekte ortaya çıkacak mesleklere yönelik eğitim çalışmalarının düzenlenmesi / talepte bulunulması, tedarik zinciri paydaşları olarak birbirlerinin eksiklerini tamamlamaları gibi atılımlarda bulunmaları gerekmektedir.

Dijital sanayi çağı olarak nitelendirilen Endüstri 4.0'ın sadece akademik ya da ticari bir girişim olarak başarıya ulaşması mümkün olmadığı için akademi-iş dünyası-siyaset üçgeninin sağlam bir şekilde çizilmesi gerekmektedir. Bu tez çalışmasıyla, büyüme, istihdam, yatırım, iş dünyası, akademi dünyası ve devlet kurum & kuruluşları gibi çevrelerde birçok insana farkındalık yaratarak ve ulaşılacak bu yeni seviyenin adaptasyonunun başarılı ve kolay bir süreç içinde gerçekleşmesine yardımcı olunarak ülkemizin geleceğine olumlu yönde katkı sağlamak hedeflenmektedir.

Tez çalışmasında çeşitli kaynaklardan yapılan literatür incelemeleri ve işletmede yapılmış olan uygulama sonucunda yanıtları aranan soruların cevapları şu şekilde özetlenmiştir.

1. İşletmede, yalın üretim tekniklerinin üretim sürecinde uygulanmasıyla, israfların azaldığı ve işlevsel mükemmellik seviyesine ulaşmak için müşteriye sunulan değerın önemi ortaya konmuştur.

2. İşletmede Endüstri 4.0 ve dijital uygulamaların, yalın üretim felsefesiyle bütünleşik bir sistem olarak uygulanmasıyla, problemlere çözüm bulunmuş ve süreçler iyileştirilmiştir. Yalın üretim yapmayan ve dijital dönüşüm sürecine karar verilen işletmelerde verilerin doğru yorumlanması beklenemez. Yalın üretimde “israfların azaltılması / ortadan kaldırılması” görüşü olduğundan ötürü, tek başına dijitalleşme süreci başarısız olarak sonuçlanacaktır.

3. Verilerin anlık olarak sadece izlenip, analiz edilmemesi durumu işletmeye katkı sağlamaz. İşletmede anlık veriler yalın üretim teknikleriyle bütünleştirilerek eş zamanlı ve doğru aksiyon alınarak yorumlanmıştır.

4. Endüstri 4.0 uygulamalarının işletmede uygulanmaya başlanmasıyla öncelikli olarak üretim yönetim sistemindeki performansın artmasıyla beraber, eşgüdümlü olarak da

işletmenin performansını belirleyen kriterlerin de doğru orantılı olarak arttığı gözlemlenmiştir.

5. Endüstri 4.0'da ve dijital uygulamaları kapsayan çalışmalar; MAS sisteminden alınan anlık veriler, ilerde MAS sistemine yardımcı olarak uygulamalar ve dijital yalın üretim tekniklerini kapsamaktadır. Yapılmış olan tüm çalışmalar, süreçlerin iyileştirilmesine destek olmakla beraber, küresel tedarik zinciri ortamında rekabet avantajı sağlamaya yönelik stratejiler ve yeni iş modellerinin oluşturulmasına olanak sağlamıştır.

Gerçekleştirilen tez çalışmasıyla, Endüstri 4.0'ın yalnızca akademik, siyasi rant ya da akademik bir teşebbüs olarak görülmemesi, devlet-işletme-siyasi-akademi-diğer kurum ve kuruluşlar beşgenine farkındalık sağlanması ve dijital dönüşüme hızlı bir şekilde uyum sağlayabilme konusunda yardımcı olacaktır. Böylece işsizliğe çözüm, kalkınmanın sağlanması, doğru yatırım noktalarının belirlenmesi, işletmelerin dönüşümü tehdit olarak görmemesi, üniversitelerde teknik ve dijital okuryazarlığın artırılmasına yönelik eğitimlerin paketlerinin oluşturulmasına dikkat çekmek hedeflenmiştir. Tüm paydaşların ortak noktada birleşmesi ve çözümler üretecek olması ülkenin ekonomik yönden büyümesine büyük katkı sağlayacaktır.

Bu tez çalışmasıyla, Aydın ilinde otomotiv yan sanayi sektöründe faaliyet gösteren işletmede, yalın üretim sisteminde dijitalleşme ve Endüstri 4.0 uygulamaları ile süreç iyileştirme analizi yapılmıştır. Bu bağlamda, gelecekte bu konuyla ilgili araştırma yapmak eğiliminde olan akademisyenler / öğrenciler, farklı sektörlerdeki işletmelerde farklı Endüstri 4.0 bileşenlerinin incelemesini yaparak süreç iyileştirme analizi gerçekleştirebilirler. Ayrıca yalın üretim felsefesini uygulamadan dijital dönüşüme geçen bir işletmeyle, yalın üretim ışığında dönüşüm yapan işletme arasında kıyaslamalar yapılabilir. Uygulamanın yapıldığı işletme, Aydın ilinde Endüstri 4.0'a ilk geçiş yapan işletme olduğundan dolayı, ildeki diğer işletmelere büyük bir örnek teşkil edecek ve bu konuda destek olacaktır. İşletme, başarılı bir dönüşüm süreci olduğundan dolayı, kendi sektöründe veya diğer sektörlerde de olumlu yönden büyük katkı sağlayacaktır.

4.1. Tartışma

Temiz vd. (2010) araştırmasında, yalın üretim tekniklerinden TPM faaliyetleri alanında süreç iyileştirme çalışmaları yapılmış olup, OEE bilgi sistemi kurularak Nisan ayı içerisinde 8 günlük OEE değerlerinin takibi yapılmış ve kıyaslama yapılmıştır. OEE bilgi

sistemi ışığında, yalın üretim felsefesinde dijital üretim sistemi yönetimi baz alınarak süreç iyileştirme çalışmalarına başlanmış ve 8 günlük kıyaslama yapılarak tez çalışmasının uygulama bölümüne öncülük etmiştir.

Nisan ayındaki 8 günlük OEE değerleri incelendiğinde, ortaya çıkan OEE değerleri sırasıyla; %56,4, %56,1, %60,6, %56,9, %67, %70,4, %43,7 ve %42,2'dir. 8 günlük ortalama OEE değeri %56 dolaylarındadır. Başlangıçtan 6.gün dâhil olmak üzere OEE değerinin iyi bir oranda artmış olduğu gözlemlenmekte, son 2 günün fark edilir bir oranda düştüğü görülmektedir. İşletmede son 2 gün duruş, arıza veya başka bir sebepten kaynaklı sorunlar yaşanmış olabilir. 6 günde olumlu bir artış sağlayıp, son 2 günde düşüş yaşanması normal sayılmalıdır. Ayrıca 8 günlük bir süreç kısa bir zaman dilimi olduğundan dolayı tam anlamıyla yorum yapabilmek kısıtlı olacaktır. Ayrıca, planlı ve plansız duruşların süreleri, günlük çalışma zamanları gibi durumların OEE değerlerinin üzerindeki nasıl etki yarattığının araştırmada verilmesi tez çalışmasının uygulamadaki gidişatının yapılabilmesine, anlaşılabilmesine ve analiz yapılabilmesine büyük bir oranda yarar sağlamıştır.

Maraşlı ve Kemahlı (2013) çalışmasına bakıldığında; yapılan pilot çalışmada yalın üretim kapsamında Üretimi Takip Etme ve Süreçleri İyileştirme Sistemi kurulmuş 7 ay içerisinde yapılan süreç iyileştirme analizlerinin OEE değerlerini nasıl etkilediği kıyaslanarak uygulama literatürde yerini kılavuz olacak şekilde yerini almıştır. Proje öncesi durumda %50 olarak ölçülen OEE oranı %50, proje sonrası durumdaki (1. Yılın sonunda) OEE oranı %75 seviyesine ulaşmıştır. 2. yılın sonunda hedeflenen OEE oranı dünya standartlarında ideal değer olan %85 seviyesine ulaşabilmektir. Bu araştırmada proje öncesi ve sonrası durum kıyaslamasının yalın üretim yapan bir işletmede dijital üretim sistemiyle OEE değerlerinin kıyaslanması ve yapılan iyileştirmelerle artırılması kısmı tez çalışmasının uygulama yapılmadan önceki yol haritasını belirlemede büyük bir rehber niteliği oluşturmuştur.

Örnek alınan araştırmada 1 yılın sonundaki OEE artışı %33,3'tür. Tez çalışmasındaki ilk 3 ayın OEE ortalamasının, son 3 ay sonundaki OEE ortalamasına göre OEE oran artışı %24,13'tür. Tez çalışmasında yalın üretimde dijital üretim sistemine entegreli olarak yapılan süreç iyileştirme çalışmalarının daha da hızlanacağı ve adaptasyonun daha da artacağı varsayılacak olursa tez çalışmasında OEE değer artışının bir

yıl sonraki değeri, örnek alınan çalışmadaki artıştan daha yüksek olacağına işaret etmektedir.

Acar ve Çakırkaya (2018) araştırması incelendiğinde; yalın üretim felsefesi ışığında toplam kayıpların ve duruşların azaltılması için Toplam Verimli Bakım çalışmalarına ağırlık verilmiştir. Durumun analizinin yapılması için OEE değerleri ölçülmüş ve kıyaslamalar yapılmıştır. Yapılan kıyaslama sonucunda OEE'yi oluşturan çarpanlardan olan kalite düzeyinin ideal değerin aşağısında olduğu tespit edilmiş ve alanda süreç iyileştirme çalışmalarına ağırlık verilmesi gerektiği kanaatine ulaşılmıştır.

Toplam verimli bakım ve 5S çalışmaları sayesinde kullanılabilirlik seviyesi, plansız duruşların süreleri 16 saat yerine 10 saate düşürülerek, %93,8'den %94,7 düzeyine çıkmıştır. İyileştirme yapılmadan önceki OEE değeri %89,9 olarak hesaplanmış olup, sonrasındaki değer %90,8 olarak bulunmuştur.

Dünya standartlarındaki ideal değere bakılınca uygulama yapılan işletmedeki OEE değeri standartların üzerinde olduğu yönündedir. Bu çalışmada tez çalışmasına öncülük eden kısım OEE değerlerinin nasıl bir biçimde artırılmasına yönelik olan yoldur. Aradaki tek fark tez çalışmasında uygulama yapılan işletmenin dijital üretim yönetimi sistemine geçişi, bu alanda yaşadığı zorluklar ve dijital ortamda yalın felsefe ışığında yapılan süreç iyileştirme çalışmalarıdır.

Baz alınan çalışma dijital sistem kullanılmadan OEE değerlerini artırmış olup, dijital üretim sistemine geçiş yapmış olduğu varsayılırsa OEE değerlerini maksimum seviyeye getirecek bir sisteme sahip olabilir. Yaşanabilecek olan en büyük sorun ise örgütün bu duruma direnişinin aşılp aşılamayacağı noktasında olacaktır. Aşılamaması durumunda OEE değerleri ve işletmenin verimliliğinde düşüş durumu da yaşanabilir. Bir işletmenin öncelikle yalın üretimde dijitalleşme ve Endüstri 4.0 uygulamalarına başarılı bir şekilde entegre olabilmesi için ekip ruhu ile çalışması ve dijital dönüşüme hazır olup olmadığının detaylı bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir.

Ersöz vd. (2018) çalışmasında, yalın üretim tekniklerinden TPM çalışmaları kapsamında arıza süreleri azaltılarak OEE takip sistemi eşliğinde arıza süreleri azaltılarak süreç iyileştirme çalışması yapılmıştır. Gerçekleştirilen iyileştirmelerin sonucunda OEE değerleri, Kasım ayı %71, Şubat ayı %72, Nisan ayı %74 olarak saptanmıştır. Bu çalışma da tez uygulaması yapılmadan önce yalın üretim tekniğiyle OEE kıyaslama çalışması yapılarak

süreç iyileştirme analizlerinin OEE değerine olan katkısının incelenmesi hususu örnek olarak alınmış ve tez uygulama çalışmasına rehberlik etmiştir. Araştırmadaki 5 aylık süreçteki OEE değeri artışı, %4 olarak hesaplanmıştır. Tez çalışmasındaki artışla kıyaslandığında bu artış baya az gibi gözükse de, işletmenin başlangıç OEE değerinin yüksek olması ayrı bir avantaj olarak görülebilir.



5. KAYNAKLAR

- Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, 107(1), 223-236.
- Abreu, J., Martins, P. V., Fernandes, S., & Zacarias, M. (2013). Business processes improvement on maintenance management: a case study. *Procedia Technology*, 9, 320-330.
- Acar, E. Ö., & Çakırkaya, M. (2018). Bir üretim hattında toplam ekipman etkinliğinin ölçülmesi ve geliştirilmesi üzerine bir uygulama. *GÜSBED, Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 9(24), 217-230.
- Adalı, M. R., Kiraz, A., Akyüz, U., & Halk, B. (2017). Yalın üretime geçiş sürecinde değer akışı haritalama tekniğinin kullanılması: Büyük ölçekli bir traktör işletmesinde uygulama. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 242-251.
- Aguilar-Escobar, V. G., Bourque, S., & Godino-Gallego, N. (2015). Hospital kanban system implementation: Evaluating satisfaction of nursing personnel. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 21(3), 101-110.
- Agwu, O. E., Akpabio, J. U., Alabi, S. B., & Dosunmu, A. (2018). Artificial intelligence techniques and their applications in drilling fluid engineering: A review. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 167, 300-315.
- Ağpak, K., Gökçen, H., Saray, N. N., & Özel, S. (2002). Stokastik görev zamanlı tek modelli u tipi montaj hattı dengeleme problemleri için bir sezgisel. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 17(4), 115-124.
- Ahire, C. P., & Relkar, A. S. (2012). Correlating failure mode effect analysis (FMEA) & overall equipment effectiveness (OEE). *Procedia Engineering*, 38, 3482-3486.
- Ahmad, M. F., Zakuan, N., Jusoh, A., & Takala, J. (2012). Relationship of TQM and business performance with mediators of SPC, lean production and TPM. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 65, 186-191.
- Ahmad, M. O., Dennehy, D. Conboy, K., & Oivo, M. (2018). Kanban in software engineering: A systematic mapping study. *The Journal of Systems and Software*, 137, 96-113.
- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Total productive maintenance: Literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 25(7), 709-756.
- Alahyari, H., Gorschek, T., & Svensson, R. B. (2019). An exploratory study of waste in software development organizations using agile or lean approaches: A multiple case study at 14 organizations. *Information and Software Technology*, 105, 78-94.
- Al-Badi, A., Tarhini, A., & Khan, A. I. (2018). Exploring big data governance frameworks. *Procedia Computer Science*, 141, 271-277.

- Aldowaisan, T., Noureldath, M., & Hassan, J. (2015). Six Sigma performance for non-normal processes. *European Journal of Operational Research*, 247(3), 968-977.
- Alimohammadlou, M., & Eslamlou, F. (2016). Relationship between Total Quality Management, knowledge Transfer and knowledge Diffusion in the academic settings. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 230, 104-111.
- Allen, T. T. (2010). *Introduction to Engineering Statistics and Lean Sigma : Statistical Quality Control and Design of Experiments and Systems* (Second Edition). London : Springer London.
- Amellal, H., Meslouhi, A., & Allati, A. E. (2019). Secure Big Data using QKD protocols. *Procedia Computer Science*, 148, 21-29.
- Andreasson, L. & Henfridsson, O. (2009, January). Digital differentiation, software product lines, and the challenge of isomorphism in innovation: A case study., Sözlü Bildiri, *17th European Conference on Information Systems, European Conference on Information Systems (ECIS 2009)*, Verona, Italy, 1-14.
- Anshari, M., Almunawar, M. N., Lim, S. A., & Al-Mudimigh, A. (2019). Customer relationship management and big data enabled: Personalization & customization of services. *Applied Computing and Informatics*, 15, 94-101.
- Antikainen, M., Uusitalo, T., & Kivikytö-Reponen, P. (2018). Digitalisation as an enabler of circular economy. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 73, 45-49.
- Antoniolli, I., Guariente, P., Pereira, T., Ferreira, L. P., & Silva, F. J. G. (2017). Standardization and optimization of an automotive compenents production line. *Procedia Manufacturing*, 13, 1120-1127.
- Anurag. (2017, Haziran). 5 benefits: Competitive advantages of big data in business. 8 Ağustos 2019 tarihinde <https://www.newgenapps.com/blog/importance-benefits-competitive-advantage-big-data adresinden alınmıştır>.
- Anvari, A., Ismail, Y., & Hojjati, S. M. H. (2011). A study on total quality management and lean manufacturing: Through lean thinking approach. *World Applied Sciences Journal*, 12(9), 1585-1596.
- Apostu, A., Puican, F., Ularu, G. E. A. N. I. N. A., Suciu, G., & Todoran, G. (2013). Study on advantages and disadvantages of Cloud Computing—the advantages of Telemetry Applications in the Cloud. *Recent Advances in Applied Computer Science and Digital Services*, 118-123.
- Aqlan, F., & Al-Fandi, L. (2018). Prioritizing process improvement initiatives in manufacturing environments. *International Journal of Production Economics*, 196, 261-268.
- Aradhye, A. S., & Kallurkar, S. P. (2014). A case study of just-in-time system in service industry. *Procedia Engineering*, 97, 2232-2237.

- Arcidiacono, G., Calabrese, C., & Yang, K. (2012). *Leading Processes to Lead Companies: Lean Six Sigma : Kaizen Leader & Green Belt Handbook*. Milano : Springer Milan.
- Armistead, C., & Machin, S. (1997). Implications of business process management for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(9), 886-898.
- Arunagiri, P., & Gnanavelbabu, A. (2014). Identification of major lean production waste in automobile industries using weighted average method. *Procedia Engineering*, 97, 2167 - 2175.
- Avram, M. G. (2014). Advantages and challenges of adopting cloud computing from an enterprise perspective. *Procedia Technology*, 12, 529-534.
- Ayçin, E., & Özveri, O. (2016). Yalın üretim uygulamalarında israfın azaltılması ile performans ölçütleri arasındaki ilişkilerin ve etkileşimin dematel yöntemiyle analizi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(35), 325-353.
- Aydemir, H. (2018). Sanayi 4.0 ve Türkiye ekonomisi açısından etkileri. *Sosyoekonomi*, 26(36), 253-261.
- Aydın, H. (2009). *Yalın üretim sistemi, değer akış haritalama yöntemi ve yalın üretim sisteminin çalışanlara etkileri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Aydiner, A. S., Tatoglu, E., Bayraktar, E., Zaim, S., & Delen, D. (2019). Business analytics and firm performance: The mediating role of business process performance. *Journal of Business Research*, 96, 228-237.
- Azizi, A., & Manoharan, T. (2015). Designing a future value stream mapping to reduce lead time using SMED-A case study. *Procedia Manufacturing*, 2, 153-158.
- Bahrin, M. A. K., Othman, M. F., Azli, N. N., & Talib, M. F. (2016). Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic. *Jurnal Teknologi*, 78(6-13), 137-143.
- Bakri, A. H., Rahim, A. R. A., Yusof, N. M., Ahmad, R. (2012). Boosting Lean Production via TPM. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 65(3). 485-491.
- Ball, P., & Lunt, P. (2018). Lean eco-efficient innovation in operations through the maintenance organisation. *International Journal of Production Economics*, July, (1-11).
- Banger, G. (2016). *Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme*. Ankara: Dorlion Yayınları.
- Bangsow, S. (2010). *Manufacturing Simulation with Plant Simulation and SimTalk - Usage and Programming with Examples and Solutions*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Bansee, J., & Chowdary, B. V. (2007, May-June). A new concept of cellular manufacturing: A case study. Sözlü Bildiri, *Fifth LACCEI International Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2007)*, Tampico, México, 1-10.

- Barbrow, S., & Hartline, M. (2015). Process mapping as organizational assessment in academic libraries. *Performance Measurement and Metrics*, 16(1), 34-47.
- Barreto, L., Amaral, A., & Pereira, T. (2017). Industry 4.0 implications in logistics: An overview. *Procedia Manufacturing*, 13, 1245-1252.
- Baygin, M., Yetis, H., Karakose, M., & Akin, E. (2016, September). An effect analysis of industry 4.0 to higher education. *15th international conference on information technology based higher education and training (ITHET)*, Elazig, Turkey, 1-4.
- Bell, C. (2014). *Maintaining and Troubleshooting Your 3D Printer*. Apress: Berkeley, CA.
- Bell, C. (2015). *3D Printing with Delta Printers*. Apress: Berkeley, CA.
- Bhasin, S. (2015). *Lean Management Beyond Manufacturing: A Holistic Approach*. Cham: Springer International Publishing.
- Bhatnagar, H. (2017). Demonetization to digitalization: A step toward progress. *Management and Economics Research Journal*, 3, 11-15.
- Bhusiri, N., Qureshi, A. G., & Taniguchi, E. (2014). Application of the just-in-time concept in urban freight transport. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 125, 171-185.
- Birgün, S., Gülen, K. G., & Özkan, K. (2006). Yalın üretime geçiş sürecinde değer akışı haritalama tekniğinin kullanılması: İmalat sektöründe bir uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(9), 47-59.
- Bititci, U. S., Ackermann, F., Ates, A., Davies, J., Garengo, P., Gibb, S., ... & Shafti, F. (2011). Managerial processes: business process that sustain performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 31(8), 851-891.
- Blösch, S. J., Michalicki, M., & Schneider, M. (2017). Simulation game for lean leadership – shopfloor management combined with accounting for lean. *Procedia Manufacturing*, 9, 97 -105.
- Bohnen, F., Buhl, M., & Deuse, J. (2013). Systematic procedure for leveling of low volume and high mix production. *College International pour la Recherche en Productique Journal of Manufacturing Science and Technology*, 6(1), 53-58.
- Bolatan, G. I. S., Gozlu, S., Alpkan, L., & Zaim, S. (2016). The impact of technology transfer performance on total quality management and quality performance. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 235, 746-755.
- Book, M., Gruhn, V., & Striemer, R. (2016). *Tamed Agility: Pragmatic Contracting and Collaboration in Agile Software Projects*. Cham : Springer International Publishing.
- Borgia, E. (2014). The Internet of Things vision: Key features, applications and open issues. *Computer Communications*, 54, 1-31.
- Borkowski, M., Fdhila, W., Nardelli, M., Rinderle-Ma, S., & Schulte, S. (2019). Event-based failure prediction in distributed business processes. *Information Systems*, 81, 220-235.

- Breyfogle, F. W. (2007, Mart). Lean tools that improve processes: An overview. *BPTrends*, 1-7. 03 Şubat 2019 tarihinde <https://www.bptrends.com/bpt/wp-content/publicationfiles/FOUR%2003-07ART-LeanToolsThat%20ImproveProcessesBreyfogle-Final.pdf> adresinden alınmıştır.
- Brito, M., Ramos, A. L., Carneiro, P., & Gonçalves, M. A. (2017). Combining SMED methodology and ergonomics for reduction of setup in a turning production area. *Procedia Manufacturing*, 13, 1112-1119.
- Browning, T. R., & Heath, R. D. (2009). Reconceptualizing the effects of lean on production costs with evidence from the F-22 program. *Journal of Operations Management*, 27, 23-44.
- Bruun, P., & Mefford, R. N. (2004). Lean production and the Internet. *International Journal of Production Economics*, 89(3), 247-260.
- Buch, D., & Jinwala, D. C. (2010, December). Denial of service Attacks in wireless sensor networks. Sözlü Bildiri, *International Conference on Current Trends in Technology, Nirma University, Nuicone, Ahmedabad, India*.
- Businessdictionary. (T.Ya.). Robot definition. 7 Ağustos 2019 tarihinde <http://www.businessdictionary.com/definition/robot.html> adresinden alınmıştır.
- Businessdictionary. (T.Yb.). Workflow diagram (WFD) definition. 14 Ağustos 2019 tarihinde <http://www.businessdictionary.com/definition/workflow-diagram-WFD.html> adresinden alınmıştır.
- Buxmann, P., Hess, T., & Ruggaber, R. (2009). Internet of services. *Business & Information Systems Engineering: The International Journal of WIRTSCHAFTSINFORMISRAF*, 1(5), 341-342.
- Büyüközkan, G., & Göçer, F. (2018). Digital supply chain: literature review and a proposed framework for future research. *Computers in Industry*, 97, 157-177.
- Cakmakci, M. (2009). Process improvement: performance analysis of the setup time reduction-SMED in the automobile industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 41(1-2), 168-179.
- Caldera, H., T. S., Desha, C., & Dawes, L. (2019). Evaluating the enablers and barriers for successful implementation of sustainable business practice in 'lean' SMEs. *Journal of Cleaner Production*, 218, 575-590.
- Campos, A. C. S. M., & de Almeida, A. T. (2016). Multicriteria framework for selecting a process modelling language. *Enterprise Information Systems*, 10(1), 17-32.
- Chaudhari, T., & Raut, N. (2017). Waste elimination by lean manufacturing. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, 4(5), 168-170.
- Chen, B., Wan, J., Shu, L., Li, P., Mukherjee, M., & Yin, B. (2017b). Smart factory of industry 4.0: Key technologies, application case, and challenges. *Institute of Electrical and Electronics Engineers Access*, 6, 6505-6519.

- Chen, S., Fan, S., Xiong, J., & Zhang, W. (2017a). The design of JMP/SAP based six sigma management system and its application in SMED. *Procedia Engineering*, 174, 416 – 424.
- Chhetri, S. R., Faezi, S., Rashid, N., Faruque, M. A. (2018). Manufacturing supply chain and product lifecycle security in the era of industry 4.0. *Journal of Hardware and Systems Security of Industry 4.0*, 2, 51-68.
- Chiarello, F., Trivelli, L., Bonaccorsi, A., ve Fantoni, G. (2018). Extracting and mapping industry 4.0 technologies using wikipedia. *Computers in Industry*, 100, 244-257.
- Chien, C. H., Chen, C. H., & Jeng, T. S. (2010, March). An interactive augmented reality system for learning anatomy structure. Sözlü Bildiri, *Proceedings of the International Multiconference of Engineers and Computer scientists (IMECS 2010)*, International Association of Engineers, 1, Hong Kong, China, 1-19.
- Choomlucksana, J., Ongsaranakorn, M., & Suksabai, P. (2015). Improving the productivity of sheet metal stamping subassembly area using the application of lean manufacturing principles. *Procedia Manufacturing*, 2, 102-107.
- Chung, W. W., Tan, K. H., Koh, S. L., Law, C. C., & Ngai, E. W. (2007). *Benchmarking: An international Journal*, April, 387-406.
- Cluzel, F., Yannou, B., Afonso, D. ve Leroy, Y. (2010). Managing the Complexity of Environmental Assessments of Complex Industrial Systems with a Lean 6 Sigma Approach., M. Aiguier, F. Breteaud ve D. Krob. (Editörler), *Complex Systems Design & Management: Proceedings of the First International Conference on Complex System Design & Management* (279-294). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Costa, L. B. M., Filho, M. G., Fredendall L. D., & Paredes, F. J. G. (2018). Lean, six sigma and lean six sigma in the food industry: A systematic literature review. *Trends in Food Science & Technology*, 82, (122-133).
- Crichton, D., Mattmann, C. A., Cinquini, L., Law, E., Chang, G., Hardman, S. ve Shams, K. (2010). Architecting Scientific Data Systems in the Cloud., Z. Mahmood. (Editör), *Cloud Computing - Methods and Practical Approaches* (25-46). London: Springer.
- Çakır, A., & Güngör, O. (2010). Rfid ile kargo yönetimi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(2), 83-89.
- Çakırkaya, M., & Acar, Ö. M. (2016). 5S tekniği aşamaları ve makarna sektöründe bir uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 30(4), 845-868.
- Dalcı, İ., & Tanış, V. N. (2006). The effect and implementation of just-in-time system from a cost and management accounting perspective. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(1), 109-124.
- Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, 204, 383-394.

- Damij, N., Damij, T., Grad, J., & Jelenc, F. (2008). A methodology for business process improvement and IS development. *Information and Software Technology*, 50(11), 1127-1141.
- Daneshjo, N., Pajerská, E. D., Klimek, M., & Danishjoo, E. (2018). Software support for optimizing layout solution in lean production. *Technology, Education, Management, Informatics Journal*, 7(1), 33-40.
- Dani, V. S., Freitas, C. M. D. S., & Thom, L. H. (2019). Ten Years of Visualization of Business Process Models: A Systematic Literature Review. *Computer Standards & Interfaces*, 66, 1-21.
- De Ron, A. J., & Rooda, J. E. (2005). Equipment effectiveness: OEE revisited. *he Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions on Semiconductor Manufacturing*, 18(1), 190-196.
- Deeb, S., Haouzi, H. B., Aubry, A., & Dassisti, M. (2018). A generic framework to support the implementation of six sigma approach in SMEs. *International Federation of Automatic Control PapersOnline*, 51(11), 921-926.
- Dickson, E. W., Singh, S., Cheung, D. S., Wyatt, C. C., & Nugent, A. S. (2009). Application of lean manufacturing techniques in the emergency department. *Journal of Emergency Medicine*, 37(2), 177-182.
- Dijitalleş (T.Y.). Dijitalleşme. Dijitalleşmenin önemi ve faydaları. 06 Ağustos 2018 tarihinde <https://www.dijitalles.com/blog/dijitallesme/dijitallesmenin-onemi-ve-faydaları/> adresinden alınmıştır.
- Dombrowski, U., Richter, T., & Krenkel, P. (2017). Interdependencies of Industrie 4.0 & lean production systems: A use cases analysis. *Procedia Manufacturing*, 11, 1061-1068.
- Dopico, M., Gomez, A., De la Fuente, D., García, N., Rosillo, R., & Puche, J. (2016). A vision of industry 4.0 from an artificial intelligence point of view. Sözlü Bildiri, *Proceedings on the International Conference on Artificial Intelligence (ICAI) The SOEEring CommitOEE of The World Congress in Computer Science, Computer Engineering and Applied Computing (WorldComp)*, Administracion de Empresas, University of Oviedo, Gijón, Asturias, Spain, 407-413.
- Drohomeretski, E., Costa, S. E. G., Lima, E. P., & Garbuio, P. A. E. (2014). Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma: an analysis based on operations strategy. *International Journal of Production Research*, 52(3), 804-824.
- Dudek-Burlikowska, M., & Szewieczek, D. (2009). The Poka-Yoke method as an improving quality tool of operations in the process. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 36(1), 95-102.
- Dunlop, N. (2013). *Beginning Big Data with Power BI and Excel*. Apress: Berkeley, CA.
- Economitimes (T.Y.). Definition of 'Gantt Chart'. 12 Temmuz 2019 tarihinde <https://economictimes.indiatimes.com/definition/gantt-chart> adresinden alınmıştır.

- Edrawsoft. (T. Ya.). Application of block diagram - Benefits of block diagram. 13 Ağustos 2019 tarihinde <https://www.edrawsoft.com/block-diagrams-introduction.php> adresinden alınmıştır.
- Edrawsoft. (T. Ya.). What is workflow diagram - Overview of workflow diagram 14 Ağustos 2019 tarihinde <https://www.edrawsoft.com/what-is-workflow.php> adresinden alınmıştır.
- Edtmayr, T., Sunk, A., & Sihn, W. (2016). An approach to integrate parameters and indicators of sustainability management into value stream mapping. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 41, 289-294.
- Eğilmez, M. (2018). Endüstri 4.0. *Muhasebe ve Finans Tarihi Araştırmaları Dergisi*, 15, 264-271.
- Electronicshub. (2017, Kasım). Different types of sensors. 7 Ağustos 2019 tarihinde <https://www.electronicshub.org/different-types-sensors/> adresinden alınmıştır.
- Ellingsen, O. (2017). Commercialization within advanced manufacturing: value stream mapping as a tool for efficient learning. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 60, 374-379.
- Engineeringarticles. (2015, Temmuz). What is manufacturing process?. 12 Ağustos 2019 tarihinde <http://www.engineeringarticles.org/manufacturing-process-meaning-and-types/> adresinden alınmıştır.
- Engineersgarage. (2011). Sensors: Different types of sensors. 7 Ağustos 2019 tarihinde <https://www.engineersgarage.com/articles/sensors> adresinden alınmıştır.
- Enke, J., Kraft, K., & Metternich, J. (2015). Competency-oriented design of learning modules. *Procedia College International pour la Recherche en Productique IRP*, 32, 7-12.
- Enríquez, F., Troyano, J. A., & Romero-Moreno, L. M. (2018). Using a business process management system to model dynamic teaching methods. *The Journal of Strategic Information Systems*, July, 1-17.
- Erdil, N. O., Aktas, C. B., & Arani, O. M. (2018). Embedding sustainability in lean six sigma efforts. *Journal of Cleaner Production*, 198, 520-529.
- Erin, R., Carrano, A. L., & Sudit, M. (2012, February). An mip approach to the u-line balancing problem with proportional worker throughput. *Sözlü Bildiri, 12th IMHRC (International Material Handling Research Colloquium) Proceedings*, Georgia Southern University, Gardanne, France, 1-22.
- Erlach, K. (2013). *Value Stream Design: The Way Towards a Lean Factory*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Erol, S. (2012, Şubat). Yalın yaklaşım ve yalın üretim. Türkiye Cumhuriyeti Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. *Anahtar Dergisi*, 278. 26 Ocak 2019 tarihinde <http://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/yalin-yaklasim-ve-yalin-uretim/145> adresinden alınmıştır.

- Ersoy, A. R. (2019, Mart). Endüstri 4.0 sürecinde neredeyiz?. *Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu*. 23 Temmuz 2019 tarihinde <https://www.endustri40.com/endustri-4-0-surecinde-neredeyiz/> adresinden alınmıştır.
- Ersöz, T., Öztürk, E., & Gürel, E. (2018). Demir çelik sektöründe toplam verimli bakım uygulaması. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, Ocak, 447-458.
- Ertel, W. (2011). *Introduction to Artificial Intelligence*. London: Springer.
- Esmaeel, R. I., Zakuan, N., Jamal, N. M., & Taherdoost, H. (2018). Understanding of business performance from the perspective of manufacturing strategies: fit manufacturing and overall equipment effectiveness. *Procedia Manufacturing*, 22, 998-1006.
- Etezadzadeh, C. (2016). *Smart City – Future City? : Smart City 2.0 as a Livable City and Future Market*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Fahem, M., Shah, Sb. B. H., Butt, R. A., Raza, B., Anwar, M., Ashraf, M. W., Ngadi, Md. A., & Gungor, V. C. (2018). Smart grid communication and information technologies in the perspective of Industry 4.0: Opportunities and challenges. *Computer Science Rewiev*, 30, 1-30.
- Farshid, M., Paschen, J., Eriksson, T., & Kietzmann, J. (2018). Go boldly!: Explore augmented reality (AR), virtual reality (VR), and mixed reality (MR) for business. *Business Horizons*, 61(5), 657-663.
- Feinleb, D. (2014). *Big Data Bootcamp - What Managers Need to Know to Profit from the Big Data Revolution*. Apress: Berkeley, CA.
- Feldhofer, M., Dominikus, S., & Wolkerstorfer, J. (2004). Strong authentication for RFID systems using the AES algorithm. *Lecture Notes in Computer Science*, 3156, 357-370.
- Fırat, S. Ü., & Fırat, O. Z. (2017). Sanayi 4.0 devrimi üzerine karşılaştırmalı bir inceleme: Kavramlar, küresel gelişmeler ve Türkiye. *Toprak İşveren Dergisi*, 114(2017), 10-23.
- Fielder, A., Panaousis, E., Malacaria, P., Hankin, C., & Smeraldi, F. (2016). Decision support approaches for cyber security investment. *Decision Support Systems*, 86, 13-23.
- Firuzan, A. R., & Ayvaz, Y. Y. (2004). Yeni bir felsefe ışığında yan sanayilerden beklenenler ve tam zamanında üretim. *Yönetim ve Ekonomi*, 11(1), 19-26.
- Freddi, D. (2018). Digitalisation and employment in manufacturing: Pace of the digitalisation process and impact on employment in advanced Italian manufacturing companies. *AI & Soccity*, 33, 393-403.
- Froger, M., Bénaben, F., Truptil, S., & Boissel-Dallier, N. (2019). A non-linear business process management maturity framework to apprehend future challenges. *International Journal of Information Management*, 49, 290-300.

- Furht, B. (2011). *Handbook of Augmented Reality*. New York: Springer.
- Furterer, S., & Elshennawy, A. K. (2005). Implementation of TQM and lean Six Sigma tools in local government: a framework and a case study. *Total Quality Management*, 16(10), 1179-1191.
- Gabaçlı, N., & Uzunöz, M. (2017, Kasım). 3rd International Congress on Political, Economic and Social Studies (ICPESS), Ankara, 149-174.
- Gabriel, M., & Pessl, E. (2016). Industry 4.0 and sustainability impacts: Critical discussion of sustainability aspects with a special focus on future of work and ecological consequences. *Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara*, 14(2), 131-136.
- Gao, S. ve Low, S.P. (2014). *Lean Construction Management: The Toyota Way*. Singapore: Springer Singapore.
- Garbie, I. (2016). *Sustainability in Manufacturing Enterprises - Concepts, Analyses and Assessments for Industry 4.0*. Switzerland: Springer, Cham.
- García, J. L., Maldonado, A. A., Alvarado, & Rivera, D. G. (2014). Human critical success factors for kaizen and its impacts in industrial performance. *Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 70, 2187-2198.
- Gehrke, L., Kühn, A. T., Rule, D., Moore, P., Bellmann, C., Dawood, D., Singh, L., Kulik, J., & Standley, M. (2015, April). A discussion of qualifications and skills in the factory of the future: A German and American perspective. Sözlü Bildiri, *Hannover Messe*, Düsseldorf, Germany, 1-25.
- Gilchrist, A. (2016). *Industry 4.0 - The Industrial Internet of Things*. Bangkok, Thailand: Apress, Berkeley, CA.
- Glegg, S. M.N., Ryce, A., & Brownlee, K. (2019). A visual management tool for program planning, project management and evaluation in paediatric health care. *Evaluation and Program Planning*, 72, 16-23.
- Gobble, M. m. (2018). Digitalization, digitization, and innovation. *Research-Technology Management*, 61(4), 56-59.
- Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2018). A structural literature review of the single minute exchange of die: The latest trends. *Procedia Manufacturing*, 17, 783-790.
- Google Trends. (2019, Temmuz). Son 5 yılda Türkiye’de Endüstri 4.0’ın Google üzerinden aranma trendi. 23 Temmuz 2019 tarihinde <https://trends.google.com.tr/trends/explore?date=today%205y&geo=TR&q=end%C3%BCstri%204.0> adresinden alınmıştır.
- Gökçen, H., Kara, Y., & Atasagun, Y. (2010). Integrated line balancing to attain Shojinka in a multiple straight line facility. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 23(5), 402-411.
- Görçün, Ö. F. (2016). *Dördüncü Endüstri Devrimi Endüstri 4.0*. İstanbul: Beta Yayınları.

- Grangel-González, Baptista, P., Halilaj, L., Lohmann, S., Vidal, M., Mader, C., & Auer, S. (2016, September). The Industry 4.0 standards landscape from a semantic integration perspective. Sözlü Bildiri, *IEEE 22nd International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)*, Limassol, Cyprus, 1-9.
- Gruber, H. (2019). Proposals for a digital industrial policy for Europe. *Telecommunications Policy*, 43(2), 116-127.
- Guizzo, E. (T.Y.). What is a robot?. *IEEE*. 7 Ağustos 2019 tarihinde <https://robots.ieee.org/learn/> adresinden alınmıştır.
- Günay, K., Çetin, T., & Baykoç, Ö. F. (2004). Montaj hattı dengelemede geleneksel ve u tipi hatların karşılaştırılması ve bir uygulama çalışması. *Teknoloji*, 7(3), 351-359.
- Günther, O. P., Kletti, W. ve Kubach, U. (2008). *RFID in Manufacturing*. Berlin, Heidelberg: SpringerLink.
- Gyenge, B., Szilagyı, H., & Kozma, T. (2015). Lean management in case of a logistics service provider company. *Journal of Central European Green Innovation*, 3(1), 119-134.
- Haefner, B., Kraemer, A., Stauss, T., & Lanza, G. (2014). Quality value stream mapping. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 17, 254-259.
- Haider, A. A., Mirza, J., & Akhtar, H. (2007). Experimental comparison of one piece flow production: A simulation based approach. *European Journal of Scientific Research*, 19(1), 97-104.
- Hamzeh, R., Zhong, R., & Xu, X. W. (2018). A Survey study on Industry 4.0 for New Zealand Manufacturing. *Procedia Manufacturing*, 26, 49-57.
- Hedman, R., Subramaniyan, M., & Almström, P. (2016). Analysis of critical factors for automatic measurement of OEE. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 57, 128-133.
- Heizer, J. ve Render, B. (1995). *Production & operations management strategic and tactical decisions* (4th ed). New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Heng, Z., Aiping, L., Liyun, X., & Moroni, G. (2019). Automatic estimate of OEE considering uncertainty. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 81, 630-635.
- Henshel, D., Cains, M. G., Hoffman, B., & Kelley, T. (2015). Trust as a human factor in holistic cyber security risk assessment. *Procedia Manufacturing*, 3, 1117-1124.
- Hicks, B. J. (2007). Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management*, 27(4), 233-249.
- Hilton, R. J., & Sohal, A. (2012). A conceptual model for the successful deployment of Lean Six Sigma. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 29(1), 54-70.

- Hitpass, B., & Astudillo, H. (2019). Editorial: Industry 4.0 challenges for business process management and electronic-commerce. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 14(1), 1-3.
- Hlying, L. (2015). Digitalization dynamics: user interface innovation in an automotive setting. *University of Oslo. Faculty of Mathematics and Natural Sciences. Department of Informatics, 1645*, 1-142.
- Hoellthaler, G., Braunreuther, S., & Reinhart, G. (2018). Digital lean production – An approach to identify potentials for the migration to a digitalized production system in SMEs from a lean perspective. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 67, 522-527.
- Hoerl, R. W., Gardner, M. M. (2010). Lean Six Sigma, creativity, and innovation. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(1), 30-38.
- Houshmand, M., & Jamshidnezhad, B. (2006). An extended model of design process of lean production systems by means of process variables. *Robotics and computer-integrated manufacturing*, 22(1), 1-16.
- Hüttmeir, A., Treville, S., Ackere, A., Monnier, L., & Prenninger, J. (2009). Trading off between heijunka and just-in-sequence. *International Journal of Production Economics*, 118(2), 501-507.
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109-123.
- Ibarra, D., Ganzarain, J., & Igartua, J. I. (2018). Business model innovation through Industry 4.0: A review. 22, 4-10.
- Iftene, A., & Trandabăţ, D. (2018). Enhancing the Attractiveness of Learning through Augmented Reality. *Procedia Computer Science*, 126, 166-175.
- Intelzone Smarter Units. (2018, Mart). Use of IoT and OEE for improving the performance of production- Benchmarks for OEE. 17 Ağustos 2019 tarihinde [http://intelzone.com/2018/03/04/uses-of-iot-and-oe-for-improving-the-performance-of production/](http://intelzone.com/2018/03/04/uses-of-iot-and-oe-for-improving-the-performance-of-production/) adresinden alınmıştır.
- Islam, S., & Daud Ahmed, M. (2012). Business process improvement of credit card department: case study of a multinational bank. *Business Process Management Journal*, 18(2), 284-303.
- İnce, U. (2018). *Tekstil sektöründe değer akışı haritalama uygulaması ve yalın üretim anlayışı*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, T.C. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Jackson, K., Efthymiou, K., & Borton, J. (2016). Digital manufacturing and flexible assembly technologies for reconfigurable aerospace production systems. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 52, 274-279.

- Jadhav, J. R., Mantha, S. S., & Rane, S. B. (2015). Analysis of interactions among the barriers to JIT production: interpretive structural modelling approach. *Journal of Industrial Engineering International*, 11(3), 331-352.
- JANTSA (T.Y.). Anasayfa ve AR-GE. 11 Nisan 2020 tarihinde <http://www.jantsa.com/index.php/tr/anasayfa> ve <http://www.jantsa.com/index.php/tr/ar/ge> adreslerinden alınmıştır.
- Jarach, D. (2002). The digitalisation of market relationships in the airline business: the impact and prospects of e-business. *Journal of Air Transport Management*, 8, 115–120.
- Jeong, K. Y., & Phillips, D. T. (2001). Operational efficiency and effectiveness measurement. *International Journal of Operations & Production Management*, 21(11), 1404-1416.
- Jiménez, E., Tejada, A., Pérez, M., Blanco, J., & Martínez, E. (2012). Applicability of lean production with VSM to the Rioja wine sector. *International Journal of Production Research*, 50(7), 1890–1904.
- Jin, H., Ibrahim, S., Bell, T., Qi, L., Cao, H., Wu, S. ve Shi, X. (2010). Tools and Technologies for Building Clouds., N. Antonopoulos ve L. Gillam. (Editörler), *Cloud Computing - Principles, Systems and Applications* (3-20), London: Springer.
- Joglekar, G. S., Giridhar, A., & Reklaitis, G. (2014). A workflow modeling system for capturing data provenance. *Computers & Chemical Engineering*, 67, 148-158.
- Jonsson, K., Westergren, U. H., & Holmström, J. (2008). Technologies for value creation: An exploration of remote diagnostics systems in the manufacturing industry. *Information Systems Journal*, 18(3), 227-245.
- Juels, A. (2006). RFID security and privacy: A research survey. *IEEE journal on selected areas in communications*, 24(2), 381-394.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013, Nisan). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 working group. *Acatech- National Academy of Science and Engineering*, 1-78. 10 Ağustos 2018 tarihinde <https://www.acatech.de/publikation/recommendations-for-implementing-the-strategic-initiative-industrie-4-0-final-report-of-the-industrie-4-0-working-group/> adresinden alınmıştır.
- Kahloun, F., & Ghannouchi, S. A. (2018). Improvement of Quality for Business Process Modeling Driven by Guidelines. *Procedia Computer Science*, 126, 39-48.
- Kalantar-zadeh, K. (2013). *Sensors - An Introductory Course*. New York: Springer, Boston, MA.
- Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Sharma, R. (2018). Analysis of the driving and dependence power of barriers to adopt industry 4.0 in Indian manufacturing industry. *Computers in Industry*, 101, 107-119.

- Kang, G., Yang, L., & Zhang, L. (2019). Verification of behavioral soundness for artifact-centric business process model with synchronizations. *Future Generation Computer Systems*, 98, 503-511.
- Karam, A., Liviu, M., Cristina, V., & Radu, H. (2018). The contribution of lean manufacturing tools to changeover time decrease in the pharmaceutical industry. A SMED project. *Procedia Manufacturing*, 22, 886-892.
- Katayama, H. (2017). Legend and future horizon of lean concept and technology. *Procedia Manufacturing*, 11, 1093-1101.
- Kavzoğlu, T., & Şahin, E. K. (2012, Ekim). Bulut bilişim teknolojisi ve bulut CBS uygulamaları, *IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2012)*, Zonguldak, Türkiye, 1-16.
- Kearney, A. T., & WHO Logistics Study. (2015). Digital supply chains: Increasingly critical for competitive edge. *WHO Otto Beisheim School of Management*, 1-15. 27 Ekim 2018 tarihinde <https://www.africa.atkearney.com/documents/10192/6500433/Digital+Supply+Chains.pdf/a12fffe7-a022-4ab3-a37c-b4fb986088f0> adresinden alınmıştır.
- Keaveney, S., Connolly, P., & O'Cearbhaill, E. D. (2018). Kinematic error modeling and error compensation of desktop 3D printer. *Nanotechnology and Precision Engineering*, 1(3), 180-186.
- Kemmer, S. L., Saraiva, M. A., Heineck, L. F. M., Pacheco, A. V. L., Novaes, M. V., Mauro, C. A. M. A., & Moreira, L. C. R. (2006). The use of andon in high rise building. *Proceedings International Group for Lean Construction*, 14, 575-581.
- Kennedy, F. A., & Brewer, P. C. (2006). The lean enterprise and traditional accounting—Is the honeymoon over?. *The Journal of Corporate Accounting & Finance*, September / October, 17(6), 63-74.
- Kennedy, F. A., & Widener, S. K. (2008). A control framework: Insights from evidence on lean accounting. *Management Accounting Research*, 19(4), 301-323.
- Kennedy, F., Owens-Jackson, L., Burney, L., & Schoon, M. (2007, Mayıs). How do your measurements stack up to lean?. *Strategic Finance*, 33-41. 02 Şubat 2019 tarihinde <https://sfmagazine.com/wp-content/uploads/sfarchive/2007/05/How-Do-Your-Measurements-Stack-Up-to-Lean.pdf> adresinden alınmıştır.
- Kesayak, B. (14 Aralık). Endüstri 1.0'dan 4.0'a doğru. 19 Eylül 2019 tarihinde <https://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/> adresinden alınmıştır.
- Khalid, A., Kirisci, P., Khan, Z. H., Ghrair, Z., Thoben, K., & Pannek, J. (2018). Security framework for industrial collaborative robotic cyber-physical systems. *Computers in Industry*, 97, 132-145.
- Kilpatrick, J. D. (2003). Lean principles. *Manufacturing Extension Partnership Center – The University of Utah*, 1-6. 10 Şubat 2019 tarihinde

https://www.academia.edu/8097844/Lean_Principles_2003_Utah_Manufacturing_Extension_Partnership_Lean_Principles adresinden alınmıştır.

- Klimova, A., Bilyatdinova, A., & Karsakov, A. (2018). Existing teaching practices in augmented reality. *Procedia Computer Science*, 136, 5-15.
- Klotz, L., Horman, M., Bi, H. H., & Bechtel, J. (2008). The impact of process mapping on transparency. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 57(8), 623-636.
- Kluza, K., & Nalepa, G. J. (2017). A method for generation and design of business processes with business rules. *Information and Software Technology*, 91, 123-141.
- Kobusińska, A., Leung, C., Hsu, C., Raghavendra, S., & Chang, V. (2018). Emerging trends, issues and challenges in Internet of Things, Big Data and cloud computing. *Future Generation Computer Systems*, 87, 416-419.
- Koçak, A. (2016). İmalat süreçlerinde kullanılan performans ölçütleri üzerine bir literatür araştırması. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 17(3), 160-185.
- Kolberg, D., & Zühlke, D. (2015). Lean automation enabled by Industry 4.0 technologies. *IFAC-PapersOnLine*, 48(3), 2015, 1870-1875.
- Korpela, K., Hallikas, J., & Dahlberg, T. (2017, January). Digital supply chain transformation toward blockchain integration. *Sözlü Bildiri, 50th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, 50, Big Island, Hawaii, 4182-4191.
- Korytkowski, P., Grimaud, F., & Dolgui, A. (2014). Exponential smoothing for multi-product lot-sizing with heijunka and varying demand. *Management and Production Engineering Review*, 5(2), 20-26.
- Korytkowski, P., Wisniewski, T., & Rymaszewski, S. (2013). Multivariate simulation analysis of production leveling (heijunka) - a case study. *International Federation of Automatic Control Proceedings*, 46(9), 1554-1559.
- Krevelen, D., & Poelman, R. (2007). Augmented reality: Technologies, applications, and limitations. *Vrije Univ. Amsterdam, Dep. Comput. Sci.*, 1-25. 2 Temmuz 2019 tarihinde https://www.researchgate.net/profile/Rick_Van_Krevelen2/publication/292150312_Augmented_Reality_Technologies_Applications_and_Limitations/links/56ab2b4108aed5a01359c113/Augmented-Reality-Technologies-Applications-and-Limitations.pdf adresinden alınmıştır.
- Krishna, A., Poizat, P., & Salaün, G. (2019). Checking business process evolution. *Science of Computer Programming*, 170, 1-26.
- Krishnaiyer, K., Chen, F. F., & Bouzary, H. (2018). Cloud Kanban framework for service operations mangement. *Procedia Manufacturing*, 17, 531-538.

- Krumeich, J., Jacobi, S., Werth, D., & Loos, P. (2014, May). Towards Planning and Control of Business Processes Based on Event-Based Predictions., A. Abramowicz, & A. Kokkinaki. (Editörler), *Business Information Systems, 17th International Conference, BIS 2014*, (38-49) Larnaca, Cyprus: SpringerLink.
- Kulaç, Ü. (2013). Yalın üretim felsefesi. 26 Ocak 2019 tarihinde <https://lean.org.tr/yalin-uretim-felsefesi/> adresinden alınmıştır.
- Kulkarni, P. P., Kshire, S. S., & Chandratre, K. V. (2014). Productivity improvement through lean deployment & work study methods. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 3(2), 429-434.
- Kumar, C. S., & Panneerselvam, R. (2007). Literature review of JIT-KANBAN system. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 32(3-4), 393-408.
- Kumar, R., Dwivedi, R. K., & Verma, A. (2016). Poka-Yoke technique, methodology & design. *Indian Journal of Engineering*, 13(33), 362-370.
- Kumar, S. V., Mani, V. G. S., & Devraj, N. (2014). Production planning and process improvement in an impeller manufacturing using scheduling and OEE techniques. *Procedia Materials Science*, 5, 1710-1715.
- Kutin, A., Dolgov, V., Sedykh, M., & Ivashin, S. (2018). Integration of Different Computer-aided Systems in Product Designing and Process Planning on Digital Manufacturing. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 67, 476-481.
- Lacheheb, M. N., Hameurlain, N., & Maamri, R. (2019). Resources consumption analysis of business process services in cloud computing using petri net. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 1-23.
- Lee, I., & Lee, K. (2015). The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. *Business Horizons*, 58(4), 431-440.
- Lee, J., Davari, H., Singh, J., & Pandhare, V. (2018). Industrial Artificial Intelligence for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 18, 20-23.
- Lee, J., Kao, H. A., & Yang, S. (2014). Service innovation and smart analytics for industry 4.0 and big data environment. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 16, 3-8.
- Lee, R. G., & Dale, B. G. (1998). Business process management: a review and evaluation. *Business Process Management Journal*, 4(3), 214-225.
- Leusse, P., Periorellis, P., Dimitrakos, T., & Nair, S. K. (2009, June). Self managed security cell, a security model for the Internet of Things and Services. Sözlü Bildiri, 2009 *First International Conference on Advances in Future Internet*, Athens, Greece, 47-52.
- Leviäkangas, P. (2016). Digitalisation of Finland's transport sector. *Technology in Society*, 47, 1-15.

- Leyh, C., Martin, S., & Schäffer, T. (2017, September). Industry 4.0 and lean production — A matching relationship? An analysis of selected Industry 4.0 models. *Sözlü Bildiri, Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS)*, Prague, Czech Republic, 989-993.
- Li, D. (2016). Perspective for smart factory in petrochemical industry. *Computers & Chemical Engineering*, 91, 136-148.
- Lippolt, C. R. ve Furmans, K. (2008). Sizing of Heijunka-controlled Production Systems with Unreliable Production Processes., T. Koch. (Editör), *Lean Business Systems and Beyond* (11-19), Boston, MA: Springer US.
- Llewellyn, N., & Armistead, C. (2000). Business process management: Exploring social capital within processes. *International Journal of Service Industry Management*, 11(3), 225-243.
- Lopez, J., & Rubio, J. E. (2018). Access control for cyber-physical systems interconnected to the cloud. *Computer Networks*, 134, 46-54.
- Lu, S., Xu, C., Zhong, R. Y., & Wang, L. (2017). A RFID-enabled positioning system in automated guided vehicle for smart factories. *Journal of Manufacturing Systems*, 44, 179-190.
- Luenendonk, M. (2017, Ocak). Industry 4.0: Definition, design principles, challenges, and the future of employment. *Cleverism*. 28 Temmuz 2017 tarihinde <https://www.cleverism.com/industry-4-0/> adresinden alınmıştır.
- Lugert, A., Völker, K., & Winkler, H. (2018). Dynamization of value stream management by technical and managerial approach. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 72, 701-706.
- Luthra, S., & Mangla, S. M. (2018). Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies. *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 168-179.
- Lyyn, T. (2018). Addressing the Complexity of HPC in the Cloud: Emergence, Self-Organisation, Self-Management, and the Separation of Concerns., T. Lyyn, J. P. Morrison ve D. Kenny. (Editörler), *Heterogeneity, High Performance Computing, Self-Organization and the Cloud* (1-30), Dublin, Ireland: Palgrave Macmillan, Cham
- Maarof, M. G., & Mahmud, F. (2015). A review of contributing factors and challenges in implementing kaizen in small and medium enterprises. *Procedia Economics and Finance*, 35, 522-531.
- Machado, C. G., Winrotha, M., Carlssonb, D., Almströma, P., Centerholtb, V., & Hallin, M. (2019). Industry 4.0 readiness in manufacturing companies: challenges and enablers towards increased digitalization. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 81, 1113–1118.
- Macintyre, M. ve Bestwick, S. (2012). Opportunities to Improve Health Visiting Services Through Lean Thinking., L. A. Macaulay, I. Mile, J. Wilby, Y. L. Tan, L. Zhao ve

- B. Theodoulidis. (Editorler), *Case Studies in Service Innovation* (95-99), New York, NY: Springer New York.
- Mackay, D., Bititci, U., Maguire, C., & Ates, A. (2008). Delivering sustained performance through a structured business process approach to management. *Measuring Business Excellence*, 12(4), 22-37.
- Maffei, A., Grahn, S., & Nuur, C. (2019). Characterization of the impact of digitalization on the adoption of sustainable business models in manufacturing. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 81, 765-770.
- Maguad, B. A. (2007). Lean strategies for education: Overcoming the waste factor. *Education*, 128(2), 248-255.
- Majstorovic, V., Sibalija, T., Ercevic, M., & Ercevic, B. (2014). CAI model for prismatic parts in digital manufacturing. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 25, 27-32.
- Maraşlı, H., & Kemahlı, H. (2013). Yalın üretim bazlı üretim izleme ve iyileştirme. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(2), 45-64.
- Maraşlı, H., Akça, C., & Kama, A. (2016). Yalın düşünce ve değer akış haritalamasının dondurma üretim işletmesinde uygulanması. *International Journal of Academic Value Studies*, 2(5), 106-120.
- Martellini, M. (2013). *Cyber Security Deterrence and IT Protection for Critical Infrastructures*. Como, Italy: Springer, Cham.
- Martins, M., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2018). A practical study of the application of SMED to electron-beam machining in automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 17, 647-654.
- Martins, P. V., & Zacarias, M. (2017). An agile business process improvement methodology. *Procedia Computer Science*, 121, 129-136.
- Marzagão, D. S. L., & Carvalho, M. M. (2016). Critical success factors for Six Sigma projects. *International Journal of Project Management*, 34(8), 1505-1518.
- Maskun, Manuputty, A., Noor, S. M., & Sumardi, J. (2013). Cyber Security: Rule of Use Internet Safely?. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 103, 255-261.
- Masplus (T.Y.). Neden MAS?. 9 Temmuz 2019 tarihinde <https://www.masplus.com.tr/neden-mas/> adresinden alınmıştır.
- Matzka, J., Mascolo, M., & Furmans, K. (2012). Buffer sizing of a Heijunka Kanban system. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 23(1), 49-60.
- Mayr, A., Weigelt, M., Köhl, A., Grimm, S., Erll, A., Potzel, M., & Franke, J. (2018). Lean 4.0 - A conceptual conjunction of lean management and Industry 4.0. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 72, 622-628.

- Meidan, A., García-García, J. A., Escalona, M. J., & Ramos, I. (2017). A survey on business processes management suites. *Computer Standards & Interfaces*, 51, 71-86.
- Meissner, H., Ilse, R., & Aurich, J. C. (2017). Analysis of control architectures in the context of Industry 4.0. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 62, 165-169.
- Mendling, J., Baesens, B., Bernstein, A., & Fellmann, M. (2017). Challenges of smart business process management: An introduction to the special issue. *Decision Support Systems*, 100, 1–5.
- Mertes, H. (2017). The importance of an integrated software ERP solution in the glass processing industry. *Glass Performance Days 2017 (GPD2017)*, FeneTech. 28 Temmuz 2019 tarihinde http://www.gpd.fi/GPD2017_proceedings_book/presentations/Horst_Mertes_presentation.pdf adresinden alınmıştır.
- Michniewicz, J., & Reinhart, G. (2014). Cyber-physical robotics—automated analysis, programming and configuration of robot cells based on Cyber-Physical-Systems. *Procedia Technology*, 15, 566-575.
- Miltenburg, J. (2001). One-piece flow manufacturing on U-shaped production lines: a tutorial. *IIE Transactions*, 33(4), 303-321.
- Mladineo, M., Veza, I., Gjeldum, N., Crnjac, M., Aljinovic, A., & Basic, A. (2019). Integration and testing of the RFID-enabled smart factory concept within the learning factory. *Procedia Manufacturing*, 31, 384-389.
- Modi, D. B., & Thakkar, H. (2014). Lean thinking: Reduction of waste, lead Time, cost through lean manufacturing tools and technique. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 4(3), 339-344.
- Montanus, M. L. (2016). *Business Models for Industry 4.0: Developing a Framework to Determine and Assess Impacts on Business Models in the Dutch Oil and Gas Industry*. Unpublished Master's Thesis, Faculty of Technology, Policy and Management – Delft University of Technology, Netherlands.
- Mor, R. S., Bhardwaj, A., Singh, S., & Sachdeva, A. (2018). Productivity gains through standardization-of-work in a manufacturing company. *Journal of Manufacturing Technology*, September, 876-940.
- Morlock, F., & Meier, H. (2015). Service value stream mapping in industrial product-service system performance management. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 30, 457-461.
- Möldner, A. K., Garza-Reyes, J. A., & Kumar, V. (2018). Exploring lean manufacturing practices' influence on process innovation performance. *Journal of Business Research*, September, 1-17.
- Mrugalska, B., & Wyrwicka, M. K. (2017). Towards lean production in Industry 4.0. *Procedia Engineering*, 182, 466 – 473.

- Muchiri, P., & 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.
- Mura, M. D., Dini, G., & Failli, F. (2016). An integrated environment based on augmented reality and sensing device for manual assembly workstations. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 41, 340-345..
- Müller, J. M., Buliga, O., & Voigt, K. (2018a). Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, 132, 2-17.
- Müller, J. M., Kiel, D., & Voigt, K. I. (2018b). What drives the implementation of Industry 4.0? The role of opportunities and challenges in the context of sustainability. *Sustainability*, 10(1), 1-24.
- Nafors, D., Barring, M., Estienne, M. (2018). Supporting discrete event simulation with 3D laser scanning and value stream mapping: Benefits and drawbacks. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 72, 1536-1541.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM*. Cambridge: Productivity Press.
- Naufal, A., Jaffar, A., Yusoff, N., & Hayati, N. (2012). Development of Kanban System at Local Manufacturing Company in Malaysia – Case Study. *Procedia Engineering*, 41, 1721-1726..
- Nguyen, H., Dumas, M., ter Hofstede, A. H., La Rosa, M., & Maggi, F. M. (2019). Stage-based discovery of business process models from event logs. *Information Systems*, 84, 214-237.
- Nguyen, M., & Do, N. (2016). Re-engineering assembly line with lean techniques. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 40, 590-595.
- Norzaimi, C. A. M. (2012, April). The effectiveness and impacts of one piece flow manufacturing technique into manufacturing industries. Sözlü Bildiri, 3rd *International Conference on Engineering and ICT (ICEI2012)*, Malacca, Malaysia, 1-7.
- Nyemba, W. R., & Mbohwa, C. (2017). Process mapping and optimization of the process flows of a furniture manufacturing company in Zimbabwe using machine distance matrices. *Procedia Manufacturing*, 8, 447-454.
- Nyhuis, P., & Vogel, M. (2006). Adaptation of logistic operating curves to one-piece flow processes. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 55(3/4), 284-299.
- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through “Lean Tools”: An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082-1089.

- Omogbai, O., & Salonitis, K. (2017). The implementation of 5S lean tool using system dynamics approach. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 60, 380 – 385.
- Oral, A., Gönen, D., Karaoğlu, A. D., Tuncer, C., & Kundakçı, S. S. (2018). Makine montajında zaman israfının kaldırılması için reba ve muri çalışması. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6, 102-111.
- Orr, L. M. ve Orr, D. J. (2014). Eliminating Waste in Business: Run Lean, Boost Profitability. Berkeley, CA: Apress.
- Oussous, A., Benjelloun, F. Z., Lahcen, A. A., & Belfkih, S. (2018). Big Data technologies: A survey. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 30(4), 431-448.
- Öksüz, M. K., Öner, M., & Öner, S. C. (2017, Eylül). Yalın üretim tekniklerinin Endüstri 4.0 perspektifinden değerlendirilmesi. Sözlü Bildiri, 4. *Uluslararası Bölgesel Kalkınma Konferansı*, Tunceli, 1-10.
- Özçelik, T., & Cinoğlu, F. (2013). Yalın felsefe ve bir otomotiv yan sanayi uygulaması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12(23), 79-101.
- Özdagoğlu, A., & Rebiş, S. (2016). Applications of Kaizen and cycle time reduction as lean production techniques in a semi-flexible PVC film producer. *International Journal of Management Economics and Business*, 12(28), 25-37.
- Özkan, K., Birgün, S., & Kılıçoğulları, P. (2005, Kasım). Müşteriden tedarikçiye değer yaratma: Otomotiv endüstrisinde değer akışı haritalandırma uygulaması. Sözlü Bildiri, V. *Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu*, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, 307-312.
- Özkoç, A. E. (2004). Yalın düşünce ve israfın tek düzen muhasebe sistemi çerçevesinde kaydı: Bir yaklaşım ve örnek uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(1), 119-138.
- Öztürk, İ. (2017). Altı sigma, yalın üretim ve yalın altı sigma metodolojisinin tarımsal işletmelerde verimlilik ve kalite üzerine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 20(3), 201-208.
- Özveri, O., & Çakır, E. (2012). Yalın altı sigma ve bir uygulama. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(2), 17-36.
- Paritala, P. K., Manchikatla, S., & Yarlagaadda, P. K. (2017). Digital manufacturing-applications past, current, and future trends. *Procedia Engineering*, 174, 982-991.
- Parry, G. C., & Turner, C. E. (2006). Application of lean visual process management tools. *Production Planning & Control*, 17(1), 77-86.
- Parviainen, P., Tihinen, M., Kääriäinen, J., & Teppola, S. (2017). Tackling the digitalization challenge: how to benefit from digitalization in practice. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 5(1), 63-77.

- Paschek, D., Ivascu, L., & Draghici, A. (2018). Knowledge Management–The Foundation for a Successful Business Process Management. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 238, 182-191.
- Patil, P. S., Parit, S. P., & Burali, Y. N. (2013). Review paper on “Poka Yoke: The revolutionary idea in total productive management”. *International Journal of Engineering And Science*, 2(4), 19-24.
- Pentimone, D. (2017). The Digital revolution: Its advantages and disadvantages. 6 Ağustos 2018 tarihinde <http://fromdanielsdesk.com/2017/04/20/the-digital-revolution-its-advantages-and-disadvantages/> adresinden alınmıştır.
- Pepper, M. P. J., & Spedding, T. A. (2010). The evolution of lean Six Sigma. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27(2), 138-155.
- Pérez-Álvarez, J. M., Maté, A., Gómez-López, M. T., & Trujillo, J. (2018). Tactical business-process-decision support based on KPIs monitoring and validation. *Computers in Industry*, 102, 23-39.
- Pérez-Castillo, R., Fernández-Ropero, M., & Piattini, M. (2019). Business process model refactoring applying IBUPROFEN. An industrial evaluation. *Journal of Systems and Software*, 147, 86-103.
- Pieńkowski, M. (2014). Waste measurement techniques for lean companies. *International Journal of Lean Thinking*, 5(1), 1-16
- Pinto, H., Pimentel, C., & Cunha, M. (2016). Implications of total productive maintenance in psychological sense of ownership. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 217, 1076-1082
- Plesa, S., & Prostean, G. (2018). Business Process Management for Model Based Design Automotive Projects. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 238, 313-322.
- Prinz, C., Kreimeier, D., & Kuhlenkötter, B. (2017). Implementation of a learning environment for an Industrie 4.0 assistance system to improve the overall equipment effectiveness. *Procedia Manufacturing*, 9, 159-166.
- Proente (2019, Ocak). Endüstri 4.0 ve üretim yönetim sistemi. 25 Haziran 2019 tarihinde <https://proente.com/uretim-yonetim-sistemi/> adresinden alınmıştır.
- Puvanasvaran, A. P., Mei, C. Z., & Alagendran, V. A. (2013). Overall equipment efficiency improvement using time study in an aerospace industry. *Procedia Engineering*, 68, 271-277.
- Radziwon, A., Bilberg, A., Bogers, M., & Madsen, E. S. (2014). The smart factory: exploring adaptive and flexible manufacturing solutions. *Procedia Engineering*, 69, 1184-1190.
- Rafferty, W., Rafferty, L. ve Hung, P. C. K. (2016). Introduction to Big Data. ., P. C. K. Hung (Editör), *Big Data Applications and Use Cases*, (1-16). Oshawa, Canada: SpringerLink.

- Rahimi, F., Møller, C., & Hvam, L. (2016). Business process management and IT management: The missing integration. *International Journal of Information Management*, 36(1), 142-154.
- Rahman, N. A. A., Sharif, S. S., & Esa, M. M. (2013). Lean manufacturing case study with Kanban system implementation. *Procedia Economics and Finance*, 7, 174-180.
- Rajenthirakumar, D., & Gowthamshankar, R. (2011). Analyzing the benefits of lean tools: A consumer durables manufacturing company case study. *Annals of Faculty Engineering Hunedoara- International Journal of Engineering*, 9(3), 335-339.
- Raschke, R. L., & Sen, S. (2013). A value-based approach to the ex-ante evaluation of IT enabled business process improvement projects. *Information & Management*, 50(7), 446-456.
- Reischauer, G. (2018). Industry 4.0 as policy-driven discourse to institutionalize innovation systems in manufacturing. *Technological Forecasting & Social Change*, 132, 26-33.
- Riezebos, J., Klingenberg, W., & Hicks, C. (2009). Lean production and information technology: Connection or contradiction?. *Computers in Industry*, 60(4), 237-247.
- Ringen, D., Aschehoug, S., Holtskog, H., & Ingvaldsen, J. (2014). Integrating quality and lean into a holistic production system, *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 17, 242 – 247.
- Rodič, B. (2017). Industry 4.0 and the new simulation modelling paradigm. *Organizacija*, 50(3), 193-207.
- Roriz, C., Nunes, E., & Sousa, S. (2017). Application of lean production principles and tools for quality improvement of production processes in a carton company. *Procedia Manufacturing*, 11, 1069-1076.
- Rosa, C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., & Campilho, R. (2017). SMED methodology: The reduction of setup times for SOEEI Wire-Rope assembly lines in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 13, 1034-1042.
- Rubio, S., & Corominas, A. (2008). Optimal manufacturing–remanufacturing policies in a lean production environment. *Computers & Industrial Engineering*, 55(1), 234–242.
- Rusli, M. H. M., Jaffar, A., Ali, M. T., & Muhamud, S. (2012). Integrating big island layout with pull system for production optimization. *International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering*, 6(12), 2655-2659.
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *Boston Consulting Group*, 9(1), 54-89.
- Saghafian, S., & Jokar, M. R. A. (2009). Integrative cell formation and layout design in dellular manufacturing systems. *Journal of Industrial and Systems Engineering*, 3(2), 97-115.

- Sahoo, S., & Yadav, S. (2018). Total quality management in Indian manufacturing SMEs. *Procedia Manufacturing*, 21, 541-548.
- Saleem, Md., & Verma, D. S. (2014). Application of lean manufacturing to achieve higher productivity in precision surface equipment industries. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 5(8), 174-190.
- Salinas-Coronado, J., Aguilar-Duque, J. I., Tlapa-Mendoza, D. A. ve Amaya-Parra, G. (2014). Lean Manufacturing in Production Process in the Automotive Industry., J. L. García-Alcaraz, A. A. Maldonado-Macíasve G. Cortes-Robles. (Editörler), *Lean Manufacturing in the Developing World: Methodology, Case Studies and Trends from Latin America* (3-26). Cham : Springer International Publishing.
- Sambamurthy, .V., Bharadwaj, A., & Grover, V. (2003). Shaping agility through digital pptions: Reconceptualizing the role of information technology in contemporary firms. *Management Information Systems Research Center, University of Minnesota*, 27(2), 237-263.
- Santos, C., Mehra, A., Barros, A. C., Araújo, M., & Ares, E. (2017a). Towards Industry 4.0: an overview of European strategic roadmaps. *Procedia Manufacturing*, 13, 972-979.
- Santos, K., Loures, E., Piechnicki, F., & Canciglieri, O. (2017). Opportunities assessment of product development process in Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 11, 1358-1365.
- Sarı, E. S. (2018). Yalın üretim uygulamaları ve kazanımları. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 17, 585-600.
- Sarıkulak, Ö. (2018). *Endüstri devrimlerinin performans göstergelerine etkilerinin incelenmesi ile Endüstri 4.0 analizi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Satoglu, S., Ustundag, A., Cevikcan, ve Durmusoglu, M. B. (2018). Lean Production Systems for Industry 4.0., A. Ustundag ve E. Cevikcan. (Editörler), *Industry 4.0: Managing The digital transformation* (43-59). Birmingham: Springer.
- Saty, S., Weber, I., Paik, H. Y., Di Ciccio, C., & Mendling, J. (2019). Business process improvement with the AB-BPM methodology. *Information Systems*, 84, 283-298.
- Sayar, M., & Yüksel, H. (2018). Endüstri 4.0 ve Türkiye Kamu Sektöründe Endüstri 4.0 Dönüşümü. *Hukuk ve İktisat Araştırmaları Dergisi*, 10(2), 83-98.
- Schoenthaler, F., Augenstein, D., & Karle, T. (2015, July). Design and governance of collaborative business processes in Industry 4.0. Sözlü Bildiri, *Cross-organizational and Cross-company BPM (XOC-BPM) co-located with the 17th The Institute of Electrical and Electronics Engineers Conference on Business Informatics (CBI 2015)*, Lisbon, Portugal.
- Schuldenfrei, M. (2019). Horizontal and vertical integration in Industry 4.0. 8 Temmuz 2019 tarihinde <https://www.manufacturing.net/article/2019/04/horizontal-and-vertical-integration-industry-40> adresinden alınmıştır.

- Schuster, E. V., Brock, D. L., ve Allen, S. J. (2007). *Global RFID - The Value of the EPCglobal Network for Supply Chain Management*. Berlin, Heidelberg: SpringerLink.
- Schwab, K. (2016). *Dördüncü Sanayi Devrimi*. (Çev. Dicleli, Z.) İstanbul: Optimist Yayıncılık (Eserin orijinali Dünya Ekonomik Forumu Yayınevi aracılığıyla 2016'da yayımlandı).
- Scurati, G. W., Gattullo, Fiorentino, M., Ferrise, F., Bordegoni, & Uva, A. E. (2018). Converting maintenance actions into standard symbols for Augmented Reality applications in Industry 4.0. *Computers in Industry*, 98, 68-79.
- Sedelmaier, Y. & Landes, D. (2017). How can we find out what makes a good requirements engineer in the age of digitalization?. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 7(3), 147-164.
- Sekimura, T., & Maruyama, T. (2006). Development of enterprise business application software by introducing Toyota Production System. *Fujitsu Scientific & Technical Journal* 42(3), 407-413.
- Sertyesilisik, B. (2014). Lean and Agile Construction Project Management: As a Way of Reducing Environmental Footprint of the Construction Industry., H. Xu ve X. Wang. (Editörler), *Optimization and Control Methods in Industrial Engineering and Construction* (179-196). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25, 785–805.
- Shahin, A., & Ghasemaghaei, M. (2010). Service Poka Yoke. *International Journal of Marketing Studies*, 2(2), 190-201.
- Shamah, R. A. M. (2013). Measuring and building lean thinking for value creation in supply chains. *International Journal of Lean Six Sigma*, 4(1), 17-35.
- Shen, C. C. (2015). Discussion on key successful factors of TPM in enterprises. *Journal of Applied Research and Technology*, 13(3), 425-427.
- Shewchuk, J. P. (2008). Worker allocation in lean U-shaped production lines. *International Journal of Production Research*, 46(13), 3485-3502.
- Shukla, N., Keast, J. E., & Ceglarek, D. (2014). Improved workflow modelling using role activity diagram-based modelling with application to a radiology service case study. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 116(3), 274-298.
- SigmaCenter Kalite ve Verimlilik Yönetimi Danışmanlığı (2016, Mayıs). 7 Temel israf. *Uludağ Üniversitesi Teknoloji Geliştirme Bölgesi (ULUTEK)*. 09 Şubat 2019 tarihinde <https://www.sigmacenter.com.tr/7-temel-israf.html> adresinden alınmıştır.
- Silva, A. M., & Baranauskas, C. C. (2000, October). The andon system: Designing a CSCW environment in a lean organization. Sözlü Bildiri, *6th International Workshop on Groupware (CRIWG 2000)*, Madeira, Portugal, 130-133.

- Silva, E. H. D. R., Shinohara, A. C., de Lima, E. P., Angelis, J., & Machado, C. G. (2019). Reviewing Digital Manufacturing concept in the Industry 4.0 paradigm. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 81, 240-245.
- Silva, S. C., & Alves, A. C. (2004). A framework for understanding cellular manufacturing systems. *E-Manufacturing: Business Paradigms and Supporting Technologies*, January, 163-172.
- Simaria, A. S., Sa', M. Z., & Vilarinho, P. M. (2009). Meeting demand variation using flexible U-shaped assembly lines. *International Journal of Production Research*, 47(14), 3937-3955.
- Singh, J., & Singh, H. (2009). Kaizen Philosophy: A Review of Literature. *The Icfai University Journal of Operations Management*, 8(2), 51-72.
- Singh, R., Gohil, A. M., Shah, D. B., & Desai, S. (2013). Total productive maintenance (TPM) implementation in a machine shop: A case study. *Procedia Engineering*, 51, 592-599.
- Skhmot, N. (2017, Agustos). The 8 wastes of lean. The lean way, 15 Şubat 2019 tarihinde <https://theleanway.net/The-8-Wastes-of-Lean> adresinden alınmıştır.
- Small, E. P., Ayyash, L., & Hamouri, K. A. (2017). Benchmarking performance of tqm principals in electrical subcontracting in Dubai: A case study. *Procedia Engineering*, 196, 622-629.
- SmartAndon (T. Y.). Smart andon architecture. Benefits. 10 Şubat 2019 tarihinde <http://www.smartandon.com/Andon.html> adresinden alınmıştır.
- Smartdraw. (T. Ya.). What is a block diagram?. 13 Ağustos 2019 tarihinde <https://www.smartdraw.com/block-diagram/> adresinden alınmıştır.
- Smartdraw. (T. Yb.). What is a workflow diagram?. 15 Ağustos 2019 tarihinde <https://www.smartdraw.com/workflow-diagram/> adresinden alınmıştır.
- Snee, R. D. (2010). Lean Six Sigma – getting better all the time. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(1), 9-29.
- Soliman, M., & Saurin, T. A. (2017). Lean production in complex socio-technical systems: A systematic literature review. *Journal of Manufacturing Systems*, 45, 135–148.
- Song, J., & Jeong, J. (2019). Rule Extraction Required for Manufacturing Process Design. *Procedia Computer Science*, 151, 630-635.
- Sony, M. (2018). Industry 4.0 and lean management: a proposed integration model and research propositions. *Production & Manufacturing Research*, 6(1), 416-432.
- Soriano, J., Heitz, C., Hutter, H., Fernández, R., Hierro, J. J., Vogel, J., Edmonds, A. ve Bohnert, T. M. (2013). Internet of Services., G.Goos, J. Hartmanis ve J. Leeuwen. (Editörler), *Evolution of Telecommunication Services The Convergence of Telecom and Internet: Technologies and Ecosystems* (283-325). New York Dordrecht London: Springer Heidelberg.

- Sousa, E., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, M. T., Gouveia, R., & Silva, R. P. (2018b). Applying SMED methodology in cork stoppers production. *Procedia Manufacturing*, 17, 611-622.
- Sousa, P., Tereso, A., Alves, A., & Gomes, L. (2018a). Implementation of project management and lean production practices in a SME Portuguese innovation company. *Procedia Computer Science*, 138, 867-874.
- Spectralengines. (2018, Şubat). Industry 4.0 and how smart sensors make the difference. *Spectral Engines Member of Nynomic Group*. 7 Ağustos 2019 tarihinde <https://www.spectralengines.com/articles/industry-4-0-and-how-smart-sensors-make-the-difference> adresinden alınmıştır.
- Stahl A. F., Gustavsson, M., & Karlsson, N. (2015). Lean production tools and decision latitude enable conditions for innovative learning in organizations: A multilevel analysis. *Applied Ergonomics*, 47, 285-291.
- Stanescu, A. M., Repta, D., Moisescu, M. A., Sacala, I. S. & Benea, M. (2014). Towards a Generic Enterprise Systems Architecture Based on Cyber-Physical Systems Principles., L. M. Camarinha-Matos, & H. Afsarmanesh. (Editörler), *Collaborative Systems for Smart Networked Environments, 5th IFIP WG 5.5 Working Conference on Virtual Enterprises, PRO-VE 2014*, (245-252), Amsterdam, The Netherlands: SpringerLink.
- Stary, C. ve Neubauer, M. (2017). *S-BPM in the Production Industry*. Linz, Austria: Springer, Cham.
- Steckowych, K., & Smith, M. (2019). Workflow process mapping to characterize office-based primary care medication use and safety: A conceptual approach. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 15(4), 378-386.
- Sternberg, H., Stefansson, G., Westernberg, E., Gennäs, R. B., Allenström, E., & Nauska, M. L. (2012). Applying a lean approach to identify waste in motor carrier operations. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 62(1), 47-65.
- Stock, T., & Seliger, G. (2016). Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 40, 536-541.
- Stoldt, J., Trapp, T. U., Toussaint, S., Süsse, M., Schlegel, A., & Putz, M. (2018). Planning for digitalisation in SMEs using tools of the digital factory. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 72, 179-184.
- Stopka, M., Kohár, R., Gramblička, S., & Madaj, R. (2017). Dynamical analysis of 3D Printer's powertrain. *Procedia Engineering*, 192, 845-850.
- Subramaniam, S. K., Husin, S. H., Singh, R. S. S., & Hamidon, A. H. (2009). Production monitoring system for monitoring the industrial shop floor performance. *International Journal of Systems Applications, Engineering & Development*, 1(3), 28-35.
- Subramanian, N., & Jeyaraj, A. (2018). Recent security challenges in cloud computing. *Computers & Electrical Engineering*, 71, 28-42.

- Subramanyachary, P. (2017). Digitalization in India: A needed gadget for business environment. *IRA-International Journal of Management & Social Sciences*, 6(2) 253-259.
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., & Uchikawa, S. (2007). Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-forhuman system. *International Journal of Production Research*, 15(6), 553-564.
- Sujová, A., & Marcineková, K. (2015). Improvement of Business Processes—a Research Study in Wood-processing Companies of Slovakia. *Procedia Economics and Finance*, 34, 296-302.
- Sumer, B. (2018). Impact of Industry 4.0 on Occupations and Employment in Turkey. *European Scientific Journal*, 14(10), 1-17.
- Sundin, E., Björkmen, M., Eklund, M., Eklund, J., & Engkvist, I. (2011). Improving the layout of recycling centres by use of lean production principles. *Waste Management*, 31(6), 1121-1132.
- Sung, T. K. (2018). Industry 4.0: A Korea perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 132, 40-45.
- Svahn, F. (2012). Digital product innovation: Building generative capability through architectural frames. *Umeå University, Faculty of Social Sciences, Department of Informatics*, 9-219. 2 Ağustos 2018 tarihinde https://www.researchgate.net/publication/260881451_Digital_Product_Innovation_Building_Generative_Capability_through_Architectural_Frames adresinden alınmıştır.
- Swain, A. K., Cao, Q. R., & Gardner, W. L. (2018). Six Sigma success: Looking through authentic leadership and behavioral integrity theoretical lenses. *Operations Research Perspectives*, 5, 120-132.
- Şahin, A. (2017, Şubat). Akıllı üretim çağı: Endüstri 4.0. *Fortune Turkey*. 27 Ekim 2018 yılında <http://www.fortuneturkey.com/akilli-uretim-cagi-endustri-40-42841> adresinden alınmıştır.
- Şahin, L. (T. Y.). Endüstri 4.0 hangi enstrümanlarla gerçekleşecek?. 8 Temmuz 2019 tarihinde <http://www.profdrl-eventsahin.com/endustri-4-0-hangi-enstrumanlarla-gerceklesecek.html> adresinden alınmıştır.
- Şeker, A. (2016). Yalın üretim sisteminde kanban, tek parça akışı ve u tipi yerleştirme sistemleri. *International Journal of Social Science*, 50, Autumn II, 449-470.
- Şimşir, İ., Bağış, M., Kurutkan, M. N., & Oğuz, B. (2013, Mayıs). Sağlık hizmetlerinde israf yönetimi. Sözlü Bildiri, 4. *Uluslararası Sağlıkta Performans ve Kalite Kongresi*, Ankara, 1-15.
- Taddeo, R., Simboli, A., Di Vincenzo, F., & Ioppolo, G. (2019). A bibliometric and network analysis of Lean and Clean(er) production research (1990/2017). *Science of the Total Environment*, 653, (765-775).

- Taş, H. Y. (2018). Dördüncü Sanayi Devrimi'nin (Endüstri 4.0) Çalışma Hayatına ve İstihdama Muhtemel Etkileri. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 9(16), 1817-1836.
- Techopedia (T.Y.). Artificial Intelligence (AI). Definition - What does Artificial Intelligence (AI) mean?. 24 Ekim 2018 tarihinde <https://www.techopedia.com/definition/190/artificial-intelligence-ai> adresinden alınmıştır.
- Tekin, M., Arslanere, M., Etlioğlu, M., & Tekin, E. (2018). Büyük ölçekli bir işletmede 5S uygulaması. *International Journal of Social and Humanities*, 2(1), 106-122.
- Tekin, Z. (2018). İşletmelerin Endüstri 4.0 uygulamalarının içerik analizi yöntemiyle incelenmesi. *PressAcademia Procedia*, 7(1), 251-255.
- Telukdarie, A., Buhulaiga, E., Bag, S., Gupta, S., & Luo, Z. (2018). Industry 4.0 implementation for multinationals. *Process Safety and Environmental Protection*, 118, 316-329.
- Temiz, İ., Atasoy, E., & Sucu, A. (2010). Toplam ekipman etkinliği ve bir uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(4), 49-60.
- Tezel, A., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2016). Visual management in production management: a literature synthesis. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(6), 766 - 799.
- The App Solutions (T.Y.). Benefits of using augmented reality for business. Advantages of augmented reality for business. 3 Temmuz 2018 tarihinde <https://theappsolutions.com/blog/development/ar-benefits-for-business/> adresinden alınmıştır.
- Thoben, K. & Lewandowski, M. (2015, October). Information and Data Provision of Operational Data for the Improvement of Product Development., A. Bouras, B. Eynard, S. Foufou, & K. Thoben. (Editörler), *Product Lifecycle Management in the Era of Internet of Things, 12th IFIP WG 5.1 International Conference, PLM 2015*, (3-12), Doha, Qatar: SpringerLink.
- Thomas, A., Barton, R., & Chuke-Okafor, C. (2008). Applying lean six sigma in a small engineering company – a model for change. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20(1), 113-129.
- Tilson, D., Lyytinen, K., & Sørensen, C. (2010). Research Commentary Digital Infrastructures: The Missing IS Research Agenda. *Information Systems Research*, 21(4), 748-759.
- Tjell, J., & Bosch-Sijtsema, P. M. (2015). Visual management in mid-sized construction design projects. *Procedia Economics and Finance*, 21, 193-200.
- Tokcan, T. (2011). *Süreç yönetimi ve süreç iyileştirme teknikleri, gıda işletmesinde bir uygulama*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

- Treville, S., & Antonakis, J. (2006). Could lean production job design be intrinsically motivating? Contextual, configurational, and levels-of-analysis issues. *Journal of Operations Management*, 24(2), 99–123.
- Tsao, L., Rau, P., & Ma, L. (2015). Development of a quick instrument measuring Kaizen culture (for Chinese). *Procedia Manufacturing*, 3, 4708-4715.
- Tsigkas, A. C. (2013). *The Lean Enterprise: From the Mass Economy to the Economy of One*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Tsou, J., & Chen, W. (2008). The impact of preventive activities on the economics of production systems: Modeling and application. *Applied Mathematical Modelling*, 32(6), 1056-1065.
- TUBİTAK (2016, Aralık). Yeni sanayi devrimi akıllı üretim sistemleri teknoloji yol haritası. *TÜBİTAK Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı*, 1-26. 26 Temmuz 2019 tarihinde http://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/akilli_uretim_sistemleri_tyh_v2_7aralik2016.pdf adresinden alınmıştır.
- Tupa, J., Simota, J., & Steiner, F. (2017). Aspects of risk management implementation for Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 11, 1223-1230.
- Turan, H. (2016). Çevik üretim ile yalın üretimin karşılaştırılması. *Journal of Life Economics*, Temmuz, 61-76.
- TÜSİAD & BCG (Mart, 2016). Türkiye'nin Sanayi 4.0 dönüşümü raporu. Yayın No: TÜSİAD-T / 2016-03 / 576, 13-60. 11 Nisan 2020 tarihinde <http://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf> adresinden alınmıştır.
- Ucan, B. (2012). The effects of digitalization on Turkish caricature. *International Journal of Electronics; Mechanical and Mechatronics Engineering*, 2(4), 361-371.
- Ufua, D. E., Papadopoulos, T., & Midgley, G. (2018). Systemic lean intervention: Enhancing lean with community operational research. *European Journal of Operational Research*, 268(3), 1134–1148.
- Uriarte, A. G., Ng, A. H. C., & Moris, M. U. (2018). Supporting the lean journey with simulation and optimization in the context of Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 25, 586-593.
- Vaidya, S., Ambad, P., & Bhosle, S. (2018). Industry 4.0 – A glimpse. *Procedia Manufacturing*, 20, 233-238.
- Veech, D. S. (2004). A person-centered approach to sustaining a lean environment – Job design for self-efficacy. *Defense Acquisition Review Journal*, Ağustos – Kasım, 159-171.
- Venkatesh, J. (2007). An introduction to total productive maintenance (TPM). *The Plant Maintenance Resource Center*, April, 3-20.

- Veres (Harea), C., Marian, L., Moica, S., & Al-Akel, K. (2018). Case study concerning 5S method impact in an automotive company. *Procedia Manufacturing*, 22, 900-905.
- Vestin, A., Säfssten, K., & Löfving, M. (2018). On the way to a smart factory for single-family wooden house builders in Sweden. *Procedia Manufacturing*, 25, 459-470.
- Vidya, M. (T.Y.). What is a sensor? Different types of sensors with applications. 7 Ağustos 2019 tarihinde <https://www.electricaltechnology.org/2018/11/types-sensors-applications.html> adresinden alınmıştır.
- Vilarinho, S., Lopes, I., & Sousa, S. (2017). Design procedure to develop dashboards aimed at improving the performance of productive equipment and processes. *Procedia Manufacturing*, 11, 1634-1641.
- Vilda, F. G., Yagüe-Fabra, J. A., Torrents, A. S., Jauregui-Becker, J. M., & Wits, W. W. (2018). A geometrical model for managing surface productivity of U-shaped assembly lines. *College International pour la Recherche en Productique Annals - Manufacturing Technology*, 67(1), 479-482.
- Viriyasitavat, W., & Hoonsopon, D. (2019). Blockchain characteristics and consensus in modern business processes. *Journal of Industrial Information Integration*, 13, 32-39.
- Vogelsang, M. (2010). *Digitalization in Open Economies: Theory and Policy Implications*. Heidelberg : Physica-Verlag HD
- Wagner, T., Herrmann, C., & Thiede, S. (2017). Industry 4.0 impacts on lean production systems. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 63, 125-131.
- Wahab, A. N. A., Mukhtar, M., & Sulaiman, R. (2013). A conceptual model of lean manufacturing dimensions. *Procedia Technology*, 11, 1292-1298.
- Wang, H. J., Zhao, J. L., & Zhang, L. J. (2009). Policy-Driven Process Mapping (PDPM): Discovering process models from business policies. *Decision Support Systems*, 48(1), 267-281.
- Wang, L. & Wang, G. (2016). Big data in cyber-physical systems, digital manufacturing and industry 4.0. *I.J. Engineering and Manufacturing*, 4, 1-8.
- Wang, P., Yang, T., & Chang, M. (2017). Effective layout designs for the Shojinka control problem for a TFT-LCD module assembly line. *Journal of Manufacturing Systems*, 44(1), 255-269.
- Wang, S., Wan, J., Li, D., & Zhang, C. (2016). Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 12(1), 1-10.
- Wang, Z., Chen, L., Zhao, X., & Zhou, W. (2014). Modularity in building mass customization capability: The mediating effects of customization knowledge utilization and business process improvement. *Technovation*, 34(11), 678-687.

- Wasmund, R. (2017). The internet of services in Industrie 4.0. *Concept Systems*. 29 Ağustos 2018 tarihinde <https://conceptsyste.msinc.com/the-internet-of-services-in-industrie-4-0/> adresinden alınmıştır.
- Weinberg, B. D., Milne, G. R., Andonova, Y. G., & Hajjat, F. (2015). Internet of Things: Convenience vs. privacy and secrecy. *Business Horizons*, 58, 615 – 624.
- Wielki, J., & Koziół, P. (2019). Optimization of business processes with the use of microlocation tools based on the Industry 4.0 concept. *Calitatea*, 20(S1), 469.
- Wiktorsson, M., Do Noh, S., Bellgran, M., & Hanson, L. (2018). Smart Factories: South Korean and Swedish examples on manufacturing settings. *Procedia Manufacturing*, 25, 471-478.
- Wohlers, B., Dziwok, S., Pasic, F., Lipsmeier, A., & Becker, M. (2019). Monitoring and Control of Production Processes based on Key Performance Indicators for mechatronic Systems. *International Journal of Production Economics*, July, 1-19.
- Wolniak, R., Skotnicka, B., & Zasadzien, The use of value stream mapping to introduction of organizational innovation in industry. *Metalurgija*, 53(4), 709-712.
- Wu, M., & Moon, Y. (2019). Alert correlation for cyber-manufacturing intrusion detection. *Procedia Manufacturing*, 34, 820-831.
- Wu, P., & Low, S. P. (2013). *Lean and Cleaner Production Applications in Prefabrication to Reduce Carbon Emissions*. New York: Springer.
- Xu, J., Huang, E., Hsieh, L., Lee, L. H., Jia, Q. S., & Chen, C. H. (2016). Simulation optimization in the era of Industrial 4.0 and the Industrial Internet. *Journal of Simulation*, 10(4), 310-320.
- Xu, Y., & Chen, M. (2016). Improving just-in-time manufacturing operations by using internet of things based solutions. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 56, 326-331.
- Xu, Z., Liu, Y., & Zhang, H. (2018). Special section on intelligent sensing and applications for cyber-physical systems. *Future Generation Computer Systems*, 81, 382-383.
- Ye, Y., Wang, M., Yao, S., Jiang, J. N., & Liu, Q. (2019). Big data processing framework for manufacturing. *Procedia College International pour la Recherche en Productique*, 83, 661-664.
- Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22, 546-556.
- Yıldız, A., & Uğur, L. (2018). Endüstri 4.0 ile yalın üretim arasındaki ilişkinin incelenmesi. Sözlü bildiri, *Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi*, Kocaeli, Türkiye, 672-678.
- Yoo, Y. (2010a). Computing in Everyday Life: A Call for Research on Experiential Computing. *Management Information Systems Quarterly*, 34(2), 213-231.

- Yoo, Y. (2010b). Digitalization and Innovation. *Institute of Innovation Research, Hitotsubashi University*, 10(09), 1-33.
- Yoo, Y., Henfridsson, O., & Lyytinen, K. (2014). The New Organizing Logic of Digital Innovation: An Agenda for Information Systems Research. *Information Systems Research*, 21(4), 1-21.
- Yüksekbilgili, Z., & Çevik, G. Z. (2018). Endüstri 4.0 Bağlamında Türkiye'nin Yerine İlişkin Güncel ve Gelecek Eksenli Bir Analiz. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi (FESA)*, 3(2), 422-436.
- Zezulka, F., Marcon, P., Vesely, I., & Sajdl, O. (2016). Industry 4.0 – An introduction in the phenomenon. *The International Federation of Automatic Control PapersOnLine*, 46(25), 8-12.
- Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent manufacturing in the context of Industry 4.0: A review. 3(5), 616-630.
- Zhu, Z., Zhao, J., & Bush, A. A. (2020). The effects of e-business processes in supply chain operations: Process component and value creation mechanisms. *International Journal of Information Management*, 50, 273-285.
- Zwolińska, B. (2016). Use of the method wsm to the identify muda. *Research in Logistics & Production*, 6(6), 513-522.

6. EKLER

Ek 1. Toplam Verimli Bakım Bölümü Süreç İyileştirme Çalışmaları (Devamı)

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Cnc torna ayaklar sıkılmıyor	23	25	Ayarlama / Kalibrasyon	Hidroik motor termik resetlendi
Robot Arızası	Robot çalışmıyor	14	14	Ayarlama / Kalibrasyon	Robotresetlendi
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Preslere hava yetersiz geliyo bakılmasını rica ederim	40	41	Ayarlama / Kalibrasyon	.
Robot Arızası	Makinadan alırken yere atıyor	29	30	Ayarlama / Kalibrasyon	Hava az olduğuiçin düşürüyor
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Hat. 3 kaynaktaki jant indirme kaldırma asansörüne yeterli hava gelmiyor	31	31	Temizlik	Kompresor kapanmış açıldı
Tezgah Arızası	Cnc tornanın kapısı kapanmıyor	8	61	Ayarlama / Kalibrasyon	Silindirin sommuunu çıkmış takıldı
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Uretim durdu hava yok daha	13	13	Ayarlama / Kalibrasyon	.
Yağ/Hava/Su Kaçağı	Ünitenin üzerinde yağ kaçağı var	6	41	Hidrolik İyileştirme	Rekor gevsemiş ilaclarıp sıkıldı
Güç Kaynağı Arızası	Alın kaynak sürekli eritmeye giriyor..	30	31	Ayarlama / Kalibrasyon	Makina ön ıstması çalıştırıldı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Salter attı gereğinin yapımlası	32	34	Ayarlama / Kalibrasyon	Kaçak akım resetledi
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Hava düşük robot diski yere bırakıyor	13	54	Ayarlama / Kalibrasyon	Kompresörden kaynaklı
Korumalığı Kırıldı	Asansör korumalı yok	36	242	Standartlaştırma	Tamamlandı.
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Hat 3 taslama kabinindeki gaz altı kaynak makinasının gaz çıkışı kart üzerinden ayar yapılacak	17	22	Ayarlama / Kalibrasyon	Gaz ayarı yapıldı
Motor Arızası	Kurs motoru sıkıştı gereğinin yapılması	35	278	Ayarlama / Kalibrasyon	Kurs motoru klşemens kutusu dağılmış kablolar kopmuşu revizyon yapıldı. Motor bağlanması için bakıma ver,ldi

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Robot Arızası	Svıch arızası	32	32	Ayarlama / Kalibrasyon	Tezgahresetlendi
Kaynak İşleri	Role bantı kaynak olacak	17	91	Mekanik İyileştirme	Kaynatıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Termik atk	7	27	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik resetlendi çıkartıcı piston sivici ayrlandı
Tezgah Arızası	Kenar kesme kesmiyor.	85	91	Temizlik	Yarın kalıp değişiminde verecekler
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Walf arızası	28	32	Ayarlama / Kalibrasyon	Sivich kablosuçıkmış bağlandı
Merdane Arızası	Hat 3 yeni kurula bandOn motoru ters tarafta öbür uca alınması gerekiyor	24	36	Ayarlama / Kalibrasyon	Yeni kurulan bant komple yeri değişmesi gerekiyor pazar günü yapılacak dediler bu şekilde çalışıyor
Motor Arızası	W3 pres malzemeye patladamıyor	19	19	Ayarlama / Kalibrasyon	Sivich ayarlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Havayi asansör ün yükleme sepetinde kasnak takılı kalıyor geginin yapılması	17	19	Ayarlama / Kalibrasyon	Herhangi bir problem görülmedi makina çalışıyor
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Kasnak takılı kalıyor	36	37	Ayarlama / Kalibrasyon	Sivich ayarı yapıldı
Fren Arızası	Frenler bırakmıyor kayılardan duman çıkıyor	16	17	Ayarlama / Kalibrasyon	Kontrol edidi. Hava vanası kapalı idi. Açıldı..
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Havai hat asansör swichi hep görüyor	9	15	Ayarlama / Kalibrasyon	R4eflörtörlü sivich ayarlamndı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Asansör çalışmıyor	23	32	Ayarlama / Kalibrasyon	Konta k temizlendi
Güç Kaynağı Arızası	İç aydınlatma lambası yanmıyor	11	24	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Armatür patlamış yenisi geldiğinde takılacak
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Pres start almıyo çalışmıyo	5	17	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Yağ eksik ilave edilecek
Yağ / Filtre Değişimi	Yag eksik yag takviyesi yapılacak	19	24	Hidrolik İyileştirme	300 kg dt 46 hidrokil yağı ilave edildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Üst ölü nokta ışığı yanmı	2	22	Ayarlama / Kalibrasyon	Sivich dayamaşarı gevsemiş ayarlandı makina kalıbdan dolayı çok sarsontlı patlatıyo ondan gevsemiş
Zincir Arızası	3.hat kasnak yıkamanın band yürümüyor geginin yapılması	20	203	Mekanik İyileştirme	Servis gelecek

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Robot Arızası	Robot program ayarı yapılacak	62	83	Ayarlama / Kalibrasyon	Rrobot ayarlandı
Valf Arızası	Havalı baskı pistonundan dramlı hava geliyor	29	184	Parça değişimi	16*80*25piston keçesi patlamış silindir söküldü yerine yteni keçe takıldı silindir yerine takıldı çalıŖıyor teslim edildi
Röle Arızası	1. Op alt mil valfi yukarı doğru kaçırıyor	4	199	Ayarlama / Kalibrasyon	Ayar yapıldı makina 13:30 da teslim edildi gec kapatıldı deneme amaçlı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Pres üst ölü noktayı görmüyor	10	22	Ayarlama / Kalibrasyon	Mekanizma dağılmış bakıma devredildi
Dişli Arızası	Pres alt ve üst ölü nokta dayamaları yamulmuş pres çalışmıyor gereğinin yapılması rica ederim	33	151	Mekanik İyileştirme	Yamulan dayama değil. Alt ve üst ölü noktaları goren switch bağlantı derling dişlisi kırılmış. Kasası yamulmuş sokulup kasa doğrultulup kaynatıldı yedek dişli takıldı swtitch ayarları yapıldı. Kontrol edildi teslim edildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Cok milli lamba patladı tek milli fişi ezilmiş 2 kalem arıza vardır	20	21	Ayarlama / Kalibrasyon	Sigorta resetlendi
Zincir Arızası	Hat 3 firca bandın xzinciri koptu acil	15	75	Mekanik İyileştirme	Motor zinciri ve merdane zinciri kopmuş dağılmış söküldü yeni zincir kesilip yerine takıldı s.yoktur
Basıncılı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Montaj salğı yalpa asansörünün keçesi patlak	21	43	Mekanik İyileştirme	Keçe yatagından çıkmış yerine takıldı. Sehba yamuk duruyordu. Ayarlandı
Motor Arızası	Kurs motoru çalışmıyor	32	41	Ayarlama / Kalibrasyon	Motor kablosu kopmuş eklendi
Tezgah Arızası	Hidrolik makara yukarıya kaçırıyor.	30	130	Mekanik İyileştirme	38 50 takım keçe kullanıldı silindir içten kaçak veriyordu
Motor Arızası	Kurs motoru çalışmıyor	4	8	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Termik atmış resetlendi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Asansör kendi kendine inip kalkıyor gereğinin yapılması	8	10	Ayarlama / Kalibrasyon	Asağı son swichi ayarlandı
Çene Arızası	Alın kaynak kenar kesme kesmiyor	33	34	Temizlik	
Robot Arızası	Çalışmıyor	16	24	Ayarlama / Kalibrasyon	Acıl stop resetlendi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Makina çalışmıyor	107	139	Ayarlama / Kalibrasyon	Sıyırma kenar kesme ağız acma 3 tane role butun hatdaki sorunlar elden gecti çalıştırıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Güç Kaynağı Arızası	Hat.3 sibop delmeye elektirik gelmiyor	70	73	Ayarlama / Kalibrasyon	Sığorta resetlendi
Güç Kaynağı Arızası	Makina çalışmıyor	31	32	Parça değişimi	Acil stop resetlendi,i
Robot Arızası	W3 pres robot devreye girmiyor	7	15	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot çalıştırıldı
Tezgah Arızası	Tezgah boryağ kaçırıyor g.y.	12	58	Mekanik İyileştirme	Kızak aralarına silikon cekildi
Motor Arızası	Koç dönmüyor	58	63	Ayarlama / Kalibrasyon	Surucu arızaya gecmiş resetlendi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Ayak basınc arızası veriyor	112	392	Parça değişimi	Hafızs pili degışti
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	W3 pres sivic kablosu temas yab mıyor	7	8	Ayarlama / Kalibrasyon	Kablo bağldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Makine otomatik te çalışmıyor	32	60	Parça değişimi	Röle degışti
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	3 hat fırça çalışmıyor	4	6	Ayarlama / Kalibrasyon	Sigortavresetlendi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Switch görmüyor	17	45	Ayarlama / Kalibrasyon	Swich ayarı yapıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Sehpa elektirik kaçırıyor	51	127	Ayarlama / Kalibrasyon	Her hangi bir arıza görülmedi
Tezgah Arızası	Bant kırık kaynak olacak	14	32	Mekanik İyileştirme	Bant kaynatıldı
Tezgah Arızası	Radusteki seyar asansor sabitlenecek	119	179	Mekanik İyileştirme	Kaynak işleri yapıldı montaj yapıldı
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Universal torna çalışmıyor ayaklar oto acmıyor	16	18	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik resetlendi torna çalıştırıldı
Tezgah Arızası	Tezgahın spindle motorunun olduğu yerin kapagı yk.	101	150	Mekanik İyileştirme	Kapak yerine takıldı sorun yok
Yağlama Arızası	Yağ kaçacağı var	50	84	Parça değişimi	Basınc saatinin hortumun yüzüğü catlamış yenisi ile degışti sorun yok
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Yükleme asansörün switch görmüyor	10	18	Ayarlama / Kalibrasyon	Sıvıç kabloları bağlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Havai hat asansör switch hep görüyor	95	106	Parça değişimi	Siviç degışti

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Role 2. Op asansör sivici çalışmıyor	6	52	Parça değişimi	Mesafeli siviç değiştirildi
Motor Arızası	Agız acmanın su motoru çalışmıyor	9	48	Parça değişimi	Su motoru değışti
Yavaş Çalışma	Asansorun sehpası aşağıda olmus	39	99	Ayarlama / Kalibrasyon	Ayarlandı op. Teslim edildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Yükleme mıknatızları çalışmıyor	20	74	Ayarlama / Kalibrasyon	Herhangi bir arıza yok saçlar çok eğri oprt e bilgi verildi
Fren Arızası	Fren balataları salmıyor	23	121	Mekanik İyileştirme	Fren ayar somunları düşmüş valfe enerji kesmi,ş düzeltildi sorun yok
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Hat 3 univelsel torna çalışmıyr	28	37	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik resetlendi
Zincir Arızası	Merdaneler vurduruyor	50	84	Mekanik İyileştirme	Zincirler bollasmış gerildi denendi sorun yok
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Valf arızası	18	19	Ayarlama / Kalibrasyon	Valf kablosu kopmuş bağlandı
Güç Kaynağı Arızası	Elektirik kablosu kopuk bant lanacak	7	7	Ayarlama / Kalibrasyon	Kablo ekledi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Pres üst ölü noktayı görmüyor	48	75	Ayarlama / Kalibrasyon	Arıza tespit edilemedi pres çalışıyor
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Tedgah çalışmıyor	18	30	Ayarlama / Kalibrasyon	Yag seviye soketi çıkmış bilal
Robot Arızası	Sviç ka losu kpptu	5	34	Ayarlama / Kalibrasyon	Robotun a6 eksenine bağlı olan kelepçenıncivatarının düsesi sonucu 3 adet siviç kablosu kopmuştur kelepçe yerine bağlndı siviç kabloları bulunup bağlndı çlıştırıldı
Yağlama Arızası	Pres yağlama yapmıyor	133	180	Ayarlama / Kalibrasyon	Makina kava yapmış
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Havai hat sivici çalışmıyor	14	21	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç ayarlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Marka presi sensörünün kablosu çıktı gereginin yapılması	19	28	Ayarlama / Kalibrasyon	Sensör kablosu bağlandı sabitlendi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Valf takılı kalıyor	58	182	Ayarlama / Kalibrasyon	Elektriksel arıza gıderıldı mekanik arıza var mekanıge devredildi

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Tezgah Arızası	09.05.09 alex cnc torna kızak koruyucusu nun hareketli kısmının takılması	90	117	Ayarlama / Kalibrasyon	Almer omer goturdu bakımını yapacak
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Kılavuz akrobat makinesi star düğmesi çalışmıyor	7	10	Ayarlama / Kalibrasyon	Faz yönü eğiştii
Pnömatik Arıza	Dirinler pres koç hareket etmiyor valfler çekiyor acill bakılması gerekmektedir	53	67	Ayarlama / Kalibrasyon	Kkontrol edildi elektriksel arıza bobının kablosu kopmuş elektriciye soylendi
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Utunun cıvataları tutan parca kırıldı kaynak olacak bakılmasını rica ederim acill	64	153	Mekanik İyileştirme	Cıvatalar sıkıldı kırılan parca yerine kaynatıldı teslim edildi s yok
Civata - Somun Koptu/Gevşedi/Kırıldı	Yıkama kazanı pompa motorunun ayak cıvataları çıkmış sabitlenmesi gerekiyor	43	68	Mekanik İyileştirme	Motor bağlantı cıvataları tamamlandı sıkıldı
Zincir Arızası	Hat 3 fırca taşıma bandı zinciri dağılmıştır 23 bakla zincir kesip takılacak acill	23	24	Mekanik İyileştirme	Kopan zincir eklendi
Zincir Arızası	Hat 3 fırca taşıma bandı zinciri dağılmıştır 23 bakla zincir kesip takılacak acill	24	24		Kopan zincir eklendi
Güç Kaynağı Arızası	Asansör pistonu çalışmıyorrr	8	18	Ayarlama / Kalibrasyon	Bant mal var sivici ayarlandı
Dişli Arızası	Kılavuz makinası dişli sıyrıyor çalışmıyor	25	35	Ayarlama / Kalibrasyon	Ayar yapıldı sorun yok
Pompa Arızası	Hat 3 yıkamanın jant kaldırma asansörü arzalı	20	46	Mekanik İyileştirme	Baglantı cıvataları kırılmış. Kaynakla çıkarılıp yeni cıvatalar takıldı. M10*30 imbus
Robot Arızası	Robot sinyalleri karıştırıyor hat 5 alex torna	33	33	Ayarlama / Kalibrasyon	Ayna acma kapamasıviçleri ayarlandı
Zincir Arızası	Soğutma kazanın motor zinciri koptu	16	17	Mekanik İyileştirme	1 tam 12lik ek takıldı
Valf Arızası	Patlatma valf arıza yaptı	6	15	Ayarlama / Kalibrasyon	Valf bobin bağlantısı gevsemiş yön değiştirmiyordu sıkıldı sorun yok
Motor Arızası	Makineye elektriklmiyor	6	8	Standartlaştırma	Sigorta atmış kaldırıldı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Makina termik israf	25	27	Ayarlama / Kalibrasyon	Sigorta resetlendi

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Hat 3 taslama üçlü priz sabitlenecek	124	174	Ayarlama Kalibrasyon /	Priz sabitlendi
Tezgah Arızası	Bant kırık kaynatılacak	147	251	Mekanik İyileştirme	Kaynak yerleri temizlenerek kaynak yapıldı
Robot Arızası	Hat 3 taslama palet robotu çalışmıyor	22	73	Ayarlama Kalibrasyon /	Robot ayarlandı
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Kalem bileme makinesinin bağlama demiri yok gereğinin yapılması	44	1480	Mekanik İyileştirme	Baglantı demiri yapıldı teslim edildi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Panoya bağlı sabit ara kablosunda kaçak var	11	17	Parça değişimi	Kablo kopuk sokuldu yenisi yapılacak
Röle Arızası	1. Op. Alt mil dönmüyor hidromotor da yağ kaçağı var	89	249	Parça değişimi	Prizdirek ve hidromotor değiştirildi
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Marka çalışıyor ama inip kalkmıyor gereğinin yapılması	58	70	Ayarlama Kalibrasyon /	Asagıvalfsoketi gevsemiş saglmlaştırıldı
Yağlama Arızası	Marka presi yağ kaçırıyor gereğinin yapılması	129	141	Temizlik	Bogaz silindiri temizlendi 4-5defa basıldı s yok.borular deıgıstıgı için hava yapmıstır
Bıçak Arızası	Kenar kesme kesme yapmıyor	20	106	Ayarlama Kalibrasyon /	Yan parcalr kalın 5 mm dusurulup yeni parca kesıldı delınp yerine takıldı. Ust bıçaklar cevırdı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Kalibre start switch i arızalı	17	21	Ayarlama Kalibrasyon /	Sıvıc setı yerine takıldı
Tezgah Arızası	Marka presi yağ kacırıyor	9	9	Temizlik	İptal
Tezgah Arızası	Bantın ön tarafının kayanagı kırılmış gereğinin yapılması	24	58	Mekanik İyileştirme	Bant koruma ayagı kaynatıldı
Yağlama Arızası	Kenar kesme arızası acıllı	9	39	Standartlaştırma	Kapak silikon çekıldı,
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Cok millideki malzeme sehbası donmuyor	4	7	Ayarlama Kalibrasyon /	Sürücü resetlendi
Yağlama Arızası	Montaj presinden yağ kaçırıyor	3	138	Mekanik İyileştirme	Çatlakyer kaynak agızı acılıp tekrar kaynak ile dolduruldu denendi sorun yok
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Role lopr el ve otomatik çalışmıyor	10	25	Parça değişimi	Yukleme kolu dışarı siviç kontgı değıstrldi

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	A. Açma hortumu inçe geliyor sungelmiyor kasnakları su gelmediği için çiziyor hortumun kalın olması gerekiyor	99	99	Ayarlama / Kalibrasyon	Boru sokulup temizlendi içine pislik kaçmış
Robot Arızası	Robot ayar yapılacak	17	34	Ayarlama / Kalibrasyon	Ayar yapıldı
Robot Arızası	Robot çalışmıyor	10	21	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot çalıştırıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Sensor bir birini gormuyo	25	29	Ayarlama / Kalibrasyon	Isık bariyeri ayarlandı
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Utu presının üzerideki civataları tutan parca yine dustu kaynak olacak	26	81	Mekanik İyileştirme	Civatalar sıkıldı düşen parça yerine kaynatıldı sorun yok
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	1. Op. Alt mil yukarı doğru hareket ediyor	9	68	Ayarlama / Kalibrasyon	Sepetşi ift arızasona gidişdi arıza başlangç 10 07 elektrik arızasna rasylanmadı mekanik bakıma devredildi
Röle Arızası	1. Op. Alt mil valfi yukarı doğru kaçırıyor üretimde aksama oluyor	43	44	Temizlik	
Tezgah Arızası	Aynadan ses geliyor parçayı fırlatıyor	9	85	Ayarlama / Kalibrasyon	Basınç ayarı yapıldı çalışır teslim edildi sorun yok
Robot Arızası	Hat.3 yuzey tornanın ordaki robot arza veriyor	14	46	Parça değişimi	Surucu değiştirildi
Kayış Arızası	Hat3 utu presının kayısları kopmus bakılmasını rica ederim	45	231	Ayarlama / Kalibrasyon	Kayışlar yerine takıldı s.yok
Hidrolik Arıza	Yukarı kalkmıyor	51	87	Ayarlama / Kalibrasyon	Vakumvalfi açmamış ayarlandı
Robot Arızası	Robot parçayı alamıyor hat5ae	12	25	Standartlaştırma	Robotun alışında koyuşunda soru gözüküyor
Tezgah Arızası	Kapı çıktı hat5 alex torna	4	24	Mekanik İyileştirme	Kapı yerine takıldı
Valf Arızası	Salgı yalpa sehpa kumamda kolu hava kaçırıyor	45	66	Pnömisraf İyileştirme	Hava vafin rekoru sıkıldı
Tezgah Arızası	Swich kırıldı hat 5 alex torna	41	66	Mekanik İyileştirme	Kapı switch demiri kaynatıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Güç Kaynağı Arızası	03.03.07 hat 3 toz altı kaynak makinasının kaynak ekranının sabitleme ayakları çıkmış bant ile bantlamışlar sabitlenmesi gerek	30	44	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Ekran sabitlendi
Yağlama Arızası	Gres yağı koyulması gerekiyor otomatik yağlama da yağıyor	64	89	Mekanik İyileştirme	Gres basıldı
Yağ / Filtre Değişimi	10 numara yağ gerekli şartlandırıcı açılmıyor	9	64	Mekanik İyileştirme	Yağ katıldı (muhammet pamukcu)
Güç Kaynağı Arızası	Hat 3 montaj presı çalışmıyor	1	11	Ayarlama / Kalibrasyon	Montaj presininboğaz mili değişmiş yukarı geldiğinde swich görmemiş termik atmış termik resetlendi swich yeri ayarlı değil direk kaynaklı ayar yaşılamadı gerekli bilgi verildi
Güç Kaynağı Arızası	Montaj presi çalışmıyor	13	14	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik resetlendi
Alınkaynak Arızası	Arabadan ses geliyor	5	16	Ayarlama / Kalibrasyon	Makına çalışıyor 10 kasnaktan fazla mal kaynatıldı bı sorun gozuumedı oparator bı daha yaparsa haber verecek
Alınkaynak Arızası	Arabadan ses geiliyor	50	131	Standartlaştırma	Gece setup da verecekler
Yağlama Arızası	Yağ eksik	19	43	Ayarlama / Kalibrasyon	20 litre 46 hidrolik yağı ilave edildi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Motor çalışmıyor	31	32	Ayarlama / Kalibrasyon	Kontrol edildi makına çalışıyor
Kızak Ayarı	Hat3 03.03.09 nolu makınanın kızak ı yukarıya kalkmıyor	67	84	Ayarlama / Kalibrasyon	Kızak ayarı yapıldı s.yoktur
Kaynak İşleri	Role bantı kırık kaynak olacak	10	42	Mekanik İyileştirme	Kırılan bant kaynak oldu sorun yok
Tezgah Arızası	Radüs torna çalıştığıında aynadan ses geliyor	28	30	Ayarlama / Kalibrasyon	Konturol edildi aynada hafif ses var makinayı vermediler çalışıyor
Robot Arızası	Robot ayar	19	20	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarlandı
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Fan kablosu acıkta elektrik kacırıyor tozaltı kaynak hat 3	37	44	Ayarlama / Kalibrasyon	Kablo eklendi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Sigorta israf tozaltı kaynak	20	27	Ayarlama / Kalibrasyon	Sığorta resetlendi

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Işık perdesi gevsemiş	31	31	Ayarlama / Kalibrasyon	Işık perdesi sıkıştırıldı ayarlandı
Zincir Arızası	Hat.3 yıkama kazan zinciri koptu gereğinin yapılması arz ederiz	16	59	Mekanik İyileştirme	1 adet zincir eki 8 b1 takıldı
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Yıkama kazanın önündeki koruma demirinin yapılması	0	100	Ayarlama / Kalibrasyon	Yeni makastan korumalık kesildi yerine getirilip kaynatıldı sabitlendi teslim edildi
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Pres aşağı inince hava kaçırıyor bakılmasını rica edirim	213	312	Mekanik İyileştirme	1 inç soketli valf değişti
Motor Arızası	Cnc torna bor yağ motoru çalışmıyor	59	60	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik resetlendi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Sinyal gelmiyor	120	136	Ayarlama / Kalibrasyon	Kablo kopmuş eklendi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Kapı sıvıçarızası	70	86	Ayarlama / Kalibrasyon	Sıvıç ayarı yapıldı
Hidrolik Arıza	Yağ kaçak arızası	173	190	Hidrolik İyileştirme	Makina çalıştırılıp kontrol edildi herhangi bı kaçak gozukmedi suan çalışıyor teslim edildi
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Yıkama kazanın önündeki koruma demiri kırıldı gereğinin yapılması	95	182	Mekanik İyileştirme	Parca kaynatıldı sporun yok
Motor Arızası	Makina çalışmıyor	34	43	Parça değişimi	Röle değiştirildi
Kaynak İşleri	Profillerin sabitlenmesi	91	92	Mekanik İyileştirme	Takım lideri yapılacak işi bilmiyor
Motor Arızası	Bor yağ motoru çalışmıyor	7	10	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik resetlendi
Su Motor/Pompa/Şamandra Arızası	Bor yağ motoru sokulecek motor arızalı	1	8287	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Motor yerine takıldı denendi çalışıyor necdet cakmak
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Termik attı .	6	72	Ayarlama / Kalibrasyon	Motor akımları ölçüldü
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Ütü presi kabio bağlantısı yapılacak acil	2	51	Parça değişimi	Soket değiştirildi arıza masa geç girildi
Zincir Arızası	3. Hat 17. Böl. Montaj böl. Ütü pres bantı zincir koptu gereğinin yapılması	4	13	Mekanik İyileştirme	8b1 zincirveklendi s yok
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Swichi çalışmıyor kablo kopuk acilll üretim bekliyor...	23	85	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç değiştirildi masa geç girildi

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	1. Op role swich kablo arızası role çalışmıyor	7	83	Parça değişimi	Siviç kablosu değiştirildi
Mil Arızası	Salgı yalpa sehpaı takipçi mil gevseyip yerinden çıkıyor	8	22	Standartlaştırma	Gevşeyen millersıkıldı sorun yok
Yağlama Arızası	Yag kacagı var	57	93	Hidrolik İyileştirme	Basınç hattının rekorları gevşemiş sıkıldı
Yağlama Arızası	Çıkartıcı ponpa ya yok ilave ed,İmesi acil	73	133	Hidrolik İyileştirme	40lt 46 numara yag ilave oldu
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Tezgah arıza veriyor	4	35	Ayarlama / Kalibrasyon	Tezgah ayarları ile oynanmış ayarlar düzeltildi referans verilip çalıştırıldı
Güç Kaynağı Arızası	Sibop delme çalışmıyor	14	18	Ayarlama / Kalibrasyon	Start buton kontağı çıkmış takıldı
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Role 1. Op yükleme kolu pistonun mile bağlı yerinden kırıldı	106	160	Mekanik İyileştirme	Yükleme piston milinin boyunduruga kaynatılan parçası kırılmış parça yerine getirilip kaynatıldı çalıştırıldı denendi s.yoktur
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Ayna switch alarm veriyö	25	28	Ayarlama / Kalibrasyon	Valf tkılıklımlı kurtrıldı çlıştırıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Pompanın acma kapama dugmesının kablosu çıkmış	14	17	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Koblo yerine takıldı
Röle Arızası	Role 2oprs yükleme kolu çataldan çıktı	19	45	Standartlaştırma	Yüklewme kolu çatalı yerine takıldı
Pompa Arızası	Pres yuksek miktarda yag kacırıyo	215	4585	Mekanik İyileştirme	Arıza uzun süreceği için kapatıldı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Tezgahın aydınlatma lambası yok takılması gerekiyor	77	106	Ayarlama / Kalibrasyon	Aydınlatma takıldı çalıştırıldı
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Hat 3 utu presin ustunden cıvataya kaynak olan parca koptu acil kaynak yapılması lazım üretim duruyor	59	84	Mekanik İyileştirme	Parca yerine kaynatıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	3.op asansör sivici çalışmıyor	5	10	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç kablosu bağlandı.
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Asansör switchi çalışmıyor	11	26	Parça değişimi	Lazer siviç değiştirildi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	03 02 16 nolu marka presi calismiyor aciiill	7	7	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik resetlendi

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Konveyör Arızası	Konveyör çalışmıyor hat 5 alex	3	44	Ayarlama / Kalibrasyon	Konveyörün dişlilerin arasına talaş dolanmış talaşlar temizlendi çalıştırıldı denendi s.yoktur
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Ayak acma kapama yapmıyor	10	41	Standartlaştırma	Ayak sıkma basınç salteri görmüyor m.b bilgi verildi
Hidrolik Arıza	Montaj presinde yağ kacağı var	9	15	Ayarlama / Kalibrasyon	Kaçak giderildi
Hidrolik Arıza	Hidrolikte kaçak var	6	240	Mekanik İyileştirme	Basamak sacı valflerin üstünde kaldığı için oksijenle kesildi vbe boru patlakdı unitenin yapıldı sorun yok
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Role 1oprs enkoder arzalı	24	115	Parça değişimi	Encoder kablosu yenilendi encoder değiştirildi kısa devre giderildi
Tezgah Arızası	Radüs torna aynasının kalıp bağlama civata yatağına kılavuz çekilecek gereyinin yapılması ve kasnak yıkama bandının merdane koruması kırılmış gereyinin yapılması	26	78	Standartlaştırma	Kalıp bağlamöa civataları yenilendi korumalık kaynak yapıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	W3 pres sivic temassızlık yapıyor	60	63	Standartlaştırma	Switch kablosu yenilendi
Motor Arızası	Asansör motoru yukarıda kaldı gereyinin yapılması	14	15	Standartlaştırma	Asansör kızıağı kırılmış m.b bilgi verildi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Ağız acma çalışmıyor	10	18	Parça değişimi	Acıl stop kontağı değişti
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Asansör ray yatağı kırıldı gereyinin yapılması	299	384	Mekanik İyileştirme	Asansörün rayı kaynatıldı denendi çalışıyor teslim edildi
Robot Arızası	Robota 20.5 16 program kurulacak acil.	56	69	Ayarlama / Kalibrasyon	Yeni program yazıldı ayarlandı
Robot Arızası	Robot ayarı yapılacak	12	18	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarlandı
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	W3 pres diriler hava kaçırıyor	13	68	Parça değişimi	Yan silindir havalı bogazx keçesi değişti 25 35 7 nbr keçe takıldı 1 adet
Robot Arızası	Hat3 taşlama robot ayarlanacak	10	19	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarlandı
Tezgah Arızası	Marka basınç girmiyor	23	27	Ayarlama / Kalibrasyon	Basınç ayarı yapıldı denendi teslim edildi sorun yok

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Tozaltı-Gazaltı-Torç Kaynak Arızası	Toz altı kaynağı kızıağı sıkıştı hat 3	1	170	Parça değişimi	Hava silindirinin kecesi patlamış 25x30x104 63x17x25 kece kızak sokuldu temizlendi düzeltildi ayar yapıldı denendi sıkıntı yok çalışıyor
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Kenar kesme çalışmıyor	3	25	Parça değişimi	Motor koruma değişti
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Sıbop delme switch arızası	5	9	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Cıkan kablo yerine takıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Hat3 taslama robot switch gormüyor	12	39	Ayarlama / Kalibrasyon	Işık perdesini forklift çarpmış ayarlandı
Robot Arızası	Robot konum almıyor	49	49	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot pozisyonları ayarlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Devirme switchi arızalı	79	80	Ayarlama / Kalibrasyon	Yukarı rolesı drğıştirildi yukarı*s n siviç ayarlandı
Robot Arızası	Robotun kasnak koyuşu ayarlanacak sadece	18	19	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarları
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Kontrol sehbasının aydınlatma yanmıyor..	15	15	Ayarlama / Kalibrasyon	Sigorta resetlendi
Hidrolik Arıza	Marka presi pres yaparken hızlı basıyor ayarsızlık var	31	32	Ayarlama / Kalibrasyon	Basınç ayarları normal elektriksel siviç arızası var
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Marka presi swici çalışmıyor acil	7	20	Ayarlama / Kalibrasyon	Basınç ayarlandı
Tezgah Arızası	Hava hortumu patladı değiştirilmesi	33	65	Pnömatik İyileştirme	Hava tabancasının borusunun üzerine barça düşürmüşler boru patlamış söküldü aynı boyda yeni boru basılıp yerine takıldı s.yoktur
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Svic kablosu kopuk	4	9	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç kabloları sokete bağlandı
Robot Arızası	Hat3 taslama robot ayarı	3	23	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarlandı
Tezgah Arızası	Hat 3 radüs torna fireni değişecek	33	62	Mekanik İyileştirme	Radüs torna firen bakıldı araya çapak sıkışmış temizlendi toplandı takıldı denendi s.yoktur
Rulman Arızası	Kaynağın sehпасı sıkıştı 3. Hat kaynak	21	235	Parça değişimi	Ali tülek aparat rulmanları dağılmış değiştirdi....51212,6011,6214 birer adet rulman kullanıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Yağlama Arızası	Kızak yağlama yapmıyor	22	115	Hidrolik İyileştirme	Kontrol edildi 150 kg yağ ilave edildi. Asağı mılıp yağ kaçakları kontrol edildi.. Unitenin geri donus boruları kaçaklar var. Konusulacak.....
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Termik israf	7	8	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik resetlendi
Kaynak İşleri	Yükleme kolu geriye gitmiyor parça kesilip geriden kaynatılacak	21	141	Mekanik İyileştirme	Yükleme kolunun parçası 12 8 de yanlış kaynatılmış kesildi oksijenle yenisi kaynatıldı denendi teslim edildi
Hidrolik Arıza	Yağ göstergesi çalışmıyor	17	136	Parça değişimi	Gostergenin yenisi takıldı ve alıncaynak ın kelekleri su kacırıyordu yapıldı denendi teslim edildi
Tezgah Arızası	Kapı hava ayarı yapılacak	5	19	Pnömatik İyileştirme	Kapı ayarları yapıldı sorun yok
Tezgah Arızası	Yağ kaçağı kontrol edilecek	23	47	Hidrolik İyileştirme	Yağ kaçakları mudahale edildi rekorlar sıkılı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Kasnak yıkama bandının acil stop düğmesi çalışmıyor gereyinin yapılması	318	318	Ayarlama / Kalibrasyon	Değiştirildi
Su Motor/Pompa/Şamandra Arızası	Su motorunun koruma kapagı çıkmış vıdalamak gerekiyor bakılmasını rica ederim	6	80	Mekanik İyileştirme	Kapak yerine takıldı sorum yok
Su Motor/Pompa/Şamandra Arızası	Hat 3 utu yıkama kazanı motorunun kapagı	3	76	Mekanik İyileştirme	Kapak yerine takıldı sorun yok
Zincir Arızası	Yıkama kazanı motor zinciri koptu hat 3 montaj	19	44	Temizlik	Ali nazmi gelecek haber verildi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Hat 3 pres 1200 tonluk otomadik çalış mıyor	43	77	Ayarlama / Kalibrasyon	Basınç ayarı yapıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Asansör switchi kablosu çıkmış	27	28	Ayarlama / Kalibrasyon	Kablo yerine takıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	1. Op. Devirme switchi arızalı	1	10	Parça değişimi	Siviç kafası degiiti
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Acil stop çalışmıyor	53	62	Ayarlama / Kalibrasyon	Acil stop kırılmış değiştirildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Ayak sıkıyor alarm veriyor	6	11	Ayarlama / Kalibrasyon	Sorun yok çalışıyor

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Tezgah Arızası	Marka presi markayı basıyor yukarı otomatik kalkmıyor acil	12	48	Mekanik İyileştirme	Basınç ayarı yükseltildi
Tezgah Arızası	Kızak yağı tahliye kanalı kırılmış motor kışışlarına sürüyor g.y.	34	123	Mekanik İyileştirme	M 6 civata takıldı s yok
Robot Arızası	Ağız açma robotuna 22.5 14 programı ayarlanacak...	18	25	Ayarlama Kalibrasyon /	Ayar yapıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Orta sehpa dönmüyor	4	15	Ayarlama Kalibrasyon /	Sehpa siviçleri ayarlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Cnc torna ayaklar gevsemiyor	12	114	Ayarlama Kalibrasyon /	Coklu soket çıkmış basınç salter kabloları kopmuş kablolar yerleri bulundu ekran altından coklu kablolar kiopmuş kablolar eklendi tezgah denenip çalıştırıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Aynasiviç	10	33	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Soketten ka blo çıkmış yerine takıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Sıviç arızası	42	43	Parça değişimi	Valf bobini değişti
Tezgah Arızası	Robot kınipirları koyu veriyor geriçekilmesi	16	19	Ayarlama Kalibrasyon /	Ayaklar geri çekilmiyor pımler taslandı s yok
Elektronik Arıza (Kart-Encoder)	Hat3 taşlama gazaltı mak	47	51	Ayarlama Kalibrasyon /	Tel sürme hızı ayarlandı
Güç Kaynağı Arızası	Montaj palet sehpasının kablosu yerinden çıktı	31	31	Ayarlama Kalibrasyon /	Motor kablosu klemensten çıkmış yerine takıldı
Tezgah Arızası	Tezgahın tareti çalışırken zorlanıyor.hat 5 alex torna	16	36	Hidrolik İyileştirme	Hidrolik yağ kalmamış ilave edildi. 70 kg 46 numara
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Kasnak yıkama kazanının merdanesinin koruma demiri kırıldı gereyinin yapılması	20	37	Mekanik İyileştirme	Merdanenin koruması kaynak edildi s. Yok
Motor Arızası	3.hat sibob delme motor kapagi civataları kırılmış kapak değişip civataları takılacak	19	23	Ayarlama Kalibrasyon /	Kapak yerine tkıldı
Güç Kaynağı Arızası	Tezgah basınç yok aşağı inıyo yukarı çıkıyo acıll	3	13	Ayarlama Kalibrasyon /	Valf tkulı kalmış kurtrıldı
Valf Arızası	Tezgah basınca girmiyor	12	38	Ayarlama Kalibrasyon /	Basınç ayarlandı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Tezgah Arızası	Hat 3 tozaltı kaynak dondurucu aparatlarının kalıp civataları gırmıyor klavuz acılması gerekiyor	12	52	Standartlaştırma	Kılavuz çekildi
Motor Arızası	Montaj kaynağı dumanı ceken aspirator çalışmıyor	6	8	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik resetlendi çalıştırıldı
Güç Kaynağı Arızası	Hat 3 fırca çalışmıyor acil bakılması	26	37	Parça değişimi	Çift el kontağı değiştirildi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Role 3oprş asansör çalışmıyor	10	22	Parça değişimi	Deviröe asa son swich kontağı değiştirildi
Robot Arızası	Hat 3 taşlama robot ayarı yapılacak bant değiştiği için	9	50	Ayarlama / Kalibrasyon	Roboyt komple ayrıldı
Valf Arızası	Marka presı basıncıta kalıyor	7	61	Parça değişimi	Yön valfi değiştirildi ng6 açık merkez valf
Rulman Arızası	03.03.06 ve 03.03.09 numaralı toz altı aparat rülmenleri dağıldı	28	258		Aparat rulmanları sokuldu rulmanlar degisti 2 dondurucununde degisti 6214 2adet 6011 2 adet 51212 2 adet degistirildi denendi sorun yok çalışıyor
Rulman Arızası	03.03.06 ve 03.03.09 numaralı toz altı aparat rülmenleri dağıldı	28	258	Parça değişimi	Aparat rulmanları sokuldu rulmanlar degisti 2 dondurucununde degisti 6214 2adet 6011 2 adet 51212 2 adet degistirildi denendi sorun yok çalışıyor
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	3-7 disk hattı ölçüm masası aydınlatması çalışmıyor.	17	32	Parça değişimi	Arızalı sigorta değişti
Yağlama Arızası	Çok mili tezgahı titreme yapıyor	23	197	Standartlaştırma	Kızak ayarı yapıldı.
Zincir Arızası	Radüs tornanın frenleri değişecek acil!!!!....	42	196	Parça değişimi	Balatalar yenilendi
Motor Arızası	Marka presenin kalıp vinci çalışmıyor	127	133	Ayarlama / Kalibrasyon	Kablo çıkmış takıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Pres hareket etmiyor robotun reseti çalışmıyor	17	31	Ayarlama / Kalibrasyon	Prete yağ kalmamış bakıma devredildi
Hidrolik Arıza	Yağ yok yağ katılacak acil	41	70	Hidrolik İyileştirme	50 litre yağ katıldı
Yağ / Filtre Değişimi	Yağ seviye samandırısı kırılmış yenisi ile degiışmesi gerekmektedir	38	67	Ayarlama / Kalibrasyon	Şamdırayı değiştirtmediler üretim devam ediyor

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Tezgah Arızası	Kalibre asansor kapagı kırık	37	73	Mekanik İyileştirme	Asmsor lağahı uet,ne talışdı
Tezgah Arızası	Çokmilli titreme yapıyor	43	44	Hidrolik İyileştirme	Kızak yağı kalmamış dolduruldu 2ltre
Motor Arızası	Hat 3 sogutma kazanı arızalı	8	9	Ayarlama / Kalibrasyon	Elektriksel arıza yok kaplin dağılmış mekanik bakm bildirildi
Bıçak Arızası	Hat3 sogutma kazanı arızalı	26	136	Parça değişimi	Motor kaplin takozu sıyırmış söküldü yenisi takıldı denendi teslim edildi dk 55 kaplin takozu 1 adet
Bıçak Arızası	Hat 3 yogutma kazanı acil	54	55	Parça değişimi	Yapıldı
Tezgah Arızası	Konveyör motoru yandı	129	1262	Ayarlama / Kalibrasyon	Motor garanti kapsamında servise gönderildi
Tezgah Arızası	Konveyor zinciri koptu	83	8802	Mekanik İyileştirme	Alex torna konvöyör motor ve redikdör yerine monte edildi kaploları bağlatıldı denendi teslim edildi altan esen
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Montaj pres makinesinin butonu çalışmıyor	3	8	Ayarlama / Kalibrasyon	Buton jabloları kopmuş bağlandı
Konveyör Arızası	Konveyor çalışmıyor. Gereğinin yapılması---hat 5 alex torna	9	45	Mekanik İyileştirme	Konveyör motorunun rediktör bağlantı civataları düşmüş civatalar yenilenip yerine takıldı denendi s.yoktur
Yağlama Arızası	Pres yağ kaçırıyor	12	38	Ayarlama / Kalibrasyon	Daha önceden tesbit edilen gövde catlagından yağ geliyor çalışmaya devam ediyor
Bıçak Arızası	Çakıların dönüşünde sorun var	5	30	Ayarlama / Kalibrasyon	Çakılardan bir tanesi yavaş dönüyordu söküldü boşta olan yere takılıp ayarlandı çalıştırıldı denendi s.yoktur
Robot Arızası	Kapının svici bozuk	34	42	Ayarlama / Kalibrasyon	Arıza görülmedi cncler bakıldı heosi çalışıyor
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Hat 3 fırca mak.koç başı kakmıyor swich kopmus.swich getirilmesi gerek.	11	19	Parça değişimi	Swickh soketi değişti
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Kaynak döndürücü hızı ayarlanmıyor	31	5902	Ayarlama / Kalibrasyon	Kart arızalı degişti
Robot Arızası	Hat 3taslama robotu program çalışmıyor	12	23	Ayarlama / Kalibrasyon	Robotbayarlandı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Tezgah Arızası	W3 pres arısalandı	27	1071	Parça değişimi	A timur y. Oncu. Kaplin sokulup atolyede yenisi yaptırıldı. Yaptırıldı..toplınıp yerine bağlandı..motor gergisi ayarlandı.. S yok..
Zincir Arızası	Yıkama kazanı zinciri koptu	120	154	Mekanik İyileştirme	Yeni kurulan yıkama kazanı rediktör zinciri kopmuş yeni zincir kesilip takıldı (sürekli arıza vermekte servise bildirilmesi)
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	03.02.15 marka presi sartel atıyor	7	9	Ayarlama / Kalibrasyon	Su sebili 3 lü prizinin içine su girmiş fiş söküldü hava tutuldu tenizlendi
Çene Arızası	Üst bakırl çene civataları yalama sökölüyor sökölüp havşa açılacak PAZAR GÜNÜ YAPILACAK	162	478	Standartlaştırma	Aynı arıza iptal
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Hava kaçığı var	15	15	Mekanik İyileştirme	Onaıldı
Konveyör Arızası	Su kacırıyor	12	31	Parça değişimi	1 inç nipel takıldı
Alınkaynak Arızası	Alın kaynak üst 2 bakır ceneleri sıkılmıyor gevsemiyor sökölüyor sökölüp kılavuz cekilecek....pazar günü yapılacak..... Pazartesi a. Kaynak op. Ceneleri takacak...	55	372	Standartlaştırma	Çeneler söküldü. Civatalar yalama olmuş, içinde kırıldı. Söküldü. Yeni paso çekildi. (Kılavuz). Makinenin üzerine bırakıldı.
Tezgah Arızası	A. Kaynak tezgahının gelmeri ayakları kırık kaynatılacak pazar günü yapılacak.	54	372	Standartlaştırma	Kaynak yapılacak yer bulunamadı. Operatör yok. Kimseye sorulamadı. Eğer gerek görürlerse tekardan arıza kaydı oluşturabilirler.
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Role devirme sivici sabitlenecek çivata veya sktırma ile	9	9	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç sabitlndı
Röle Arızası	Role üst mil üst ayar mili kırıldı 2oprs	48	286	Mekanik İyileştirme	Ust mıl ayar mili kırılmış sokulup yenisi takıldı
Tozaltı-Gazaltı-Torç Kaynak Arızası	Hat 3 tozaltı kaynağın üzerinde jantı cevırdığımızın kapagın mentesi asınmış ve yerinden kırılmış 18 lik metese ile kaynak lazım kesilip degıştırılacak	27	76	Mekanik İyileştirme	2 adet 18 lık mentese kullanıldı eskileri kesildi yeni menteseler kaynatıldı sorun yok

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Kenar kesme ust swich değişecek	7	21	Ayarlama / Kalibrasyon	Sıvı kablosu eklendi makına otomatikte çalıştırıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	3-7 disk hattı ölçüm masası aydınlatması çalışmıyor	8	11	Parça değişimi	Arızalı lamba değişti
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Kasnak indirme asansörü çalışmıyor sartel atıyor siviç görmüyor acillll	8	17	Ayarlama / Kalibrasyon	Asansör yukarıda sıkışmış kurtatıldı
Dişli Arızası	Hat 3 radüs asansör yukarı çıkarken sıkışıyor asansörü kullanamıyoruz acil bakılması gerekmektedir	9	65	Ayarlama / Kalibrasyon	Yemektwn once kontrol edildi herhangi bir sıkıntı yok.nyelektensonra devam edildi makına çalışıyor
Motor Arızası	Hat 3 asansör arıza	0	55	Ayarlama / Kalibrasyon	Asansör sıkışıyor arıza bakıma devredildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Swich problemi Acil	5	13	Parça değişimi	Arızalı siviç değişti
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Alınkaynak üst kapak kırıldı ACİLLL	5	28	Mekanik İyileştirme	Kopan yerler canavarla temizlenip menteşe olmadığından civata somun konulup menteşe görevi gördürüp kaaynatıldı. 2 ad m16*40 abc ve somun
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Kasnak imdirme asansörü asada takılı kaldı acillll..	8	11	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik resetlendi
Zincir Arızası	Hat 3 asamsör yukarı çıkarken ve inerken duruyor	58	68	Ayarlama / Kalibrasyon	Gereken mdahale yapıldı çalır teslim edildi
Motor Arızası	Hat 3 asansör yukarı aşağı çalışırken duruyor	21	22	Ayarlama / Kalibrasyon	Elektriksel bir problem yok asansör sıkışıyor mekanik bakımanbilgilendirildi
Motor Arızası	Hat 3 asansör aşağı yukarı çalışırken duruyor	35	36	Ayarlama / Kalibrasyon	Motor freni değişecek mekanik bakım bildirildi
Fren Arızası	Fren ayarı yapılacak	58	192	Parça değişimi	Asansör motoru rulman dağıtmış söküldü yedeği bulundu takıldı zincir ayarı yapıldı denendi çalışır teslim edildi sorun yok
Bıçak Arızası	Hat 3 sogutma kazanı arıza	56	790	Parça değişimi	Zincir yenilendi,
Motor Arızası	Hat3 radüs asansör motoru ters dönüyor acil	4	5	Ayarlama / Kalibrasyon	Motor yönü çevrildi
Kayış Arızası	Hat 3 ütü kayış arzası	69	106	Mekanik İyileştirme	Zübeyir,altaan ..kayışlar yerinden çıkmış tyakıldı çalıştırıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Mil Arızası	Tezgah x eksen rulmanı ses geliyor	20	135	Mekanik İyileştirme	Sonsuz mil de boşluk vardı kızaklar sokuldu sonsuz milin somunu sıkıldı denendi s yok
Zincir Arızası	Hat.3 kasnak yıkama kazan zinciri koptu	6	107	Parça değişimi	Motor zinciri uzamış sökölüp yenisi takıldı 43 bakla 8b1 zincir 1 adet tam ek takıldı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	W3 dirinler ezdirme presi arıadan çıkmıyor	24	41	Ayarlama / Kalibrasyon	Servo motor kablosu izole edilip resetlendi çalıştırıldı
Zincir Arızası	To<altı kaynak tasıma bandı zinciri attı	76	83	Parça değişimi	Zincir yerimne bağlandı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Makina çalışırken stop ediyor	14	20	Ayarlama / Kalibrasyon	Kısa devre ggiderildi
Güç Kaynağı Arızası	3 lü p,irizin icine su var	76	78	Temizlik	Hava ile temizlendi calıtrıldı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Termik attı	8	10	Ayarlama / Kalibrasyon	Termikresetlendi
Zincir Arızası	Hat.3 yıkama kazan zinciri atlama yapıyor merdaeyi cevirmiyor	4	61	Parça değişimi	Zincirler uzamış sökölüp yenileri takıldı 2 adet 18 bakla 8b1 zincir 4 adet yarım 2 adet tam ek takıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Hat 3 03.03.08 nolu makina otomatikte çalışmıyor	5	46	Parça değişimi	Sensör değiştirildi
Zincir Arızası	3.hat 17. Böl. Montaj böl. Ütü bantı koptu gereğinin yapılması	6	14	Mekanik İyileştirme	8b1 tam ek eklendi
Zincir Arızası	3. Hat 17. Böl. Montaj böl. Yüzey torna bantı koptu gereğinin yapılması	15	16	Mekanik İyileştirme	22bakla 8b1 zincir takıldı
Güç Kaynağı Arızası	Yıkama kazanı bandı çalışmıyor	8	28	Ayarlama / Kalibrasyon	Motor yanık yedeğı bulunup takılacak bakımcılara sokulmesi için bilgi verildi
Kayış Arızası	Kayışlar attı takılacak gevşek	67	103	Mekanik İyileştirme	Kayışlar gerildi ayar yapıldı denendi s yok teslim edildi
Dişli Arızası	Yıkama kazanının merdane motor yanmış motor sökülecek	7	163	Parça değişimi	Motor sokuldu. Reduktörden motor ayrılarak yeni motor bağlandı toplandı. Yerine bağlandı
Tezgah Arızası	Role asansör kapağı ve siviç ayağı kırık kaynak olacak	24	58	Mekanik İyileştirme	Yan kol yakıpcı milı civatası kırılmış laynakla çıkarıldı. Daha sonra istenilen yerler kaynatıldı
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Ayna acma kapama da arızaya geçiyor	36	45	Ayarlama / Kalibrasyon	Valf takılı kalmış kuarıldı
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Tezgah acılmıyor	15	19	Ayarlama / Kalibrasyon	Ekran soketi çıkmış takıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Tezgah Arızası	Kapı swichı kırık kaynak olması lazım ...	2	43	Mekanik İyileştirme	Kapı çıkmış yerine oturtuldu sivişler kaynatıldı kapı sökülmesi lazım ama makinayı vermediler
Tezgah Arızası	Kapı takılı kalıyor kapama acma yapmıyor	10	173	Parça değişimi	Kapının rulmanı degisti 6000 nolu 1 adet rulman takıldı ayarları yapıldı denendi calısıyo
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Chuck akarm veriyor	100	101	Ayarlama / Kalibrasyon	Ayna ayak sıkma arızası veriyor basınç ayarları yapılacak mekanik bakıma bildirildi
Röle Arızası	Role 2oprs yükleme kolu ön sivç ayağı kırık	9	86	Mekanik İyileştirme	Kırlan yer kaynatıldı. 14:10 bitmiştir
Tezgah Arızası	Ayaklar acma kapama YAPMIYIR	109	216	Ayarlama / Kalibrasyon	Basın ayarı yapıldı denendi sorun yok
Röle Arızası	Role 2oprs hidrolik makara dayama civatası kırık çıkartılacak	18	165	Mekanik İyileştirme	Dayama civatası çıkarıldı kılavuz çekildi m14x40 2adet civata takıldı s.yok h.özzorlu
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Isık perdesi gevsemş	4	8	Ayarlama / Kalibrasyon	Işık perdesi sıkıldı
Civata - Somun Koptu/Gevşedi/Kırıldı	Robotun tutucu çene civatası kırıldı	1	68	Mekanik İyileştirme	Robotun çenesi söküldü kırık civatası çıkarıldı kılavuz çekildi m10x20 2 adet imbus civata takıldı
Tezgah Arızası	Kapı açılmıyor	58	167	Mekanik İyileştirme	Kapı rulaman civataları gevsek kadırıyordu ve silindir bogaz keçesi patlak hava kaçırıyordu sokuldu kece değiştiril di ve siviç demiri kırıkdi kapının kaynatıldı teslim edildi sorun yok n12 22 6 nutrik keçe kullanıldı
Hidrolik Arıza	Cnc torna ayna alarmı veriyor acıp kapatmıyor	44	174	Ayarlama / Kalibrasyon	Ayar yapıldı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Havlandırma ezdirme aydınlatması söndü	8	8	Ayarlama / Kalibrasyon	Sigorta resetlendi
Hidrolik Arıza	Torna ayak alarmı veriyor	9	86	Hidrolik İyileştirme	Basınç sarteri yenilendi
Tezgah Arızası	Tel kapı kınk olack	45	882	Temizlik	Temizlendi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Aydınlatma söndü	8	16		2 adet ampul değşlti
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Aydınlatma söndü	15	16	Parça değişimi	2 adet ampul değşlti
Zincir Arızası	Tozaltı kaynak taşıma bandı zinciri koptu acil	24	25	Mekanik İyileştirme	Zincir ek yapıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Asansör dengesiz çalışıyor greyinin yapılması	6	8	Ayarlama / Kalibrasyon	Swich ayarı yapıldı
Robot Arızası	Robot tek makına çalışıyor ob ur makınaya jant koymuyor	21	24	Standartlaştırma	Cnc tezgah hazır konuma alındı.arıza tespit edilmedi
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	2oprs enkoder telini sarmıyor	18	31	Parça değişimi	Encoder değıştirildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Siviç görmüyor	4	9	Parça değişimi	Röle değıştirldi
Tezgah Arızası	Matkabın yayı koptu	30	167	Ayarlama / Kalibrasyon	Tekmili makabın yayın yedeyi yok sipariş verdi
Zincir Arızası	Sogutma hattınınbandı zorlanyoryavas donüyor	61	128	Ayarlama / Kalibrasyon	14 bakla zincir kesildi 12b/1 tam ek takıldı
Motor Arızası	Hidrolik motor arızası	7	12	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik resetlendi
Motor Arızası	Motor agrızası	32	33	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Termik resetlendi
Robot Arızası	Robot arızadan çıkmıyor	7	21	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot resetlendi
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Matkap kolunun yayı kırıldı	37	60	Ayarlama / Kalibrasyon	Yay yok sipariş verildi gelince takılacak
Su Motor/Pompa/Şamandra Arızası	Hat 3 sogutma kazanı su kaçs var acil	8	34	Ayarlama / Kalibrasyon	Her yeri kontrol edildi su kacagı gozukmedi operator bı daha olursa haber verecek
Tezgah Arızası	Kapı dayamasının cıvataları kopmuş	35	58	Ayarlama / Kalibrasyon	Akıllı cıvata ile yerine sabıtlendi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Hat 3 askaynakın siviç in karşısındaki refroktor kırıldı	11	14	Parça değişimi	Reflektör değıştirildi
Zincir Arızası	Hat 3 asansör rayı kırıldı asansörü durduruyor kaynak olacak	9	42	Mekanik İyileştirme	Asansör rayı kırılmış yerine getirilip kaynatıldı s.yoktur
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Hat 3 fırca otomatik sürekli çalışıyor	13	87	Ayarlama / Kalibrasyon	Yan kol siviç dayaması ayarlandı
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Matkap kolunun yayı kırıldı	17	39	Mekanik İyileştirme	Kırılan yerden oksijenle ısıtıp takıldı sorun yok
Motor Arızası	Hat 3 yüzey bandı arzalı	11	11	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik kuruldu

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Ezdirmeye diskin üzerinde kaldı	8	9	Ayarlama / Kalibrasyon	Surucu resetlenip ters çalıştırılıp kurtarıldı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Ezdirmeye üzerinde kaldı	7	13	Ayarlama / Kalibrasyon	Motor ters çevrildi kurtarıldı
Robot Arızası	Robot çalışmıyor.gereğinin yapılması	13	39	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot esetlenipko trolle çalıştırıldı.sorun görülmeydi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Sivik kablosu koptu	14	19	Ayarlama / Kalibrasyon	Pres yukarı sona alındı
Konveyör Arızası	Konveyör sıkıştı	9	382	Parça değişimi	Redöktör kama yeri bozulmuş sökölüp yeni redöktör takıldı
Röle Arızası	1. Op role milleri sıkışık dönmüyor	23	54	Ayarlama / Kalibrasyon	Pilot bvalf kablosu çıkmış elektrikçi yaptı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	1. Op role milleri dönmüyor	5	13	Standartlaştırma	Valf soket kablosu yerine takıldı
Tezgah Arızası	Kapı acılıp kapanırken siviç oturmuyor ve kapı kastreliyor	21	310	Ayarlama / Kalibrasyon	Ayar yapıldı
Tezgah Arızası	Kapı kastrelediği için siviç oturmuyor siviğin biri kırıldı	113	114	Ayarlama / Kalibrasyon	Kırık olan siviç kaynak yapıldı kapı ayarı yapıldı
Tezgah Arızası	Kapı acılıp kapan mıyor alex torna	63	286	Mekanik İyileştirme	Kapı sökölüp alt rulmanları değiştirildi.
Alınkaynak Arızası	Alınkaynak capak tavaşı kırık	45	83	Mekanik İyileştirme	Kaynatıldı
Yağ / Filtre Değişimi	Hat 3 disk 03 02 16 nolu marka presin pres yağı eksik tamamlanması lazım takılı kaliyo	67	77	Ayarlama / Kalibrasyon	Yağ dolu basınç ayarı yapıldı
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Kasnak kaldırma asansörün kaldırıp indirme kolu kırıldı gereğinin yapılması	28	131	Parça değişimi	Yeni 5/3 1/2 lik kollu yaysız valf takıldı. Arıza 10 dk sürdü
Elektronik Arıza (Kart-Encoder)	Montaj pres butonları çalışmıyor	14	26	Parça değişimi	Çift el butonunun kablosu çıkmış takıldı kontak kırılmış değiştirildi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Elektrik kaçağı var acil	41	41	Ayarlama / Kalibrasyon	Kısa devre giderildi
Alınkaynak Arızası	Alınkaynak tavaşı sokulecek	11	353	Mekanik İyileştirme	Tava sökölüp atölyede yaptırılıp takıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Konveyör sigorta atıldı	5	11	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik resetlendi
Fren Arızası	Radüs torna fren balatası kopmuş greginin yapılması	16	58	Parça değişimi	Eski balata sökölüp yeni balata cakıldı ALİ AYDIN HASAN KARAKAYA
Konveyör Arızası	Torna kapı kaynak olacak	68	112	Mekanik İyileştirme	Kapının kener şeridi kırılmış yerine kaynatıldı
Tezgah Arızası	Hat 3 yuzey tornanın kapı kilidi kaynak olması lazım	18	49	Mekanik İyileştirme	Yüzey tornanın kapı kilidi kırık olan yerden kaynak edildi s. Yok
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Presin yavaşlatma sivici çalışmıyor	5	11	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç kabloları bağlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Ayna siviç arızası	8	25	Parça değişimi	Valf soketi değiştirildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Dediğin ışık yanık ama ayna siviç arızası veriyor	8	35	Temizlik	15 disk gecti sorungorulmedi
Tezgah Arızası	Valf görevini yapmıyor DAHA GUVENLİ BİLGİ İÇİN ELEKTRİK AKIM BİLAL USTADAN BİLGİ ALIN BURADA SIZLERİ YANLIŞ BİR BİLGİ VERMEK İSTEMİYORUM	11	28	Ayarlama / Kalibrasyon	Konturol edildi sorun yok
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Makara dayamasını tutan üstteki cıvata yatağı yalama tutmuyor.	21	169	Mekanik İyileştirme	Kırık cıvata matkap ile çıkarıldı delik büyütlüp kılavuz cekildi yerine bağlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Ayna siviç	8	13	Ayarlama / Kalibrasyon	Elektrik arızayoktur valf bobini enejili hareketyok valf içinden mekanik olark takılı kallyor arada yapıyor tekrar yaptığında bakımcıcağırarak operatöre bilgi verildi üretim devam ediyor
Robot Arızası	Hat 3 yuzey torna robotu çalışmıyor acil yapılmasına	3	17	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot cncde mal varken tekrar mal koymaya gitmiş robot kurtarıldı cnc ve robot resetlendi arıza giderildi
Tezgah Arızası	Ayna siviç	28	67	Ayarlama / Kalibrasyon	Babin çok ısınmış arada görevini yapmıyor yer değiştirildi sorun yok

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Pres stop etti çalışmıyor	12	54	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Şase yapan kumanda kablosu izole edildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Kısa mesafeden metalden yansıyan siviç gerekli sivicin ucu kırık	15	20	Parça değişimi	Siviç değiştirildi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Pres çalışmıyor	43	67	Ayarlama Kalibrasyon /	Pres çalıştırıldı
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Asansör rayı kırıldı gereyinin yapılması	12	115	Mekanik İyileştirme	Tıg ara parça kopmuş yerine kaynatıldı. Zincir çıkmış yerine takıldı gergisi ayarlandı
Robot Arızası	Robot yüzey torna içinde kaldı ustune bindirdi acil	25	34	Ayarlama Kalibrasyon /	Robot kurtarıldı resetlendi çalıştırıldı
Yağ/Hava/Su Kaçağı	Tezgah boryağı kaçırıyor gereğinin yapılması	4	19	Ayarlama Kalibrasyon /	Operator temizliğini yaptıktan sonra haber verecek
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Kasnak indirme asansörü çalışmıyor	4	9	Ayarlama Kalibrasyon /	Termik resetlendi sıvı ayarı yapıldı
Yağ/Hava/Su Kaçağı	Boryağı kaçırıyor temizlendi	203	423	Ayarlama Kalibrasyon /	Konturol edildi operatör baktı konvöyör ayarlandı saç kaynatılmadı teslim edildi
Bıçak Arızası	Taban daki kalıp yerinden çıkmış	162	194	Mekanik İyileştirme	Makinayı vermediler
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Taslama tezgagi lambası	59	80	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Armatüre anatar bağlandı
Zincir Arızası	Hat 3 asansör zincir koptu	14	68	Parça değişimi	Kopan zincir kesildi 12 b1 1 tam 2yarım ekle eklendi zincir gerdirildi denendi çalışır teslim edildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Asansör switch kablosu çıktı	20	26	Ayarlama Kalibrasyon /	Siviç kabloları yerinden çıkmış takıldı
Tezgah Arızası	Hat 3asansör motor koruma sacı kırıldı kaynak olacak	37	63	Ayarlama Kalibrasyon /	Asansör sepet alt sacı kırık yerine kaynatıldı teslim edildi
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Cnc torna ayaklar acma kapama yapmıyor	6	12	Ayarlama Kalibrasyon /	Termik atmış resetlendi akımları ölçüldü
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Montaj kg istasyonu lambasının kablosu kopuk...	23	25	Ayarlama Kalibrasyon /	Kablo eklendi
Güç Kaynağı Arızası	Yıkama kazanı çalışmıyor	32	258	Ayarlama Kalibrasyon /	Proje sahibi firma arandı makinede gerekli olan revizyon yapılacak

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Merdane Arızası	Yıkama kazanı merdaneleri dönmüyor	11	38	Mekanik İyileştirme	Zincir bol olduğundan gergi yapıldı
Güç Kaynağı Arızası	Sıbop delme makinası çalışmıyor	3	10	Ayarlama / Kalibrasyon	Makinenin bağlı olduğu kombinasıyona arızalı canavar takılmış bu sebeple kısa devre sonucu ana kolon hattı sigorta atmış sigorta resetlendi arıza giderildi
Yağlama Arızası	Role yağ kaçağı var	3	19	Hidrolik İyileştirme	Rekür sıkıldı s yok
Röle Arızası	Role üst mil kırıldı	12	186	Parça değişimi	Kırık mil sokuldu yedek mil takıldı denendi s yok teslim edildi
Hidrolik Arıza	Alın kaynak basınca girmiyor	55	57	Hidrolik İyileştirme	Çene basıncı kendiliğinden düşmüş yapıldı
Güç Kaynağı Arızası	Alın kaynak çene basınçları 55 in üzerine çıkmıyor çene basınçları düşük olduğundan alt bakırlara art yaptırıyor..	6	35	Ayarlama / Kalibrasyon	Valften basınç ayarını yapıldı
Tezgah Arızası	Kızak arızası	259	9046	Parça değişimi	Almer kızak yaptıracak kızak bekleniyor
Yağ/Hava/Su Kaçağı	Hat3 taslama kabını hava hortumu patlak acil	12	33	Mekanik İyileştirme	Eklendi
Zincir Arızası	Tek millî matkabın yayı kopuk	60	154	Parça değişimi	Yay kırılmış yenisi takıldı
Zincir Arızası	Taşıma bandın zinciri kırıldı yenisi takılacak	20	41	Parça değişimi	43 bakla 8b1 zincirve 2 adet tam ek kullanıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Swich kırılmış acil	6	22	Parça değişimi	Siviç değiştirildi
Motor Arızası	Yıkama kazanı çalışmıyor	25	45	Ayarlama / Kalibrasyon	Su pompası soft starter arızalanmış yenisi ile değiştirildi
Robot Arızası	Ayar yapılacak	14	29	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Hat 3 montaj yüzey tornanın kapısı çokyavaş açılıp kapanıyor	17	25	Ayarlama / Kalibrasyon	Kapı pnomisraf ayarı yapıldı
Güç Kaynağı Arızası	Hat3 taşlama gazaltı	11	12	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Cıkan kablo yerine takıldı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	3 hat tozaltı kaynak makinası çalışıyor işlem bitmeden kendi duruyor start stop düğmeleriden olabilir sorun	4	31	Ayarlama / Kalibrasyon	Makina temizlendi herhangi bşr arıza görülmedi

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Robot Arızası	Robot kasnağı tam tutamıyor ayar gerekli	5	17	Ayarlama / Kalibrasyon	Robpot yuvarlatma alması ayarlandı
Robot Arızası	Robot arza hat 3yüzey	8	8	Ayarlama / Kalibrasyon	Hareketli sehpa siviçi görmemiş temizlendi robot çalıştırıldı
Robot Arızası	Hat 3 taslama robotu çalışmıyor	5	10	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot alması ayarlandı
Hidrolik Arıza	Makinanın yağı eksik gereğinin yapılması	37	73	Mekanik İyileştirme	Piresin koç basınç tank yağı eksik yağı tamamlandı teslim edildi dta 46 30 litre konuldu
Tezgah Arızası	Yüzey torna kapı acılıp kapanmıyor acilll	37	73	Standartlaştırma	Kapı piton bağlantı yeri kırılmış kaynak yapıldı çalışıyor
Röle Arızası	Role 2oprs hidrolik makara sreklı aşaya kaçırıyor	522	582	Parça değişimi	Piston keçesi değişti 1 adet 50/38 paking
Çene Arızası	Bıçak yerinden çıkmış	319	324	Mekanik İyileştirme	Bıçak çivataları gevşemiş sıkıldı
Güç Kaynağı Arızası	Pres çalışmıyor	4	14	Ayarlama / Kalibrasyon	Ana şalter akım ayarı yapıldı
Yağlama Arızası	Yağ kaçağı var	2	42	Parça değişimi	Makinanın basınç saatinin altındaki rekordann yağ kaçırıyor hidrolik borusu sokuldu lik yeni yüzük takılıp çalıştırıldı sorun yok
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Hava silindiri keçesipatladı	2	58	Parça değişimi	25 35 7 milin nutrik kece kullanıldı denendi teslim edildi sorun yok
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Işık perdesi gevşemiş	13	15	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Işık perdesi monte vidası sıkıldı
Tezgah Arızası	Tezgah kaynak yerinden koptu kaynatılacak	3	37	Mekanik İyileştirme	Kopan parca yerine kaynatıldı sorumn yok
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Hava basıncı düşük	23	88	Pnömisraf İyileştirme	Hava basıncı ayarlandı sorun yok
Kızak Ayarı	Merdane markalama yükleme makinaların gres basılması gerekmektedir	41	41	Mekanik İyileştirme	Gres basıldı
Motor Arızası	Cene basma arabası çalışmıyor	31	38	Ayarlama / Kalibrasyon	Pompa kablini dağılmış mrkanik bakıma devredildi

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Motor Arızası	Disk çıkartıcı ponpanın motor kapğı pervaneyinyı degiyor yapılması acil	30	48	Ayarlama / Kalibrasyon	Motor kapak yamukluğu düzeltildi
Motor Arızası	Elektirik pano kapagı kırık	29	46	Ayarlama / Kalibrasyon	Kapak mentese vidaları sıkıldı
Yağlama Arızası	Acilll yağ eklenecek	7	138	Hidrolik İyileştirme	100 kg yağ ılave edildi. Hortum patlamıs. Sokulupn yenısı basıldı. 3/8 2 mt yemek molsınfan sonera denenfi sorun yok
Yağlama Arızası	Piresin koç içindeki gözlerde yağ dolu yer ve zemin komple yağ oldu yağın cekilmesi acil	230	254	Hidrolik İyileştirme	Kocun içindeki yağ çekildi..2 ltre çekildi
Robot Arızası	Kalibre robotu sıkıştı acil.....	5	13	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarlandı
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Montaj pres sehpasından hava kaçırıyor	8	45	Ayarlama / Kalibrasyon	Montaj sehbası silindiri iç kaçak veriyor makinayı vermediler haber verecekler
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Swichn görmüyor	3	4	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç ayarlandı
Tezgah Arızası	Ayak arızası açma kapamayapmıyor	14	79	Temizlik	Valf temizlendi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Ayaklaraçma kapama yapmıyor	7	43	Temizlik	Role ayakları temizlendi
Zincir Arızası	Havai asansörün asansör zincir bağlantı civataları kırıldı	7	33	Mekanik İyileştirme	Asansör baglanticivataları kopmuş yenilendi sorun yok
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Kocun ustundeki somunların gevsemesini önleyen gergi kırıldı	13	31	Ayarlama / Kalibrasyon	Gergi yerine kaynatıldı s yo k
Tezgah Arızası	Hat 3 disk ütü pres yağlama yapmıyor	46	97	Hidrolik İyileştirme	18 litre 46 numara yağ ilave edildi
Robot Arızası	Robot arızası	4	20	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot program ayarlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Sıvic arızalı	5	28	Parça değişimi	Yukarı son swichine kasnak çarpması sonucu swich kırılmış değiştirildi
Robot Arızası	Paletleme robotu çalışmıyor	16	25	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarlandı
Robot Arızası	R*bot arızası	21	28	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot mal aldığı bant kaymış ayrlandı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Tezgah Arızası	Çok millî çalışırken yarıda sıkışıyor	46	465	Mekanik İyileştirme	M.celik şanzıman söküldü rulmanlar değişti toparlandı yerine takıldı denendi sorun yok 16010.bir adet 6206 takıldı .1. Kova 46 numara yağ koyuldu
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Devirme sivici çalışmıyor yada takılı kalıyor mekanik siviç	8	23	Parça değişimi	Sivic değişti
Tezgah Arızası	Cene basma arabası tezgahı kırık kaynak yapılması gerekiyor...	29	50	Mekanik İyileştirme	Kırılan parca yerine kaynatıldı
Konveyör Arızası	Könverün zinciri kopmuş	155	1740	Parça değişimi	Konveyör paleti değişti
Bıçak Arızası	Bıçak civatalarıyalama değiştirilmesi	100	111	Mekanik İyileştirme	İpal
Robot Arızası	A. Açma robottu alışı kasnak koyuşu ayarlanacak	7	15	Ayarlama Kalibrasyon	Robot alması ayarlandı
Güç Kaynağı Arızası	Elektirik şartel attı şartel dolabı kitli arz ederim	4	9	Ayarlama Kalibrasyon	Prize arızalı olan seyyar jkablo takılması sonucunda kaçaklı akım rölesi atmış kaçak akım rresetlendi
Tezgah Arızası	Alınkaynak havalandırma motorları çalışmıyor dışarıdan çalıştırılacak	11	41	Ayarlama Kalibrasyon	Motorlar çalıştırıldı
Tezgah Arızası	Alınkaynak havalandırma motorları çalışmıyor dışarıdan çalıştırılacak	18	41		Motorlar çalıştırıldı
Güç Kaynağı Arızası	Taşlama kabinin elektrik kablosu bağlanacak	4	13	Ayarlama Kalibrasyon	Enerji bağlantısı yapıldı
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Matkabın yayı koptu	59	70	Mekanik İyileştirme	Matkap yayı sipariş verildi gelince takılacak
Yağ/Hava/Su Kaçağı	Montaj presı yağ kaçağı var	34	53	Hidrolik İyileştirme	Bakıldı herhangi bir problem görülmedi
Tezgah Arızası	Kapının dayaması onde civatalanmış	280	310	Ayarlama Kalibrasyon	Kapı switchleri ayarlandı
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Enkoder sayacı arızalı	19	48	Parça değişimi	Enkoder değiştirildi.
Valf Arızası	1250 tonluk erfurt hasva borusu patlamış gerginin yapılmasına acil	41	254	Standartlaştırma	Sartlandırıcı patlamış yedek yok söküldü yerine düz boru bağlandı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Tezgah Arızası	Kapı rulmanıdağılmış	166	486	Mekanik İyileştirme	Alex torna kapılar boya yapıldığı için zor açılıyor taşlandı valf ayarları yapıldı denendi teslim edildi
Tezgah Arızası	Kapı rulmanıdağılmış	176	486		Alex torna kapılar boya yapıldığı için zor açılıyor taşlandı valf ayarları yapıldı denendi teslim edildi
Hidrolik Arıza	Yuvarlatma arabası arızalandı	19	35	Kestirimci Bakım Planı Oluşturma / Güncelleme	Kalıp değişiminde yapılacak
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Aydınlatma ışığı yanmıyor ve kapı svici çalışmıyor	9	41	Parça değişimi	Yeni lamba takıldı kapı siviç yerleri salı günü yapılacak ve tezgahdaki kakak izale edildi
Tezgah Arızası	Bor yağı borusu kırık gereğinin yapılması	54	243	Standartlaştırma	Kırık olan boru yenilendi
Hidrolik Arıza	Yuvarlatma presi arızası yapılacak..	88	260	Parça değişimi	Yuvarlatma arabasının hidrolik silindir bağlantı yatakları çıkmış yerine takıldı sabitlendi hava asansör bağlantı civatasları çıkmış yerine takıldı silindir hidrolik valfi kaçak vardı valf değişti hidrolik yağı eksik yağı tamamlandı 50 litre dta 46 yağ konuldu valf kotu parker dıvwoolcnjw kapalı merkes 1 adet f 206 yataklı nurlman 1 adet
Çene Arızası	Cene basmaarsbasıçalışmıyor	68	211	Ayarlama Kalibrasyon /	Aynı arıza
Çene Arızası	Çene basma arızası acil	61	206	Ayarlama Kalibrasyon /	Aynı arıza
Yağlama Arızası	Montaj piresi tepeden yağ kacırıyor	10	34	Standartlaştırma	Silindir kaynak yapıldı kaçak yok
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Hat 3 tozaltı 03.03.09 nolu makınann kızak indirip kaldran düğmeler çalışmıyor	4	10	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Elektriksel sorun yok
Valf Arızası	Hat 3 tozaltı kaynak hava valfi değişecek	29	80	Parça değişimi	5*2valf yenilendi

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Cene basma acılmıyor	4	28	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Presin yağı yokmuş ilave edildi
Alınkaynak Arızası	Eksentrik ayarının yapılması	12	105	Ayarlama / Kalibrasyon	Eksentrik ayarı yapıldı teslim edildi
Robot Arızası	Sehpa ayarı yapılacak	5	24	Ayarlama / Kalibrasyon	Sehpa ayarı yapılacak bı durum yoktur bujon pimleri taşlandı
Zincir Arızası	Ütü ile yuzey arasında zincir koptu	19	29	Mekanik İyileştirme	2adet 22bakla 8b1 zincir değişti takıldı
Valf Arızası	Hat 3 tozaltı kaynağının pistonu çok yavas ınıp kalkıyor	24	224	Parça değişimi	Makınanın hava silindir pidtonu ark yaptığı için delinmiş yeni tip silindir uyduruldu denendi çalışıyor
Robot Arızası	Robot alırken düşürüyor ayarının yapılması lazım	22	61	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot kliper vidaarı ajarlandı robot ayrlandı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Pres çalışmıyor	4	7	Ayarlama / Kalibrasyon	Cift el kablosu kontaga bağlandı
Zincir Arızası	Bantın zinciri koptu ütün yanında	64	80	Mekanik İyileştirme	8b1 tam ek 22bakla zincir takıldı
Tezgah Arızası	Salgı yalpa sehpaasının asansor takip kolları gevsemis asagiya dusuyor	65	76	Mekanik İyileştirme	Takipçi miller yerine takıldı
Robot Arızası	Robot start verilmiyor	5	7	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot çalıştırıldı
Tezgah Arızası	Kalibre bandı kırık kaynak olacak	19	33	Mekanik İyileştirme	Bandı kırık yeri kaynak yapıldı
Robot Arızası	Robt makına icide kaldı acılll	16	17	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot kurtarıldı resetlendi tekrar çalıştırıldı
Tezgah Arızası	Kensr kesme onundeki parca kırılmış	0	7	Mekanik İyileştirme	Kenar kesmenin önündeki parça kaynak yapıldı
Robot Arızası	Sıvıch bozuk robot jantbustune jant koydu	17	19	Ayarlama / Kalibrasyon	Banttakı mesafeli sıviç temizlendi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Tezgah alarm veriyor hat 5	6	14	Ayarlama / Kalibrasyon	Swıch ayarı yapıldı
Çene Arızası	Hat 3 taslama robotu cene civatası içinden kırılmış .	259	589	Mekanik İyileştirme	Parca sokulup natelyeye verildi kırık civata çürütölüp yeniden kılavuz cekıldı yerine takıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Robot Arızası	Robot çalışmıyor helikopterswitchinde sorun var	40	40	Parça değişimi	Mal siviçp siviç soketi değiştirildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Hat 3 pres 1250 tonluk perdeler temas yapmıyor	8	12	Temizlik	Işık perdesi boyanmış temizlendi
Tezgah Arızası	Role siviç ayakları ayarlanacak kaynak veya kesilcek	128	153	Ayarlama / Kalibrasyon	Swiç ayakları ayarlandı kaynatıldı s.yoktur
Robot Arızası	Grifin acık kapanmıyorr takılan svich sıkılmamış arızaya neeen oldu	22	23	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot resetlendi alıştırıldı
Zincir Arızası	Tasıma bandı zinciri koptu bakla lazım	141	182	Mekanik İyileştirme	Bır adet 8b1 tam ek kullanıldı
Zincir Arızası	22 bakla zincir dagıldı komple acil	139	181	Mekanik İyileştirme	1adet 8b1 yarım ek kullanıldı
Robot Arızası	Robot tezgha bağlamıyor	6	18	Ayarlama / Kalibrasyon	Ayak swich ayarı yapıldı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Termik attı gereğinin	12	13	Standartlaştırma	Sigorta atmış kaldırıldı
Vinç Arızası	Marka vincinin zincir muhafaza kapağı çıkmış zincir boşta inip çıkıyor	15	1197	Mekanik İyileştirme	Kırık civatalar kaynak ile söküldü toparlandı yerine takıldı
Robot Arızası	Taslama robotu çalışmıyorr	11	24	Ayarlama / Kalibrasyon	Işık perdeleri ayarlandı
Alınkaynak Arızası	Hava hortumu patladı acil	19	20	Parça değişimi	1x2 hava hortumu takıldı 10m
Güç Kaynağı Arızası	Kablo çıktı yükleme	19	26	Ayarlama / Kalibrasyon	Mıknatıs kabloları eklendi
Robot Arızası	Robot arızası	8	22	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarlandı
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Hava kacağı var	1	11	Mekanik İyileştirme	Rekor gevşemiş sıkıldı sorun yok
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Hat 3 tozaltı kaynak ekran gitti acil	5	19	Ayarlama / Kalibrasyon	Tel sürme motor u zorlanmış na5 korumaya gecmiş na5 çalıştrıldı
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Hat 3 tozaltı kaynak baskı rulmanı çalışmıyor	90	97	Temizlik	Oporatör kendisi yapmış s.yok
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Siviçkablo su kopuk	5	11	Ayarlama / Kalibrasyon	Siv,ç kablosu bağlandı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Robot Arızası	Hat 3 yüzey	13	32	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot resetlendi ve ayarlandı
Valf Arızası	Usi pres valf arızası frenler bırakmıyor	30	74	Ayarlama / Kalibrasyon	Valf takılı kalmıs
Zincir Arızası	Kasnak indirme asansörünün demiri çıktı kaynak olacak acilllll...	2	42	Mekanik İyileştirme	Asönsör rayı kynatıldı
Robot Arızası	Hat 3 yüzey	14	32	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot basınç salterikablosu çıkmış takıldı
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Hava az geliyo	49	49	Pnömisraf İyileştirme	Kompresorlerin 2si kapanmıs 1risi acıldı
Robot Arızası	Sadececene basma dan sonra alınması ayarlanacak.	10	25	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarlandı
Tezgah Arızası	Yıkama kazanı için hala helen yok	68	82	Standartlaştırma	Sedar beyin haberi var
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Asansör rayı koptu gereyinin yapılması	133	181	Mekanik İyileştirme	Rayın kopan yeri güzelce kaynatıldı denendi çalışır teslim edildi
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Hava hortumu çekilmesi gerekmektedir. Hat 5 alex torna gereğinin yapılması	19	55	Pnömisraf İyileştirme	2adet5ermetrelikpüno israfhortumyapıldı yerinetakıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Asansör otomatikte dengesiz çalışıyor	11	19	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç ayrı yapıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Swich kablosu çıkmış acil	6	9	Ayarlama / Kalibrasyon	Kablo yerine baglanfı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Yuvarlatma çalışmıyor	14	15	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Termik resetlendi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	W3 pres dirin ler pres motor korumaya alıyor	14	25	Ayarlama / Kalibrasyon	Koç sigorta yağı ilave edildi valf kablosu takıldı
Tezgah Arızası	Vıdalar gevsemesın diye kaynatılan demır koptu	50	89	Standartlaştırma	Kopuk olan parça yerine kaynatıldı
Hidrolik Arıza	Role yağ eksik çalışmıyor	40	52	Hidrolik İyileştirme	Role hidrolik yağı eksik yağı tamamlandı makina denendi kaçak bakıldı kaçak yok makina çalışıyor dta 46 200 litre konuldu
Robot Arızası	Robot baglamıyor	5	25	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot koyması için tezgaha oryantasyon ayarı yapıldı çalıştrıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Yükleme kolu siviç dayaması kırıldı kaynak olması gerekiyor	16	29	Mekanik İyileştirme	Kopan parca yerine kaynatıldı sorun yok
Robot Arızası	Robot bağlamıyor	10	22	Ayarlama / Kalibrasyon	Oryantasyon ayrıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Ezdirmeye swich takılı kalıyor ezdirme topu çalışmıyor	6	16	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Siviç dayama vidası sıkıldı
Alınkaynak Arızası	Sıyrma arızası	68	68	Ayarlama / Kalibrasyon	Arka ayar yeri gevşemiş ayarlandı sorun yok
Konveyör Arızası	Kapının dayaması gevsek	8	35	Mekanik İyileştirme	Akıllı vida ile sabitlendi sorun yok
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Hat3 asansör inerken rulman tekerler yerinden çıktı yarıda kaldı	75	156	Mekanik İyileştirme	Tekerin civata sı kırılmış kırılan civata çıkarıldı m16kılavuzla dış çekildi m16x20 2adet civata kullanıldı teslim edildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Sivic çalışmıyor	5	8	Ayarlama / Kalibrasyon	Sivic kablosu yerine takıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Bantlar çalışmıyor	18	38	Ayarlama / Kalibrasyon	Reflektör değiştirildi israf termiler resetlendi
Elektronik Arıza (Kart-Encoder)	Hat 3 tozaltı kaynak encoder saymıyor kaplin kopmuş	11	26	Parça değişimi	Kaplin değiştirildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Mas adet saymıyor sürekli duruşta...	50	218	Parça değişimi	Mas bağlantı kabloları alın kaynak panosu altından kopmuş kenar kesme ezdirme makineleri tekrardan yeni kablo çekilip sinyal tanımlandı bu arıza esnasında diğer arızalarada müdahale edildiği için arıza kapatma süresi uzadı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Mas adet saymıyor sürekli duruşta	49	218	Parça değişimi	Mas bağlantı kabloları alın kaynak panosu altından kopmuş kenar kesme ezdirme makineleri tekrardan yeni kablo çekilip sinyal tanımlandı bu arıza esnasında diğer arızalarada müdahale edildiği için arıza kapatma süresi uzadı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Makina otomatikte çalışmıyor	9	12	Ayarlama / Kalibrasyon	Yağ tankı üzerindeki basınç saati kablolar çıkmoş yerinrn takıldı makine çalıştırılıp demrıldı
Valf Arızası	Taret valfi çalışmıyor gereğinin yapılması	21	28	Mekanik İyileştirme	Valf soketi yerinden çıkmış yerine takıldı denendi s yok

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Hat 3 fırca hava hortumu patlak	6	46	Mekanik İyileştirme	Hortum patlak yerden kesilip eklendi
Zincir Arızası	Bantın zinciri koptu	39	40	Mekanik İyileştirme	1adet 8b1 tam ek takıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Swich çalışmıyor.	24	31	Standartlaştırma	Swichler çalışıyor
Motor Arızası	Kurs motoru çalışmıyor	8	18	Standartlaştırma	Termik resetlendi
Tezgah Arızası	Havalı asansörün hortumu patlak.	13	35		Kalipenin asörün hava hordum ek yapıldı
Tezgah Arızası	Havalı asansörün hortumu patlak.	15	35	Pnömisraf İyileştirme	Kalipenin asörün hava hordum ek yapıldı
Robot Arızası	Robot arıza	8	25	Ayarlama Kalibrasyon /	Robot ayarlandı
Motor Arızası	Kurs motorucalışmıyor	13	22	Ayarlama Kalibrasyon /	Siviçbaglanlı klemensindenkablocıkmiş takıldı
Röle Arızası	Role 3oprs yükleme kolu yerinden çıktı	11	35		Yükleme kolu yerinde çıkmış yerine takıldı metrik 30 somun takıldı
Röle Arızası	Role 3oprs yükleme kolu yerinden çıktı	11	35	Mekanik İyileştirme	Yükleme kolu yerinde çıkmış yerine takıldı metrik 30 somun takıldı
Tezgah Arızası	09.05.09 nolu tezgahın tareti kacıyor.geregının yapılması hat 5 alex torna üretim yapılmıyor	8	76	Ayarlama Kalibrasyon /	Basınç ayarları yapıldı siviç ayarı yapıldı sorun yok
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Swich elektrik kacıyor hat 5 alex	15	17	Standartlaştırma	Kablo izoleedildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Swch kırık	19	27	Parça değişimi	Siviç degiştirildi
Motor Arızası	Motor ters yönü değışecek	58	59	Ayarlama Kalibrasyon /	Motor yönü cevriildi
Robot Arızası	Robot parçayı bağlarken tezgah arıza veriyor	13	21	Ayarlama Kalibrasyon /	Vlf soketi gevsemiş sıkıldı
Motor Arızası	03.03.02 numaralı sıbop delme çalışmıyor	16	24	Ayarlama Kalibrasyon /	Trifaze fişkablosu kısa devre yapmış duzeltilipcalıştırıldı
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Kocun ustundeki somunları tutan parca kırıldı	3	43	Ayarlama Kalibrasyon /	Somunlar sıkıldı parca kaynatıldı denendi teslim edildi
Robot Arızası	Robot aynaya parçayı duzgün bağlamıyor	6	32	Ayarlama Kalibrasyon /	Aynada sorun var ayak one doğru hareket ediyor ayakları sokup kontrol edecek operator

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Radüs tornanın kapak indirme pistonu hava kaçırıyor gereğinin yapılması	1	157	Temizlik	Suan acil malları olugu için yarın bakılacak
Mil Arızası	Radüs tornanın kaldırma milleri yerinden kaymış gereğinin yapılması	6	69	Ayarlama / Kalibrasyon	Sonsuz milden çıkmış. Tavan vinci ile kaldırılarak yerine takıldı..
Robot Arızası	Robot ayarı yapılacak	24	25	Ayarlama / Kalibrasyon	Robotta sorun yok mallarda salgıyalpa var
Hidrolik Arıza	Hava kaçağı	33	75	Temizlik	Hava kaçağı onarıldı
Alınkaynak Arızası	Alınkaynak alt tabladı yerinden çıkmış yerine takılması	31	1501	Mekanik / İyileştirme	AHMET DİNÇ FATİH alınkaynak tava,kırlangıç, sıyırma yerine monte edildi
Röle Arızası	1. Op. Hidrolik makara yan kol milleri ve rulmanı aşınmış makara geri kçırıyor tezgah boşta	120	121	Temizlik	Cıvatalar tamam landı valfi temizlendi sorun yok,
Robot Arızası	Robot arıza verdi acil bakılmasını rica olur	4	18	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot bant koyması ayarland
Yağlama Arızası	Hidrolik sigortası çalışmıyor	8	71	Ayarlama / Kalibrasyon	Ayarlandı sorun yok
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Swich arızalandı	5	23	Parça değişimi	Banttın damlayan su soketin içine girip oksit yapmış. Dişi ve erkek siviç soketi değiştirildi ıslanmayacağı yere alındı bant çalıştırılıp denendi
Yağlama Arızası	Pres çalışmıyor	69	91	Hidrolik İyileştirme	Kaplin kırılmış yenilendi .d.k .42 1adet denendi sorun yok
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Pres çalışmıyor	1	4	Temizlik	Elektrik arıza sı yoktur motor da basınç yok kaplin sıyımış meknıge bildirildi
Güç Kaynağı Arızası	Hat 3 taşlama gazaltı	8	46	Temizlik	Gaz valfi söküldü dağıtıldı filtresi tıkanmış temizlendi çalıştırıldı
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Tekmilli matkap kol yayı kırıldı	14	148	Mekanik / İyileştirme	Zübeyir...yay kıvrılıp yerine takıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Ayak acma kapama butOnu yerinden çıktı takılması gerek	12	35	Ayarlama / Kalibrasyon	Buton kutusu sabitlendin baska arıza gittiğim için arıza geç kapatıdū
Robot Arızası	Robot kalibre olacak	11	30	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot kalibrasyon yapıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Tezgah Arızası	Piresin kurs çalışmıyor yapılması acil	19	57	Ayarlama / Kalibrasyon	Kurs kontrol edildi motor çalışmıyordu termik attırmış elektrikçi çağrılıp arıza giderildi çalıştırıldı denendi s.yoktur
Yağlama Arızası	Makınaya yağ gerekli	15	62	Mekanik İyileştirme	Makinanın yağı kontrol edildi yağı tam makina basınç şalteri takılı kalıyordu ayarlandı denendi s.yoktur
Zincir Arızası	Bandın zinciri koptu	23	51	Mekanik İyileştirme	Kopan zincire ek yapıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Marka presi yavas iniyor	5	10	Ayarlama / Kalibrasyon	Basınç ayarı yapıldı
Tezgah Arızası	Matkapının yayı koptu gerrhının yplmsı	12	65	Mekanik İyileştirme	Kırık yay sokuykldu tadilat yapıldı yerin e takıldı
Robot Arızası	Hat3 taşlama robot çalışmıyor	27	28	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot resetlendi
Basıncılı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Robot cenesi acılıp kapanmıyor valfden acıp kapatmıyor ceneye	19	44	Mekanik İyileştirme	Civataları dusmus m12*40 imbus takıldı
Tezgah Arızası	Montaj salgı yalpa sehpasın takipçi milleri gevsemis yerinden çıkıyor	19	33	Ayarlama / Kalibrasyon	Takipçi milleri sıkıldı
Tezgah Arızası	Kapı arızası	85	93	Mekanik İyileştirme	Kapı yerindencıkms yerine takıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Kapı siviç	12	20	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç mandalı kırılmış bkma devredildi
Tezgah Arızası	Kapı siviç arızası kaynak olacak	15	49	Mekanik İyileştirme	Kopan swtich demeri kırılmış yerine kayntıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Marka presinin çalıştırma butonu çalışmıyor acill	9	13	Ayarlama / Kalibrasyon	Buton yerine bsglandı
Motor Arızası	3.hat kasnak yıkama kazanı ejanjör pompası motoru çalışmıyor	12	16	Parça değişimi	Motor koruma değişti
Tezgah Arızası	Kapı çalışmıyor hat 5 alex torna	28	115	Mekanik İyileştirme	Alex torna kapı silindir bağlantı yatak kırık kaynatıldı kapı atkı demiri bağlantı civataları takıldı denendi teslim edildi m 5 x 50 imbus 5 adet m 5 somun 5 adet m 5 rondela 5adet a tülük

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Havai hat asansör pistonu bazen çalışmıyor	20	22	Ayarlama / Kalibrasyon	Asansör yukarı son swchı ayarlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Ayaklar açılıp kapanmıyor	4	11	Ayarlama / Kalibrasyon	Buton kontgı çıkmış tkıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Sviç arızalı	26	34	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Cıkan koblo yerine bağlandı
Robot Arızası	Program ayarı gerekli acil	48	65	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarlandı
Robot Arızası	Robota 24.5 13 program ayarlanacak acillll..	38	39	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot programı ayarlandı
Zincir Arızası	Zincir sıkıstı merdaneler donmuyor	112	114	Mekanik İyileştirme	Gerken yapıldı
Güç Kaynağı Arızası	Yukleme mıknatız kablo du koptu	11	52	Ayarlama / Kalibrasyon	Mıknatız kablosu lehımlendi eklendi montajı yapılip çalıştırıldı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Hat 3 taslama kabinlerinin tozun u ceken havalandırma sistemleri çalışmıyor. Gereğinin yapılmasına	4	17	Parça değışimi	Motor gövdeye kaçak veriyor yenisiyle değışecek mekanik bakıma devredildi
Parça Sıkıstı/Takıldı/Kırıldı	Motor yanık gereğinin yapılması	40	131	Ayarlama / Kalibrasyon	Pazar günü yapılacak
Motor Arızası	Motor yanık	42	43	Parça değışimi	Motor yanık mekanik bakıma devredildi
Güç Kaynağı Arızası	Cnc tornanın 1 tanesi bataryası bittigi için durmadan arza veriyor	25	29	Ayarlama / Kalibrasyon	Srvise bildirildi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Işık bariyeri	4	13	Ayarlama / Kalibrasyon	Işık perdesi sipraiş edildi değışecek devre dışı bırakıldı operatore bilgi verildi
Yağlama Arızası	Montaj presinin şartlandırıcısı kırıldı	8	71	Parça değışimi	Şartlandırıcı yağlama kapagı değışti
Tezgah Arızası	Ezdirme makinası arkaya doğru gidiyor ön tarafa çekilmesi gerekiyor büyük fortifle geliniz	20	52	Ayarlama / Kalibrasyon	Makine istenilen yere alındı sorunb yook
Tezgah Arızası	Yuvarlatma arabasının pistonları kırıldı	94	95	Temizlik	Arabanın kaldırma piston milleri kırılmış vermediler pazar günü yapılacak
Motor Arızası	Vinç çalışmıyor	41	44	Ayarlama / Kalibrasyon	Kablo çıkmış yerine takılıp çalıştırıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Tezgah Arızası	Dışlı zincirden ses geliyor	4	77	Mekanik İyileştirme	Motor dişlilerinden ses geliyordu motor söküldü yerinden kaldırıldı dişliler söküldü yenilendi toplandı denendi s.yoktur
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Doner sehba cslismiyor	7	10	Ayarlama Kalibrasyon /	Surucu resetlendi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Kalbre sivç kırık çalışmıyor	6	11	Parça değişimi	Siviç degioştirildi
Zincir Arızası	Kapı ayarı bozuk yerinden çıkıyr	27	59	Ayarlama Kalibrasyon /	Makineyi vermediler pazar günü yapılacak
Zincir Arızası	Hat3 taşlama zincir kopuk	6	35	Mekanik İyileştirme	08b1 zincir eki 1ad. 40cm 08b1 zincir takıldı sorun yok
Robot Arızası	Hat 3 yuzey tornanın robotu ayarlanacak	22	23	Ayarlama Kalibrasyon /	Robot ayarı yapıldı
Robot Arızası	Robot cnc icinde kaldı	12	14	Ayarlama Kalibrasyon /	Robot ayarlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Takılı kalıyor çalışmıyor	4	8	Ayarlama Kalibrasyon /	Dayama kolları siviç temiri gevşemiş sıkıldı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Calismiyor otomatikte	16	20	Ayarlama Kalibrasyon /	Kablo kopmuş eklendi
Tezgah Arızası	Montaj salgı yalpa sehpasının takipçi milı gevsemis sıkılmasını rica ederiz	24	31	Mekanik İyileştirme	Sehpanın takipçi milleri sıkıldı
Robot Arızası	Hat 3 yüzey robot	32	32	Standartlaştırma	Swich kablosu çıkmış yerine takıldı
Sürücü / Tristör Arızası	Hat 3 tavan vinci çalışmıyor	53	54	Ayarlama Kalibrasyon /	Arıza 40 dakika surmustur fircalar yerinden çıkmış temizlendi yerine takıldı çalıştırıldı
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Yıkama kazanının bandının ön koruması kırıldı	21	43	Standartlaştırma	Kırık olan parça yerine getirilip kaynak yapıldı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Mas sın olduğu yer deki sartel ve markanın vinc motorunun kablusu kopmus	13	235	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Vinc arızalı degisecek asırı is yogunlugu nedeniyle gec kapatıldı
Motor Arızası	Tezgah kapanıyor elektrik kesiyor	10	15	Standartlaştırma	M79 yapılnadığı için sıkma basıncını görmüyor. Operatör bilgilendirildi
Zincir Arızası	Tezgahın ağırlık zincirleri koptu	4	178	Parça değişimi	Ağırli zincirleri kopmuş yedek zincir takıldı tavan vinç arızalı olduğu için iş uzadı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Motor Arızası	Tezgah kendiginden kapanıyor	17	18	Ayarlama / Kalibrasyon	Açık kablolar izole edilsin
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Tavan vinci çalışmıyor	41	42	Ayarlama / Kalibrasyon	Arıza 30 dkıka surdu bara çıkımış ve termik atmış resetlendi
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Tavan vinci çalışmıyor	32	33	Parça değişimi	Barayua temas eden fırçalar değiştirildi
Robot Arızası	Hat 3 yatıyor acil	4	4	Standartlaştırma	Mal var swichı ayarlandı
Robot Arızası	Aynı arızayı tekrarladı	11	11	Standartlaştırma	Robot kasnağı alamamış arızaya düşmüş resetlendi çalıştırıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Hat 3 pres butonlar basmıyor	11	12	Ayarlama / Kalibrasyon	Kablo çıkmış bağlandı
Vinç Arızası	Marka presinin vinci değişecek	17	71	Parça değişimi	Yedek vinç takıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Yeni vinç takıldı kabloları c0t ile bağlanacak	4	23	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Vinç koblosu düzeltildi
Tezgah Arızası	Ezdırme tezgahı yerinden kaymış düzeltilmesi	51	52	Ayarlama / Kalibrasyon	Makine yerine getirildi teslim edildi sorun yok
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Mas sinyal göndermiyor	342	375	Parça değişimi	Mas sinyaline bağlı röle sökülmüş bu sebepten dolayı mas saymıyor yeni röle takıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	K. Kesme swich kablosu	11	21	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Çıkan koblo yerine takıldı ve ayarlandı
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Ekran açılmıyor	13	35	Ayarlama / Kalibrasyon	Ekran soketi yerinden çıkmış soket yerine takıldı arıza giderildi
Zincir Arızası	Bandın zinciri koptu	17	23	Mekanik İyileştirme	1 ad 8b1 tam ek takıldı
Tezgah Arızası	Eksenler kacıyor	96	96	Temizlik	İptal
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Pres üst ölü noktada dumuyor	19	44	Ayarlama / Kalibrasyon	Üst ölü nokta sivici ayarlandı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	X eksen arızaya düşüyor	19	108	Ayarlama / Kalibrasyon	Mal var sivici dönüş kablosu kopmuş kablo değiştirildi
Zincir Arızası	Kaynak zırcı koştubacıllı	17	25	Mekanik İyileştirme	Babın zinciri kopmuş zincir ek yapıldı
Zincir Arızası	Kaynak zırcı koştubacıllı	24	25		Babın zinciri kopmuş zincir ek yapıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Swich çalışmıyor hat 5 alex torna	47	60	Ayarlama / Kalibrasyon	Elektriksel bi problem görülmedi sivici yatığı kırılmış mekanikbakım kaynak yapacak bilgilendirildi

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Tezgah Arızası	Kapı svıcı karsılamıyor acil	31	76	Mekanik İyileştirme	Kapı swiç ayakları kırılmış ayarlandı kaynadıldı diğer makinanın swiç bağlantıları gevşemiş sıkıldı denendi s.yoktur
Bıçak Arızası	Bıçaklar gevsiyo cıvataların değişmesi	11	250	Mekanik İyileştirme	CIVATALAR sokuldu yeni cıvata takıldı sonsuz dışlı atolyeye verildi dışlı alıştırıldı toplanıp yerine takıldı denendi s y ok
Güç Kaynağı Arızası	Hat3 taşlama gazaltı	12	75	Ayarlama / Kalibrasyon	Kaynak makinesi bakım için odaya getirildi operatörler başka hattan yedek makine alıcaklar
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Sürekli hidrolik motorunun şalteri atıyor	3	44	Ayarlama / Kalibrasyon	Hidrolik pompa motoru yüksek amper çekiyor arıza mekanik bakıma bildirildi
Pompa Arızası	Hidrolik pompa arızalı	31	684	Hidrolik İyileştirme	Mehmet celik nevzat ragıp valfler temizlendi ayarlandı ikili pompanın biri iptal edildi denendi sorun yok
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Hat 3montasın ordaki tıwın tornaya elektrik gelmiyor	45	45	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik atmış resetlendi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Hat 3 taşlama	34	34	Ayarlama / Kalibrasyon	Kontaktor ve kart temizlendi
Güç Kaynağı Arızası	Elektrik gelmiyor	9	10	Ayarlama / Kalibrasyon	Sigorta resetlendi
Zincir Arızası	Taşıma bandı zincir korumsı kırık. Kaynak makinasıdeyyar kablo getiriniz gelirken.	70	88	Mekanik İyileştirme	Zincir koruması kaynak yerinden kopmuş koruma yerine getirilip tekrar kaynatıldı s.yoktur
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	1.op yukleme kolu çalışmor	4	33	Ayarlama / Kalibrasyon	İleri son sibviç soket,i değiştirildi kalıp ayarı nekendi 10 dk
Motor Arızası	Kenar kesme çalışmuor	5	22	Parça değişimi	Hiroliik motor kontaktörü kontakları değişti
Yağlama Arızası	Yağı eksik yağ katılacak	3	22	Mekanik İyileştirme	50lt 46 no yağ katıldı
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Ekran acılmıyor	5	45	Ayarlama / Kalibrasyon	Kablolarda kısa devre giderildi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Otomatik çevrime geçmiyor. Kablo kopuk	7	11	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç kablosu bağlandı
Tezgah Arızası	Matkap yayı kırıldı yapılması rica ederim	11	412	Parça değişimi	Yay takıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Zincir Arızası	Kasnak indirme asansörünün civatası çıktı acil takılması	28	48	Mekanik İyileştirme	Kızak rulmanının somunu düsmüs yerine takıldı sıkıldı ayarlandı teslim edildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Tekmilli matkap siviç arızası	19	22	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç kablosu çıkmış yerine takıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Siviş kabloları çıktı yerine takılması	5	9	Ayarlama / Kalibrasyon	Mkntıs kablosu çıkmış bağlandı
Dişli Arızası	Pres koç geri kaçıyor	15	173	Mekanik İyileştirme	Siviç ayarı yapıldı.
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Wdf 3 dırınler presswich arızalı	2	5	Periyodik Bakım Planı Oluşturma / Güncelleme	Siviç değişti
Güç Kaynağı Arızası	W3 pres dirinler pres geri kalkış yapmıyor	15	23	Ayarlama / Kalibrasyon	Kalıpcı kursun sabitlemesini acık bırakmış kurs asagi kacmış pres sıkışmış ileri geri çalıştırılarak kurtarıldı
Kaplin Arızası	Alıncaynak kaplin sıyrıldı..	6	42	Parça değişimi	Motor kaplini yenilendi 1adet dk42kaplin takıldı
Zincir Arızası	Cnc torna tezgahının kapısı yerinden çıktı takılması gerekiyor	53	55	Mekanik İyileştirme	Rulmanlar söküldü bakıldı s yok rulmanda kapı yerine takıldı
Konveyör Arızası	Konvoyorun arkasından boryağı kacıyor kaynak olması lazım	137	182	Mekanik İyileştirme	Bor yağı kaçırın yere saç konup kaynak yapıldı. Sorun yok
Tezgah Arızası	Kapı arızası	129	215	Mekanik İyileştirme	Kapı siviç demiri kırılmış kaynatıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Merkezleme siwiş kablosu kopuk	16	16	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç kabloları bağlandı
Merdane Arızası	Zincir kopuk	25	55	Parça değişimi	1 adet 8b1 tam ek kullanıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Ayna siviç arızası	25	36	Ayarlama / Kalibrasyon	Valf soketi gevsemiş takıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Merkezleme siviçkablosu koptu	4	13	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Kopan koblo yerine bağlandı
Kaynak İşleri	Bant cansız kaynak yeri kırılmış	83	110	Mekanik İyileştirme	Kırılan bant kaynatıldı
Alıncaynak Arızası	Alıncaynak çene civtaları	35	185		Kırık civatalar çıkartıldı
Alıncaynak Arızası	Alıncaynak çene civtaları	24	185	Mekanik İyileştirme	Kırık civatalar çıkartıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Hidrolik Arıza	Yag eksik	37	206	Hidrolik İyileştirme	Makinanın yagı tanmlandı ortalama 10 lı hidrolik yagı
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Ayaklar ac kapa yapmıyor	4	12	Ayarlama / Kalibrasyon	Valfler yön değiştiriyor hareket almıyor
Hidrolik Arıza	Valfler cekiyor hareket etmiyor	129	161	Hidrolik İyileştirme	Balfler söküldü temizlendi denendi sorun yok
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Pres hava kaçağı olduğu için çalışmıyor	81	100	Mekanik İyileştirme	Gözlemlendi sorun görülmedi
Hidrolik Arıza	Hat 3 kalibr€ yag kacıyor	65	107	Parça değişimi	Silindirin yukarı kaldırma borusunun üzerindeki manometre ve basınç şalterinin rekorlarından yag kaçırıyordu rekorlar söküldü yenilendi toplanıp yerine takıldı çalıştırıldı kontrol edildi s.yoktur
Zincir Arızası	Tozaltıkaynak tasıma bandı zinciri koptu acil	58	88	Mekanik İyileştirme	1 adet 8 b1 tam ek takıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Cnc torna ayaklar sıkıyor	20	25	Ayarlama / Kalibrasyon	Acma kapama valfleri cekiyor ama ayna hareket etmiyor mekanik bölüme bildirildi
Valf Arızası	Ayna açma kapama yapmıyor gerginin yapılması	14	217	Temizlik	Valfleri temizlendi denendi sorunyok
Tezgah Arızası	Bant baslı pistonunda hava kacagı var	3	124	Parça değişimi	Marka önü merdane yatağı söküldü silindir söküldü silindirden hava kaçırıyordu 16*80*25 1adet keçe ve 50*3 1 adet oring değişti yerine takıldı çalışıyor teslim edildki
Tezgah Arızası	Tezgah çalışırken ayna arızası verdi ayna dönmüyor	93	143	Ayarlama / Kalibrasyon	Şanzıman yagı tamamlandı ses gelmeye devam ediyor bilginiz
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Asansör çalışmıyor	4	25	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Cıkan koblo yerine takıldı
Zincir Arızası	Bandın zinciri koptu ütünün yanı	79	104	Parça değişimi	Zincir eklendi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Yukleme almıyor	6	9	Ayarlama / Kalibrasyon	Mıknatıs kablosu çıkmış bağlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Hat 3 robot swich arızası veriyor	4	26	Ayarlama / Kalibrasyon	Robotlar ve kapı resetlendi
Tezgah Arızası	Pres basınca girip kalıyor	37	81	Mekanik İyileştirme	Yapıldı basınç ayarı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Fren Arızası	Koc assağı inerken zorlanıyor yavas vuruyor yukarı çıkarken sorun yok	52	195	Ayarlama / Kalibrasyon	Kontrol edildi. Volant cembere degdiği için sıkıntılı çalışıyordu. Ayarlandı denendi teslim edildi.. Arıza 9:20 de bitmiştir
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Hat.3. 03.03.24 nolu makina sibop elme otamisrafte çalışmıyor	24	25	Ayarlama / Kalibrasyon	Cift el buton kontağı çıkmış yerine takıldı
Zincir Arızası	Kalibre asansörü zinciri koptu	10	34	Mekanik İyileştirme	Zincir atmış gerlidi yerine takıldı
Robot Arızası	Robot çalışmıyor	11	11	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot siviçi ayarlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Otomatikte çalışmıyor sensör eksik	31	37	Ayarlama / Kalibrasyon	Kapak siviçi ayarlandı
Robot Arızası	Robotun kasnak alışı koyuşu ayarlanacak	5	24	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayaand
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Ayna sıvıç arızası	6	17	Ayarlama / Kalibrasyon	Ayna siviç ayarı yapıldı
Robot Arızası	Robot arıza verdı	30	31	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarlandı
Hidrolik Arıza	Hidrolik yağı bıtmiş	8	33	Hidrolik İyileştirme	20 kg 46 numara yag ilave edildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Pres otomatikte çalışmıyor	4	15	Ayarlama / Kalibrasyon	Işık bariyeri ayarlandı
Robot Arızası	Hat 3 taslamadaki jant paletleme robotun ayar yapılması gerekiyor.acıl beklenılıyor.	27	27	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot alma ayarı yapıldı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Yukardan motorun olduğu yerden yuks2k derecee kıvılcım çıktı tezgah kkapandı	12	75	Standartlaştırma	Motor vidalarını kırmış yerinden çıkmış mekanik bakıma bilgi verildi
Pnömatik Arıza	Motor arızası	11	2505	Parça değişimi	Motor ayakları kırılmış motor söküldü yedek motor takıldı kaplinle yenilendi kaplin ayarı yapıldı sorun yok A.DİNÇ F.GÖKBAYRAK
Tezgah Arızası	Ka01 sıkıştı hat 5 alex torna	188	189	Pnömisraf İyileştirme	Valfsoketiçıkıştakıldıçalışırteslimedildi
Tezgah Arızası	Kapı çalışmıyor hat 5alex torna	136	146	Pnömisraf İyileştirme	Ayarlandı sorunyok vbalften ayarlandı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Kurs motor kapağı yerinden çıktı	34	45	Mekanik İyileştirme	Makasta vinç motoru söktüğüm için arızaya geç gidildi operatörler şu anda çalışıyoruz dediler makinanın boşlukta yapılmış
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Radüs tornanın kızak civatası kırıldı gereyinin yapılması	17	85	Ayarlama / Kalibrasyon	Kırık civatalar kaynakla çıkarıldı yeni civata takıldı s yok
Tezgah Arızası	Tezgahın x eksenı kaçırıyor.hat 5 alex torna	452	453	Mekanik İyileştirme	Almer sokuyor
Güç Kaynağı Arızası	Agız acma çalışmıyor	8	32	Ayarlama / Kalibrasyon	Yağ seviye şamandırmasının kablosu çıkmış bağlandı
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Tezgah aynası açıp kapanmıyor	47	69	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik atmış düzeltildi
Kızak Arızası	Çene basma arabası arızalı	56	540	Standartlaştırma	Araba silindir milleri kırılmış yenilendi altan esen
Tezgah Arızası	Yuvarlatma çalışmıyor. Acil	1	327	Mekanik İyileştirme	Silindir milleri sokulup atolyeye verildi
Tezgah Arızası	Swich karsılığı kırıldı hat 5 alex torna	45	66	Mekanik İyileştirme	Kapı sivişi kırılmış yerine kaynatıldı s yok
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Radüs torna hava hortumlarının yerlerinin değiştirilmesi	44	101	Ayarlama / Kalibrasyon	Maknanın vebhava yabancasının hortumlarının yereri degistirildi
Tezgah Arızası	Ezdirmen tezgahı oynuyor çalışırken ve iş kazasına neden oluyor ezdirmen tezgahı sabitlenecek	14	80	Mekanik İyileştirme	Ezdirmen yeri ayarlanıp sabitlendi sorun yok
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Ekranların arka kapakları takılacak	151	158	Elektrik-Elektronik İyileştirme	İki makinanın kapakları kapandı
Motor Arızası	Çalışmıyor	18	24	Ayarlama / Kalibrasyon	Yuvarlatma çalışıyor herhangi bir arıza görülmedi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	3.hat montaj hattın tavan lambaları hepsi söndü acil	9	10	Ayarlama / Kalibrasyon	Kacak akım atmış kaldırıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Asansör çalışmıyor	19	32	Ayarlama / Kalibrasyon	Sibiç kablosu bağlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Montaj presı sıvı arızalı	12	15	Ayarlama / Kalibrasyon	Işık perdesi ayarlandı
Tezgah Arızası	Alt tabla civatası yalama oldu acil	14	64	Parça değişimi	Yalamas civata söküldü atelyede yapıp yerine takıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Hava hortumu patladı acil	18	50	Parça değişimi	Hortumun yenisi yapıldı yerine takıldı
Tezgah Arızası	Hat 3 disk robot yağ eksik arıza veriyor	18	47	Standartlaştırma	Robopt yağı basıldı
Zincir Arızası	Kovyr zinciri patinaj yapıyor	58	59	Mekanik İyileştirme	Motor zincirine gerdirme yapıldı
Yağlama Arızası	Pres çalışmıyor. Yağ ilavesi yapılacak	25	51	Hidrolik İyileştirme	Hidrolik yağı ilave edildi 100ltr 46 hidrolik yağı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Hat3 pres 03.02.04 tezgah sinyal gelmiyor adet saymıyor	298	327	Parça değişimi	Massinyal rölesi değiştirildi
Hidrolik Arıza	Kalibre yağ kaçırıyor	19	176	Parça değişimi	Vakum valfinin orlinkleri degisti 140x6170x5210x7 3 adetd değişti
Güç Kaynağı Arızası	Marka presinin arkasındaki mıknatıs vincinin prizi arızalı gereğinin yapılmasına.....	18	32	Parça değişimi	Fiş değiştirildi
Tezgah Arızası	Valf çalışmıyor	90	93	Parça değişimi	Hava Valfi değiştirildi ç.p.a özel çift bobinli valf takıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Valf çalışmıyor	27	28	Ayarlama / Kalibrasyon	Valfler çekiyor ama makına hareket etmiyor mekanik bölümüne bilgi verildi
Motor Arızası	Cnc torna ayakları sıkıyor	3	9	Ayarlama / Kalibrasyon	Valf soket kablosu kopmuş bağlandı
Pnömisraf Arıza	Koç sigorta valfi çalışmıyor	49	51	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Makinanın şarteli kapalı olduğu için çalışmaz
Tezgah Arızası	Srka presi takılıp kalıyor	46	55	Ayarlama / Kalibrasyon	Ayar yapıldı
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Hava ek boruda kaçak var	110	215	Ayarlama / Kalibrasyon	Hava borusu sıkıldı
Yağlama Arızası	Yağ seviyesi yetersiz	86	168	Hidrolik İyileştirme	Hidrolik yağı 46 70 lt ilave edildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Fanuc kaynak robotunun giriş çıkış asansörlerinin siviçleri kırılmış yapılması gerek acil	14	32	Parça değişimi	Siviç soketi değişti
Güç Kaynağı Arızası	Alın kaynağın çeneleri açılıp kapanmıyor..	3	18	Ayarlama / Kalibrasyon	Arabadak, çene kaynak başlama pozizyon siviçi gevsemiş saglmlaştırıldı çalıştırıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Zincir Arızası	Kasnak indirme asansörünün demiri çıktı kaynaması gerek acill....	32	94	Mekanik İyileştirme	Hasan araba rayınkırılmış yerine getirildi kaynatıldı soru çözüldü
Valf Arızası	Kalibre presi yukarıya kalkmıyor	21	41	Temizlik	Valf temizlendi sorun yok
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Hat 3kalibre	4	11	Ayarlama / Kalibrasyon	Yağ tankı vana siviçi ayarlandı pres çalıştırılıp denendi
Tezgah Arızası	Tek millinin yayı kırıldı gereğinin yapılması	53	89	Mekanik İyileştirme	Matkap yayı kırılmış kapagı söküldü kırılan yay çıkarıldı oksijenle ısıtılıp eski yay yerine takıldı ayarı yapıldı s.yoktur
Tezgah Arızası	Kapı yerinden çıkıyor	67	98	Mekanik İyileştirme	Kapı yerine oturturuldu. Siviç yerine takıldı. 10 kere denendi. Takım liderine teslim edildi.
Robot Arızası	Hat 3 yüzey robot arızalı	13	14	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot step adıma alınmış düzeltildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Basma presini yavaşlatmsya yarayan swich takılı kalıyor	72	81	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç kafası yağlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Oryantasyon yapılacak	8	29	Ayarlama / Kalibrasyon	Oryantasyon yapıldı
Yağlama Arızası	Ağız açma kendi kendini korumaya alıyor robot acil stop uyarısı veriyor ..	18	133	Hidrolik İyileştirme	46 numara 50 litre hidrolik yağ konuldu
Tezgah Arızası	Çıkartıcı pompaya hidrolik yağı koyulacak gereğinin yapılmasına	24	47	Hidrolik İyileştirme	60 litre 46 numara yağ konuldu
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Kapı açılmıyor	22	29	Ayarlama / Kalibrasyon	Kapı kızakları arızalanmış mekanik bakıma bildirildi
Tezgah Arızası	Kapı acılıp kapanıyor kastırıyor kızaklar dağılmış	23	24	Mekanik İyileştirme	Kapı sivişleri ayarlandı denendi çalışıyor sorun yok
Valf Arızası	Tezgahın kapı valfleri çalışmıyor	9	20	Ayarlama / Kalibrasyon	Elektrik arızası elektrikçiler bakıyor
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Ajaklar açılıp kapanmıyor	4	26	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç ayarlandı
Güç Kaynağı Arızası	Mıknatız düzgün çalışmıyor	20	35	Ayarlama / Kalibrasyon	Kablo kopuk tespit edildi eklendi
Tozaltı-Gazaltı-Torç Kaynak Arızası	Hat 3 kaynak bandında kırık var kaynak olması gerek	4	35	Mekanik İyileştirme	Kırılan bant kaynatıldı teslim edildi

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Tezgah Arızası	Kapı açılmıyor	9	11	Mekanik İyileştirme	Kontrol edildi herangi gibi sorun yok normal çalışıyor
Hidrolik Arıza	Kalibre presi yağ kacırıyor	2	28	Parça değişimi	250 barlık barometre saati yeni takıldı sorun yok
Robot Arızası	Robot arza	5	32	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç kırılmış değişti
Tezgah Arızası	Kapı svhıchgörmüyor	6	40	Mekanik İyileştirme	Kapımınısivisleri kopmus kaynatıldı denedi çalışıyor
Robot Arızası	Yüzey hat 3	15	16	Ayarlama / Kalibrasyon	Robotu bandta mal varken çarptırmışlar siviç kırılmış değişti
Robot Arızası	Hat 3 yüzey robot arza	14	15	Ayarlama / Kalibrasyon	İptal ikisertane arıza yazıyorlarrrrr
Tezgah Arızası	Konveyör sıkıştı dönmüyor	21	251	Parça değişimi	Uğur konveyör motor rediktörü sıkışmış söküldü yedek rediktör yoktu başka rediktör takıldı toplandı yerine takılıp denendi s.yoktur
Motor Arızası	Konveyör motoru çalışmıyor	3	236	Parça değişimi	Konvör motoru redüktör dişli kırılmış mekanik bakım redüktör değiştirdi motor klmensi içerisinde 3 kablo var normalde motor üçgen bağlantı yapılıp 3 faz arası 220 V olacak şekilde bağlantı yapılması gerekir motor içerisinden herhangi bir bağlantı bilgisi olmadığı için motor normal söküldüğü şekilde bağlandı akım ölçümleri yapıldı 0,55 KW motor 1.1 A akım çekmektedir
Yağlama Arızası	Kalibre presine yağ ilave edilecek	38	148	Mekanik İyileştirme	30 lt yağ ilave edildi valf ortak takılı kalmış yapıldı sorun yok
Tezgah Arızası	Robotta hava kacagı var hat 5 alex torna	5	26	Ayarlama / Kalibrasyon	Rekor sıkıldı s yok
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Uzatma kablosu çekilecek fan için	34	55	Elektrik-Elektronik İyileştirme	İstenilen yere 220 v priz takıldı
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Hortum patlak	15	15	Pnömatik İyileştirme	Patlayan yerden ek yapıldı
Zincir Arızası	Bandın zinciri koptu	18	30	Parça değişimi	1 adet8b1 tam ek kullanıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Zincir Arızası	Hat 3 kalibre asansör zincir koptu	72	127	Mekanik İyileştirme	Yukarıdaki dişli rulmandan kaymış sokulup ayarlanıp yerine bağlandı.zincirler yamulmuş düzeltildi. Toplanıp bağlandı gergi ayarlandı denendi sorun yok
Güç Kaynağı Arızası	Su motoru çalışmıyor hat 3	6	11	Ayarlama Kalibrasyon /	Pompa sürücüsü resetlendi
Zincir Arızası	Kaynak bandı zinciri koptu	6	38	Parça değişimi	1adet8b1 tam ek kullanıldı
Zincir Arızası	Bandın zinciri koptu	20	20	Parça değişimi	22 bvakla 8b1 zincir ve tam ek kullanıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Otomatik çalışmıyor	4	9	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Tezgahta sorun görülmedi üretim yapıyor
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Ayna sıvıç arızası	4	44	Ayarlama Kalibrasyon /	Makinada herhangi bir arıza görülmedi
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Hava hortumu patlak	146	147	Standartlaştırma	Hava borusu eklendi
Dişli Arızası	Sanzıman da vites kendi kendine bosa çıkıyor tezgah ta tek motor mafsalları donmuyor acil	62	21005	Bakım frekansı güncelleme	Makina şuandaçalışıyorlar
Tezgah Arızası	Cene basma arabası kırık	28	52	Mekanik İyileştirme	Araban silindir cıvatası düşmüş cıvata takıldı m8<20 3tane takıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Ceneler otomatik inmiyor	34	38	Ayarlama Kalibrasyon /	Herhangi bir problem görülmedi
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Fanuc kaynak robotlarının basınçları yetmiyor denetim var acilll !!!	23	61	Ayarlama Kalibrasyon /	Egir basdtının yağı yokmus yağı katıldı ayar yapıldı teslim edildi
Güç Kaynağı Arızası	Mıknatıslı vinç çalışmıyor	16	30	Ayarlama Kalibrasyon /	Nötr kablosu kopmuş bağlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Yukleme almıyor	49	50	Ayarlama Kalibrasyon /	Mıknatıs kablosu bağlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Arızalı	30	30	Ayarlama Kalibrasyon /	Metalden yansımali siviç deh,ştirildi
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	3.hat as kaynak hava basıncı az geliyor acil bakımasına	91	93	Kestirimci Bakım Planı Oluşturma / Güncelleme	Hat 3 un hava tankımın boruları şgkuldu hat 2 ye takıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Güç Kaynağı Arızası	3.hat kasknak yokma da darka kablo acil tolanası erekiyor	6	33	Parça değişimi	Hat 3 yıkama kazanı acil stop butonları makine gövdesine sabitlendi kablo dağınkıklığı düzenlendi
Motor Arızası	Montaj presi döndürücü aparat çalışmıyor	1	7	Ayarlama / Kalibrasyon	Sürücü arızaya geçmiş resetlendi arıza giderildi
Robot Arızası	Ütü presi robot butonlar kırık	3	6	Parça değişimi	Acil stopğ butonu kırılmış yenisi takıldı arıza giderildi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Alın kaynak ikaz lambası yanıyor çene basmıyor.	14	21	Ayarlama / Kalibrasyon	Arızaya rastlanmadı
Aydınlatma / İklimlendirme	Elektrik pırızı bağlanacak	23	23	Elektrik-Elektronik İyileştirme	İptal
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Yıkama kazanı swıcı arızalandı	4	9	Parça değişimi	Reflektör değişti
Mıknatıs Arızası	Mıknatız civatadı gevsiyor yapıtırıcı ilaç getirin	4	27	Mekanik İyileştirme	Mıknatız civatası deforme olmuş yenisi ilaç sıkılarak takıldı çalışır teslim edildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Mıknatız çalışmıyor	3	16	Ayarlama / Kalibrasyon	Mıknatıs kabloları klemense bağlandı
Robot Arızası	Robot surekli duruyor	11	133	Parça değişimi	A1 ekseni sürücüsü değiştirildi
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Alarm veriyor	17	23	Ayarlama / Kalibrasyon	Tezgah resetlendi
Güç Kaynağı Arızası	Torna tezgahının yanındaki klavuz makinası çalışmıyor gereğinin yapılmasına	1	7	Ayarlama / Kalibrasyon	Faz yönü değiştirildi
Motor Arızası	Sogutma kazanının motorunda sorun var ...	16	22	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Elektriksel sorun yok kaplin sıyırmış
Su Motor/Pompa/Şamandra Arızası	Sogutma kazanı motoru arızalı	135	165	Parça değişimi	Kaplin degistru dk 55 1 adet
Yağlama Arızası	Yağ kaçağı var göl oluyo her gün	245	400	Mekanik İyileştirme	İki adet 1 1/4"" hid. Hortum değiştirildi.
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Kapı çalışmıyor hat 5alex torna	12	92	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç kalosukopmuş yerine takıldı
Korumalığı Kırıldı	3.hat kasknak yıkama kazanının giriş ve çıkışına perdeler takılacak acil	104	333	Mekanik İyileştirme	Takıldı.

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Tezgah otomatikte çalışmıyor gereğinin yapılmasına	60	61	Ayarlama / Kalibrasyon	Çiftel buton kablosu çıkmış takıldı
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Tezgah referans noktasına gormuyor.z ekseni kacırıyor	2	21	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviçayarlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Tezgahın start butonu kırılmış	35	67	Parça değişimi	Buton kutusu değişti
Motor Arızası	Kurs motor termik atdı hat 3 disk usi pres	17	17	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik resetlendi
Robot Arızası	Robot arıza acıl	37	39	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot malın üzerine binmiş kurtarıldı
Kayış Arızası	Utunun kayışları attı	56	139	Mekanik İyileştirme	Kayısları yerine takıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Yuvarlatma sensör görmüyor baskı yukarı kalkmıyor	8	9	Ayarlama / Kalibrasyon	Bssınç şalteri ayarlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Pres otamstikçalışmıyor	5	13	Ayarlama / Kalibrasyon	Kapaklar açıldı kapatıldı resetlendi devreye alındı
Zincir Arızası	Kopuk	27	28		22 bakla 8 b1 yenizincirve 1 adet tam ekle eklendi s yok
Zincir Arızası	Kopuk	2	28	Parça değişimi	22 bakla 8 b1 yenizincirve 1 adet tam ekle eklendi s yok
Motor Arızası	Kalibre presi çalışmıyor	7	13	Ayarlama / Kalibrasyon	Yağ seviye kablosu çıkmış bağlandı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Makina stop ediyor	4	16	Ayarlama / Kalibrasyon	Sigorta atmış kuruldu
Yağ/Hava/Su Kaçağı	Alın kaynak hava tabancasının hortumu patladı..	6	14	Pnömisraf İyileştirme	Patlayan hortum kesilerek eklendi
Civata - Somun Koptu/Gevşedi/Kırıldı	Hat üteki su sebilının cesmesi bozulmus su kacırıyor	165	186	Parça değişimi	Yalma olmuş oparca degiştirildi
Robot Arızası	Robot civicleri rızalı makına duruyo devamlı	15	15	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarlandı
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Havayı asansör sepetinin pistonu hava kacırıyor	31	115	Pnömisraf İyileştirme	Piston bogazdan hava kaçırıyordu söküldü bogaz keçesi yenilendi toplandı yerine takıldı s.yoktur
Zincir Arızası	Utu bandı zinciri koptu üretim durdu acil bakılmasını rica ederım	23	34	Mekanik İyileştirme	1 adet 8b1 tam ek takıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Pres kocu sıvıcleri görmüyor sürekli hareket ediyor	28	34	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç ayarlandı
Güç Kaynağı Arızası	Hat 3 kasnak yıkama makinası çalışmıyor gereğinin yapılması	20	33	Ayarlama / Kalibrasyon	Makine çalışıyor arıza yok
Tezgah Arızası	Tezgah ilerlemesi çok hızlı düşürülmüyor	35	57	Ayarlama / Kalibrasyon	Vafden ayarlandı teslim edildi
Hidrolik Arıza	Montaj salgı yalpa sehpasının asansör indirme kaldırma kolu çalışmıyor	27	97	Parça değişimi	3/4 yaysız vaf takıldı yeni eskisinin kolu kırık çalışmıyordu
Robot Arızası	Robot ayarı	8	80	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot griper disk besleme tarafın ayacı yenmiş robot alırkendiski kaydırıyordu ayak söktürölüp işletildi yerine bağlanıp ayarları kontrol edildi oryantasyon yapıldı
Tezgah Arızası	Kapı sürekli sıkışıyor değişmesi gerekli barış byin bilgisi var	71	90	Standartlaştırma	Kontrol edildi çalışıyor
Elektronik Arıza (Kart-Encoder)	Alınkaynak elek. Arızası	4	29	Ayarlama / Kalibrasyon	Alın kaynak ara ara hataya düşüyor sabah kaynak ayarları kontrol edilecek makina çalışıyor
Alınkaynak Arızası	Su tankı tıstı	9	22	Mekanik İyileştirme	Su tankı şamandıra takılı kalmış
Tezgah Arızası	Su tankı arızalı	17	18	Temizlik	Ali
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Hat 3 taslama kabinndeki kaynak makinası tel surme çalışmıyor	12	15	Ayarlama / Kalibrasyon	Torc arızalı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Su tankı tııyor	14	21	Ayarlama / Kalibrasyon	Şamandra ayarı yağıldı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Hat3 taşlama gazaltı	8	15	Ayarlama / Kalibrasyon	Torc tetik kablosu kopmuş eklendi
Tezgah Arızası	Kapı arızası	7	16	Mekanik İyileştirme	Kapı yerinden çıkmış yerine takıldı
Tezgah Arızası	Arabanın ust tablası komple kırık	2	826	Parça değişimi	R.. N ..m..y.. H. Sili,ndir milleri atölyede yapıldı silindirler yemek molasına çıkılmadan el birliğiyle takıldı çalışır teslim edildi
Zincir Arızası	Hat 3 tozaltı kaynak taşıma bandı zincir sıkışıyor acil	86	157	Parça değişimi	Zincir eklendi

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Robot Arızası	Robot kasknak alışı ayarlanacak bastan acil..	86	87	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot yuvarlatmasız çalışması ve robot programı ayarlandı
Yağ/Hava/Su Kaçağı	Role yağ kaçırıyor hidrolik hortum bağlantı yerinden...makina da yağ eksilmiş ilave gerekli	156	232	Hidrolik İyileştirme	Yağ katıldı sorun yok rekor sıkıldı
Robot Arızası	Hat 3 taslama robotu çalışmıyır	54	71	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarlandı
Zincir Arızası	Hat 3 tozaltı kaynağın zinciri sıkışıyor acill	46	73	Mekanik İyileştirme	Merdanın zincir üstüne binmiş bant çalışıyor
Tezgah Arızası	Kapı hava ayarı	18	26		Kapı hava ayarı yapıldı
Tezgah Arızası	Kapı hava ayarı	20	26	Pnömisraf İyileştirme	Kapı hava ayarı yapıldı
Zincir Arızası	Tozaltı kaynak tasıma bandı çalışmıyor acil	7	79	Parça değişimi	Zincir eklendi
Tezgah Arızası	Kapı piston başlık cıvataları yalama olmuş gereğin yapılması	154	182	Ayarlama / Kalibrasyon	4/12vardıyesı yapacak suan calsıyor
Güç Kaynağı Arızası	Yukleme mıklatis kablosu	56	56	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç kablosu eklendi
Güç Kaynağı Arızası	Start almıyor	33	34	Ayarlama / Kalibrasyon	Çalışır teslim edilfi
Yağ/Hava/Su Kaçağı	Soğutma su kazanında şaman dıra kaçırıyor	21	48	Ayarlama / Kalibrasyon	Samandıra takılı kalmıs duzeltıldı s yok
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Siviç arızası	75	86	Ayarlama / Kalibrasyon	Herhangibirproblem yok
Tezgah Arızası	Aynaya gres yağı basılacak	31	34	Mekanik İyileştirme	Aynaya gress basıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Siv,ç klosu kopuk	41	47	Ayarlama / Kalibrasyon	Siv,ç kablosu bağlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Parça çıktıktan sonra tezgah yıkamaya gideceği sırada tezgah alarm veriyor	7	35	Temizlik	Servis bakıyor
Tezgah Arızası	Basınç ayarı yapılacak ayaklar yavaş açılıp kapanıyor	19	45	Ayarlama / Kalibrasyon	Basınç ayarı yapıldı
Güç Kaynağı Arızası	Taslama kabını elektrık kesintısı	7	8	Ayarlama / Kalibrasyon	Kolon panosundan sigorta atmış kaldırıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Zincir Arızası	Cnc torna konvor zincir israf	100	122	Standartlaştırma	Konveyör içine talaş sıkışmış zincir takıldı makina içi temizlendi teslim edildi
Röle Arızası	Role hidrolik makara keçesi patlak yağ kaçırıyor	20	132	Parça değişimi	Silindir söküldü boğaz keçesi parçalanmış söküldü 1 adet 28x38x7 yeni keçe takıldı silindir takıldı çalışır teslim edildi
Tezgah Arızası	Kapı çalışmıyor hat 5 alex torna	6	54	Mekanik İyileştirme	Kızak yolundaki capaklar temizlendi çalışır durumda teslim edildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Otomatik çalışmıyor	20	21	Ayarlama Kalibrasyon /	Işık bariyeri ayarlandı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Hat 3 kalibre sigorta attı	35	35	Ayarlama Kalibrasyon /	Sigorta resetlendi
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Yuvarlatma arabası aşağı yukarı hareket etmiyor acil	3	73	Ayarlama Kalibrasyon /	Kontrol edildi çalışıyor
Tezgah Arızası	Hat 3 yüzey tormanın içindeki su atma aparatı koptu acil yapılmasına	44	67	Mekanik İyileştirme	Takım lideri pazar günü yapılmasını dedi
Robot Arızası	Hat 3 yüzey torna robotu çalışmıyor acil yapılmasına	17	36	Ayarlama Kalibrasyon /	Siviç kablosu çıkmış takıldı
Tezgah Arızası	Montaj presi çok yağ kaçırıyor	33	2394	Parça değişimi	Bogaz oringi değişti sorun yok 1 adet 340*4 mm oring takıldı a dinç f gökbayrak u.taşdemir
Robot Arızası	Robot cene basmadan kasnağı alırken iz yapıyor yeniden ayarlanması gerekli	30	43	Ayarlama Kalibrasyon /	Robotayarlandı
Robot Arızası	Robot ayarı	32	42	Ayarlama Kalibrasyon /	Robot ayarlandı
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Enkoder arızalı	49	50	Parça değişimi	Encoder değiştirildi arıza masa geç girildi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Pres çalışmıyor	11	11	Ayarlama Kalibrasyon /	Pres çalışıyor
Robot Arızası	Hat3 taşlama	24	31	Ayarlama Kalibrasyon /	Isık perdesi ayarlandı
Güç Kaynağı Arızası	Sibp delmeye elektrik gelmiyor	7	7	Ayarlama Kalibrasyon /	Plc resetlendi
Zincir Arızası	Hat 3 kaynak bandı zinciri koptu acil	17	21	Parça değişimi	22 bakla 8 b1 yeni zincir ve ek kullanıldı çalışır teslim edildi

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Zincir Arızası	Hat 3 kaynak bandı zinciri koptu acil	20	21		22 bakla 8 b1 yeni zincir ve ek kullanıldı çalışır teslim edildi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Ağız açmanın panodan şarteli atıyor komple kapanıyor..	9	33	Ayarlama / Kalibrasyon	Su motoru yanmış yenisi verildi
Robot Arızası	Hat 3 yüzey robot arza	21	29	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot baslama pozisyonuna alındı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Makina stop ediyor	4	5	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik kruldu
Yağ / Filtre Değişimi	Yağ seviyesi düşük	29	79	Hidrolik İyileştirme	60lt dta46 hidrolik yağı kullanıldı
Zincir Arızası	3.hat kasnak yıkama kazanı band yurumüyor gereğinin yapılması	15	58	Mekanik İyileştirme	Servis gelecek
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Kasnak asansörde takılı kaldı	5	26	Ayarlama / Kalibrasyon	Jant sıkışmış aradan çıkarıldı
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Tuslar çalışmıyor gereğinin yapılmasına	11	20	Standartlaştırma	Ekrana yağlı eldivenle bastıkları için tus takımı deforme olmuştur değiştirilmesi gerek
Röle Arızası	Siviç ayağı kırık kaynak olacal üretim durdu acil	8	127	Ayarlama / Kalibrasyon	Ayak yerine kynatıldı
Röle Arızası	Yemekten önce kaynatılan sivç ayağı düzgün kaynamadığı için tekrar kırıldı	32	36	Mekanik İyileştirme	Ayak yerine kaynatıldı
Röle Arızası	Role 2oprs yükleme kolu beşik kırık kaynak olacak	6	61	Mekanik İyileştirme	Yukleme kolu ek yerinden kırılmış yerine getirilip kayatıldı
Zincir Arızası	Yüzeyin önündeki bant zincir koptu	102	103	Parça değişimi	1 ad 8b1 tam ek kullanıldı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Agız acma presi çalışmıyor	4	49	Ayarlama / Kalibrasyon	Elektrik arızaya rastlanmadı mekanik bakımla arızaya müdahale edildi dekaprasyon valfi temizlendi pres çalıştırılıp denendi.
Hidrolik Arıza	Pres yukarıkalklıyor	30	41	Hidrolik İyileştirme	Valf temizlendi dinendi sorun yok
Robot Arızası	Robot baglama yapmıyor	14	19	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarı yapıldı
Robot Arızası	Robot surekli arıza veriyoracıl	22	22	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarı yapıldı sürücü resetlendi
Tezgah Arızası	Kapı	411	550	Temizlik	Nevzat mehmet arızaya gidildi operatör yok adam arandı bugün gelmediler dediler

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Tezgah Arızası	Kapı	4	83	Ayarlama / Kalibrasyon	Kapı svicleri kopmuş havası kısılmış kapı yarıları yapıldı çalıştırılıp denendii s yok teslim edildi
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Robotlara hava basıncı az geliyor	186	283	Ayarlama / Kalibrasyon	Hava basınçları kontrol edildi normal bir s.yoktur
Güç Kaynağı Arızası	Kaynat mıyor makina	8	61	Ayarlama / Kalibrasyon	Araba arada baslagınc noktasıns gelmiyor cetvel düzeltildi
Tezgah Arızası	Kapı arızası	120	282	Parça değişimi	Rulman değiştirildi.
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Hat 3 taşıma bant değişecek bant motoru sökülecek acil	9	26	Ayarlama / Kalibrasyon	Motor ve siviç söküldü
Robot Arızası	Hat 3 taşıma palet robotu ayarlanacak	29	59	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarlandı mal var siviçi ayarlardı robot devreye alındı
Güç Kaynağı Arızası	Kendısı kapanıyor çalışırken	6	22	Ayarlama / Kalibrasyon	Arıza rastlanamadı makina çalışıyor
Güç Kaynağı Arızası	Makina kapanıyor	7	26	Ayarlama / Kalibrasyon	Bır sorun görülmedi 30 tane gorulmedi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Cene dişlerinden arıza veriyor	70	118	Ayarlama / Kalibrasyon	Alınkaynak gözlemlendi basınçlarına bakıldı üretim devam etti kaynakta aızaya rastlanmadı
Mıknatıs Arızası	Mıknatız cvatası gevşiyor yapıştırıcı getirin	2	30	Mekanik İyileştirme	Metrik 12*70 impus 1 adet civata takıldı s yok
Robot Arızası	Hat3 yuzey torna çalışmıyor	9	9	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot yarıda bırakımışçalıştırıldı arıza giderilddi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Şalter atmış tezgah çalışmıyor	6	7	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Kacak akım rölesi kuruldu
Robot Arızası	Robot arıza yaptı acil bakılmasını rica ederim	5	14	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot çalıştırıldı
Robot Arızası	Ayar yapılacak	5	20	Ayarlama / Kalibrasyon	Cene basma kaymış yerine al0ndı robot ayarlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	1000 tonluk pres elde patatma yapmıyor gere ginin yapılmasına	4	17	Ayarlama / Kalibrasyon	Merkezleme siviç kablosu bağlandı
Zincir Arızası	Hat 3 tozaltı taşıma bandı motor zinciri koptu	48	75	Parça değişimi	Kaynak bandı motor zinciri kopuk yenisi kesilip takıldı bant zinciri kopuk eklendi çalışır teslim edildi 8 b 1 zincir 62 bakla 1 adet 8 b1 zincir eki 2 adet

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	1000 tınluk pres patlatma yapmıyor	91	92	Parça değişimi	Röle değiştirildi
Robot Arızası	Robot ayarı	14	36	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot cene basmasız program ayarlandı
Hidrolik Arıza	Asansör kasası kaydı	19	106	Mekanik İyileştirme	Asönsörün kızak ayakları kopmuş yerine cektirildi kaynatıldı sac besleme atıldı denendi sorun yok çalışıyor
Mil Arızası	Montaj presı yağ kacırıyor	29	30	Temizlik	Bakıldı yanlış makina çalışıyor
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Switch kablosu çıktı	5	11	Standartlaştırma	Kablolar yerine takıldı
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Prete hava kaçağı var	13	30	Pnömatik İyileştirme	Hava kaçışlıolanyersıkıldıs yok
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Tezgah çalışırken bı anda durdu çalışmıyor	4	11	Ayarlama / Kalibrasyon	Yağ seviye soketi çıkmış yerine takıldı
Robot Arızası	Robot ayarlanacak	5	23	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot alışı ayarlandı
Hidrolik Arıza	Cıkartıcı pompaya hidrolik yağı ilave edilecek gereğinin yapılmasına	5	40	Hidrolik İyileştirme	40 litre 46 no hidrolik yağilave edildi
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Kurs motoru çalışıyor koç aşağıya inmiyor.	37	378	Mekanik İyileştirme	Koç elektriksel inmiyordu koç indi kurs motoru söküldü kaması düşmüş takıldı elektrikçilere devredildi
Robot Arızası	R*bot swch kırıldı şasevyapıyor dumancıktı	48	57	Parça değişimi	Sivickırılmış değiştirildi
Robot Arızası	Robot çalışmıyor	18	111	Parça değişimi	Robot bilgisayar ekranından çıkarıldı siviç değiştirildi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Pres elde çalışmıyor	12	97	Ayarlama / Kalibrasyon	Cift el devresi yeniden yapıldı kablolar kopmuş m.döndüren h kaynak
Çene Arızası	Yuvarlatma arabası çalışmıyor..	310	321	Ayarlama / Kalibrasyon	Bakıldı el ile çalışıyor sorun yok
Robot Arızası	Poroğram ayarlanacak	9	25	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarlandı
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Hava basıncı düştü asansör kalkmıyor	30	48	Ayarlama / Kalibrasyon	Air bas havası kapatılmış

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Motor Arızası	Hat 3 tavan vinci çalışmıyor	42	47	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Bara temizlendi çalıştırıldı
Sensör-Switch-Soket- Reflektör-Buton Arızası	Root ayarı yapılacak acil	8	39	Ayarlama / Kalibrasyon	Rrobot ayarlandı
Motor Arızası	Tezgah basınca girmediği için motor zorlanıyor duman çıkıyor	16	20	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç ayarlandı
Robot Arızası	Hat3 taşlma	32	42	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarlandı
Motor Arızası	3.hatbuyukvinçbozuk	6	61	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik atmış bara çıkmış takıldı
Su Motor/Pompa/Şamandra Arızası	Yıkama kazanı pompası dipten patladı harıl harıl su akıtıyor	2	386	Parça değişimi	Yıkama kazanı su pompası su kaçırıyor söküldü şalmasdıra değişti toplandı yerine takıldı denendi teslim edildi 40 lık mekanik şalmasdıra 1 adet necdet
Motor Arızası	Konveyör motoru yandı	5	14	Ayarlama / Kalibrasyon	Motor yanmış kablo bağlantıları söküldü mekanik bakıma bildirildi
Konveyör Arızası	Motor sökülmesi gerekiyor yanık	5	514	Mekanik İyileştirme	Yedek motor takıldı hasan özzorlu
Sensör-Switch-Soket- Reflektör-Buton Arızası	Ağız açma robotu ayarlanacak	3	26	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarlandıııı
Tozaltı-Gazaltı-Torç Kaynak Arızası	Rulman dağıldı	41	83	Ayarlama / Kalibrasyon	Torc rulmanı dağıldı degıstırıldı s yok
Tezgah Arızası	Svhıch koptu	158	161	Mekanik İyileştirme	Siviç yatağı kırılmış kaynatıldı sorun yok
Valf Arızası	Hava gelmiyor svhıch	14	19	Ayarlama / Kalibrasyon	Hava geliyor valften kapılar çalışıyor otomatikte çalışmıyor elektriciler bakıyor
Sensör-Switch-Soket- Reflektör-Buton Arızası	Kapılar açılıp kapanmıyor	9	10	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç dili yamulmuş düzeltildi
Elektronik Arıza (Kart- Enkoder)	Mas devamlı belirsiz duruşta	35	61	Ayarlama / Kalibrasyon	Mas sinyal ataması kontrol edildi plc ataması yanlış yere atanmış düzeltildi
Sensör-Switch-Soket- Reflektör-Buton Arızası	Sıbop delme swıch arızalı	30	40	Ayarlama / Kalibrasyon	Çift el buton kontağı yerinden çıkmış çift el rölesi arızaya geçmişmakına açılıp kaoandı arıza giderildi
Trafo-Kontaktör-Termik- Sigorta-Kablo	Sehba dönmüyor	3	8	Ayarlama / Kalibrasyon	Motor kabloları klemensten çıkmış yerine takıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Prrd yukarı kalkmıyor	10	14	Ayarlama / Kalibrasyon	Preste yağ yok mekanik bakıma devredildi
Hidrolik Arıza	Hidrolik yağı eksik gereğinin yapılması	5	35	Hidrolik İyileştirme	Toplamda 100 kg yağ ilave dildi şamandıranın gormesi için. Mki ne çalışmadı elektrikçi çağrıldı..
Kumanda Çalışmıyor	Montaj salgı yalpa sehpasının asansor hava hortumları ters bağlanmış düzeltilmesini rica ederim	12	24	Ayarlama / Kalibrasyon	Hava hortumlarının yeri düzetildi sıkıntı yok çalışıyor
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	W3 pres dirinler motor koruma alıyor	15	19	Ayarlama / Kalibrasyon	Valf takılı kalmış
Motor Arızası	Makine çalışmıyor	13	128	Parça değişimi	Kontaklımlar yanmış değiştirildi
Tezgah Arızası	Ezdirmeye üst baskı silindircivataları kırık yapılması	15	475	Parça değişimi	Baskı sokudu atolyeye verildi kırık civtalar çıkarıldı yeni milş yapıldı rulman degistirildi toplanıp yerine takıldı s yok
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	A. Açma swichi arızası ayar yapılamıyor	14	14	Parça değişimi	Operatör swich dayamssını ayarlamadığı için kırılmış
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Helikopter donmuyor	9	15	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç ayarlandı
Robot Arızası	Program ayar	5	21	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarı yapıldı
Konveyör Arızası	Konvcoyor sıkışmış sokulecek	0	316	Mekanik İyileştirme	Konvör söküldü talaşları temizlendi yerine takıldı
Robot Arızası	Robot çalışmıyor	23	23	Ayarlama / Kalibrasyon	Swichon önüne capak gelmiş robot elde çıkarıldı swich temizlendi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Marka presi siwic arızalı	4	10	Ayarlama / Kalibrasyon	Swich kabloları çıkmış yerine bağlandı
Tezgah Arızası	Kapı çalışmıyor hat 5 alex torna	23	338	Mekanik İyileştirme	2 Adet 5/3 pnomisraf valf, 1 adet piston 32*600 değiştirildi. Kapının altındaki iki adet teker değiştirildi. Kırılan yerler kaynatıldı. Teslim Edildi.
Robot Arızası	Robot diski koyamıyor	11	37	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarı yapıldı
Tezgah Arızası	Matkabın yayı koptu	48	192	Mekanik İyileştirme	2 kere yay taktım kırıldı 3 cüde sorun yok çalışır teslim edildi

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Güç Kaynağı Arızası	Alın kaynak kaynağa girmiyor..	29	30	Ayarlama / Kalibrasyon	Servo valf hızı kartta ayarlandı
Yağ/Hava/Su Kaçağı	Hava hortumu patladı	12	36	Pnömisraf İyileştirme	Patlayan hortum kesilerek araya aparat yapılarak takıldı
Robot Arızası	Kalibre robotu 14x25 e ayarlanacak	9	22	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarlandı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Pres çalışmıyor	5	28	Ayarlama / Kalibrasyon	Hidrolik sigorta basıncı ayarlandı kar resetlendi
Güç Kaynağı Arızası	Kaynak makinası torc çalışmıyor	4	7	Ayarlama / Kalibrasyon	Tetik kablosu kopmuş eklendi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Ağız açma robotu ayarlanacak	5	47	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Sensor gormüyor	12	19	Ayarlama / Kalibrasyon	Basınç ayarı yapıldı
Robot Arızası	Kalibre robotu 13x25 e ayar yapılacak	9	67	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot programı kopyalandı ayarlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Sensor arzali	15	27	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç kırılmış değiştirildi
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Hava yok makinaları kullanamıyoruz	9	33	Ayarlama / Kalibrasyon	Basıncı ayarı yapıldı
Robot Arızası	Hat 3 yuzey tornanın robot ayarı yapılacak yeni jan geldiği için	9	41	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarlandı
Tezgah Arızası	Havalı asansör kırık kaynak olacak	10	36	Mekanik İyileştirme	Asansör sehbası kırılmış yerine getirilip kaynatıldı s.yoktur
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Agız acma sviç arızası	5	7	Ayarlama / Kalibrasyon	Yukarı son swichi 24 v dc + ucu soketten çıkmış yerine takıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Tezgah stop etti çalışmıyor	4	24	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Makinanın yağı yokmuş yağ ilave edildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Isık perdesi sıkılacak	14	16	Ayarlama / Kalibrasyon	Işık perdesi ayarlandı
Robot Arızası	Diski aynaya bağlamıyor	5	9	Ayarlama / Kalibrasyon	Robotta arıza görülmedi
Yağlama Arızası	Tegaha yağ ilave edilmesi gerek	54	116	Hidrolik İyileştirme	50 kg dta 46 hidrolik yağı ilave edildi
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Montaj asansör kumanda pistonu kırıldı	20	63	Mekanik İyileştirme	Civataları düşmüş yeni civata takıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Yıkama kazanı swich arızası	15	22	Parça değişimi	Reflektör değişti
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Montaj presı swich arızalı	15	18	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç ayarlandı
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Tek milli yay kırıldı	23	51	Standartlaştırma	Kırık olan yay kıvrılıp yerine takıldı
Robot Arızası	Program ayarlanacak	11	25	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot klipetr değiştirilmemiş kliper değişirifi robot çalıştırıp demendi
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Yükleme asansörün hava valfi devamlı hava kaçırıyor asansör kalkmıyor	38	39	Standartlaştırma	Kollu valf ana hava borusu yerinden çıkmış takıldı sorun yok
Tezgah Arızası	Robot hattının tell korumanın profli kırılmış kaynak olack	19	23	Mekanik İyileştirme	Kırılan profil yerine kaynatıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Hat 3 radüsteeki asansör yukarıda durmuyor kasnak içine girmeden hareket ediyor	14	19	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Reflektörün önündeki pislik temizlendi
Robot Arızası	Hat3 taslama robotu malzeme ayar acil	17	34	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot mal alması ayarlandı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Universal tornacalışmıyor	5	9	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Termik resetlendi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Kapı siviç	10	18	Ayarlama / Kalibrasyon	Kapı açık siviç kablosu çıkmış yerine takıldı
Güç Kaynağı Arızası	Alın kaynak uyarı göstergesi hiç sönmüyor.. Makinanın sıyırma ayarı dahil yapılmıyor..	11	67	Ayarlama / Kalibrasyon	Cetvel ayarlandı
Robot Arızası	Hat3 taslama robot ayar yapılacak	7	23	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot mal besleme bantı değişmiş robot alması ayarlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Kalibre robot sivici kırık değiştirilecek	10	19	Parça değişimi	Reflöktör siviç değışt,
Robot Arızası	Makinanın kapı açılmıyor hat 3 yüzey	14	25	Temizlik	Mekanik olarak kapı takipcisi çıkmış elektrilwel arza yoktur
Tezgah Arızası	Cnc nin kapısı takılı kaldı	27	49	Ayarlama / Kalibrasyon	Takipci milleri çıkmış takıldı
Pnömisraf Arıza	Cnc torna kapı hızlı çarpıyor	12	41	Ayarlama / Kalibrasyon	Valfinden ayarlandı sorun yok

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Marka çalışırken motor stop ediyor	11	30	Ayarlama / Kalibrasyon	Klemensten kablo gevsemiş sıkıldı
Robot Arızası	Hat 3 taslama jant paletleme robotu ayarlanması lazım bekleniliyor	5	10	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarları
Robot Arızası	W3 disk robot devreden çıktı	25	31	Ayarlama / Kalibrasyon	Resetlendi
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Kaynak makinasının torcu çalışmıyor acil hat 3 taslama	19	68	Ayarlama / Kalibrasyon	Arızalı kaynak makinesi bakım için odaya alındı yerine yenisi konulması için takım liderine bilgi verildi
Güç Kaynağı Arızası	Fırca bandı çalışmıyor acılllll	17	26	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik resetlendi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Devirme swişi çalışmıyor	8	12	Ayarlama / Kalibrasyon	Devirme siviç kablosu kopmuş bağlandı
Su Motor/Pompa/Şamandra Arızası	Vana bağlantısından su kaçırıyor	44	60	Pnömisraf İyileştirme	Merdane su eşanjör pvc su vana rekordan su kaçırıyor rekorlar sıkıldı denendi teslim edildi
Tezgah Arızası	Konveyör sıkışması	26	839	Parça değişimi	Konveyör parca sıkışmış motor yanmış yedek rediktörlü motor bağlandı çalıştırılıp yerine takıldı sorun yok
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Devirme swişi çalışmıyor	56	64	Parça değişimi	Siviç deveboynu kırılmış değişti
Zincir Arızası	Hat 3 asansör	17	131	Parça değişimi	Motor gergisi saplaması ayarlandı yerine sabitlendi kopan zincir 12.b.1 2 adet yeni ekle eklendi toplandı çalıştırıldı sorun yok teslim edildi
Robot Arızası	09.06.07. Nplu robot arızadan çıkmıyor	6	6	Standartlaştırma	Resetlendi çalıştırıldı
Zincir Arızası	Asansör zinciri yerinden çıktı	64	64	Ayarlama / Kalibrasyon	Zincir yerine takıldı
Alınkaynak Arızası	Agız acma kapısı kırıldı kaynak olacak	78	269	Mekanik İyileştirme	Kapının kırık olan yerleri kaynatıldı
Robot Arızası	Robotun panosunun robotun yanına taşınması	9	12	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot tuşları presin yanına taşınması isteniyor operatör kumandayı bilmediği için ekstra start stop istiyor

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Robot Arızası	W3 pres robot star almıyor	9	15	Ayarlama / Kalibrasyon	Sehpa mal var sivici ayarlandı
Merdane Arızası	Tozaltı kaynak taşıma bandı merdanesi dağıldı değişecek	55	165	Parça değişimi	Dağılan merdaneler yedekleriyle değişti zincirleri eklendi YTL ye teslim edildi
Robot Arızası	Robot yarı bozyonda kaldı w3 pres de	7	57	Ayarlama / Kalibrasyon	Kalibre yapıldı valf soketi çıkmış takıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Hat 3 fırça	5	10	Ayarlama / Kalibrasyon	Otomatik devreye girmiyordu siviç ayarlandı
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	3. Hat toz altı kaynak dondurma aparatının guc motorunun yonu donecek	5	11	Ayarlama / Kalibrasyon	Motor yönü değiştirildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	3 hat fırca çalışmıyor	12	14	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik resetlendi
Motor Arızası	3 hat kaynak aparat acısının derecesi çalışmıyor kaynak 360 derecede durmuyor	12	28	Ayarlama / Kalibrasyon	Enkoder kablini setsekurları gevşemiş sıkıldı
Yağlama Arızası	Çıkartıcı pompaya yağ ilave edilmesi	101	108	Hidrolik İyileştirme	40 litre 46nohidrolik yağ ilave edildi sorunyok
Yağlama Arızası	Çıkartıcı pompaya yağ ilave edilmesi acil	6	13	Hidrolik İyileştirme	40 litre46n0 h.idrolik yağ ilave edildi sorun yok
Dişli Arızası	Mafsallar yüke binince vitesten atıyor	25	40	Ayarlama / Kalibrasyon	Ayarları yapıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Konturol sehbasının aydınlatması yanmıyor hat 3 disk	7	7	Ayarlama / Kalibrasyon	Sigorta resetlendi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Termik attı acil	8	9	Ayarlama / Kalibrasyon	Sigorta resetlendi
Motor Arızası	Kurs motoru çalışmıyor	4	34	Ayarlama / Kalibrasyon	KURS motorunun klemensinden ksblo çıkmış takıldı
Bıçak Arızası	Kenar kesme dayama cıvataları kopuk	12	21	Parça değişimi	M8*40 4 adet imbus cıvata 4 adet somun takıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Siviş çalışmıyor	21	35	Ayarlama / Kalibrasyon	Baskı silindir reflöktörlü sivici ayarlandı
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Asansör sepetinin rayı kopmuş gereyinin yapılması	132	154	Mekanik İyileştirme	Kopan yerler kaynatıldı.

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Çok milli tezgahının lambası yanmıyor	29	45	Parça değişimi	Lamba değiştirildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Ayna sıvıç arızası veriyor robot hareket etmiyor	7	17	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayna sinyali bekliyormuş ayna actı sinyali gelmemiş resetlendi denendi çalıştırıldı
Zincir Arızası	Yıkama kazanının band zinciri tak tak atıyor..	10	38	Mekanik İyileştirme	22 bakla 8 b1 yeni zincir takıldı eklendi soruğun yok
Sürücü / Tristör Arızası	W3 pres panoda sayac arıza lı	6	12	Ayarlama / Kalibrasyon	Pres üzerindeki adet sayımı çalışıyor herhangi bir arıza görülmedi
Hidrolik Arıza	Hidrolik makara keçesi patlak	39	212	Parça değişimi	Hidrolik silindir yağ kaçıyordu söküldü yedek parça takıldı yedekte yankolları kaçırdı 2 ci yedek silindir takıldı çalışır teslim edildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Ağız açma switch kablosu koptu acil..	14	15	Ayarlama / Kalibrasyon	Siv,ç kablosu çıkmış yerine takıldı
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Hat 3 montaj asansör yukarı kalkmıyor	23	41	Temizlik	Silindirlerden biri arızalı işleri acil olduğundan makineyi vertmediler
Motor Arızası	Tozaltı kaynağın aparat yönü değişecek yanlış yere dönüyor	4	13	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Motor dönüş yönü değişti
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Dirinler pres sivic leri hepsi yanıyor w3 pres	3	12	Ayarlama / Kalibrasyon	Sivic ayarı yapıldı
Motor Arızası	3.hat kaynak dondurma aparatı derecesi görünmüyor	10	17	Ayarlama / Kalibrasyon	Enkoder eksi sayıyordu kablolar değiştirildi
Tezgah Arızası	Montaj presin sehbası çalışmıyor	5	43	Parça değişimi	Silindir piston keçesi patlamış silindir sokulup yeni keçe takıldı. 63*22*12 çift dudaklı keçe
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Havalandırma eksik yapıyor	29	32	Ayarlama / Kalibrasyon	Siv,ç grubu ayarlandı
Röle Arızası	Alt hareketli mil takılı kalıyor	7	26	Ayarlama / Kalibrasyon	Mekaniksel herhangi bir arızaya rastlanmadı elektriksel çıktı arıza
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Role alt mil aşağı hareket etmiyor takılı kalıyor	10	25	Ayarlama / Kalibrasyon	Röle kontağı takılı kalmış temizlendi takıldı
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Robotun hortumu hava kaçırmıyor	6	136	Parça değişimi	Robotun kasnak alan pnomatik silindir civataları sıyırmış patlatmış çene söküldü parçalandı yedek silindir bulunup yerine takıldı toplandı denendi s.yoktur
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Çok mili çalışmıyor	3	5	Ayarlama / Kalibrasyon	Sigorta atmış kuruldu

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	3 hattki fırca sıvıcı gormuyor	11	21	Ayarlama / Kalibrasyon	Makina çalışıyor operatör hatası çift eli basmıyor
Güç Kaynağı Arızası	139 nolu mas kullanım ekranda elektirikyok	7	11	Parça değişimi	Arızalı priz değişti
Alınkaynak Arızası	A. Kaynak sıyrma pistonu yağ kacırıyor	39	40	Mekanik İyileştirme	Rekor söküldü süper pul takıldı çalıştırıldı
Zincir Arızası	Taşıma bandı zincir kopardı	16	90	Mekanik İyileştirme	8 b1 zincir eklendi
Tezgah Arızası	Çok milli tezgah kızaklarının kontrol edilmesi gerek yağ kacaklarının bakılıp giderilmesi...	48	6892	Hidrolik İyileştirme	Yağlama kontrol edildi yağlama çalışıyor yağ kaçakları giderildi sorun yok
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Koc yukarı kalkmıyor	28	94	Mekanik İyileştirme	Kayışlar yerine takıldı ayarı yapıldı denendi sorun yok
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Tezgah start almıyor	10	22	Ayarlama / Kalibrasyon	Koblo çıkmış yerine takıldı
Civata - Somun Koptu/Gevşedi/Kırıldı	Yuzey torno helikopterin motor kapagının vıdaları kopmus bakılmasını rica ederim	12	51	Mekanik İyileştirme	Motor kapak civataları tamam landı
Tezgah Arızası	Çokmilli tezgahının motorunun biri çalışmıyor .	1	35	Hidrolik İyileştirme	Basınç ayarı yapıldı
Güç Kaynağı Arızası	04.02.01 1500 tonluk hat 4 pres 1500 tonluğun elektrik yok makina çalışmıyor	5	10	Ayarlama / Kalibrasyon	Acil stop butonu basılı kalmış resetlendi
Yağlama Arızası	Yağ kacağı var	687	992	Hidrolik İyileştirme	Sılındırın bogazı sokulup 180*210 pakik kece bağlandı denendi s yopk
Robot Arızası	Hat 3 yuzey torna robotu ayarlanması gerek	7	44	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarı yapıldı
Hidrolik Arıza	Hat 4 pres 04.02.01 1.500 tonluk düşük barda makina basınca girmiyor	89	421	Ayarlama / Kalibrasyon	Makinanın basınçalrı kontrol edildi makia çalışıyor herhangi bir sorun yoktur.
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Presin yukarı kaldırma düğmesi çalışmıyo	10	11	Ayarlama / Kalibrasyon	Yukarı son siviçi takılı kakmış düzeltildi
Kaynak İşleri	Bant ayacı kırıldı bant devrıldı kaynak yapılacak gereğinin yapılması	9	62	Mekanik İyileştirme	Bandın ayacı kopmus yerine kaynatıldı bantlar yerine takıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Acil mımlatis swichi mımlatis çalışmıyor	12	12	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç kablosu çıkmış yerine takıldı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Yukleme almıyor	14	26	Parça değişimi	Mıknatis değışti
Kayış Arızası	Hat 3 ütü presin kayışı yerinden çıktı yapılmasına	55	123	Ayarlama / Kalibrasyon	Kayış yerine takıldı kayışların yenilenmesi lazım
Hidrolik Arıza	Sıbop delme yağ kaçırıyor	111	168	Parça değişimi	Ust kapak sokulup yeni orlingler takıldı.1,5*12 ve 3*110 orlingler takılıp. Switch mili çizilmiş zımparalınıp toplandı. Denendi sorun yok
Yağ/Hava/Su Kaçağı	Mob hortumu patladı	15	33	Pnömisraf İyileştirme	Kopan yerden ek yapıldı
Güç Kaynağı Arızası	Makina içerisinden parça yandı	48	112	Parça değişimi	380 110 volt ızalasyon trafosu yanmış yenisiyle değıştirildi
Zincir Arızası	Konvor zuncırı israf gereğinin yapılması	71	118	Mekanik İyileştirme	Dişli yerine takıldı mkapakları bağlandı sorun yok
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Radüs tornanın kızak civatası koptu gereğinin yapılması	23	34	Mekanik İyileştirme	Kırık civatalar cikartıldı sorun yok
Fren Arızası	Pres fren arızası	10	98	Mekanik İyileştirme	Motor termik atmış düzeltildi çalıştırılıp denendi
Hidrolik Arıza	Hat 3 yüzey tornanın kapı arzalı	46	114	Mekanik İyileştirme	Pistonun somunu yerinden çıkmış tekrar takıldı sıkıldı sorun yok
Tozaltı-Gazaltı-Torç Kaynak Arızası	2. Hat toz altından kaynak ayar aparatı sokulup 3 . Hat toz altına takılacak acil	8	25	Ayarlama / Kalibrasyon	Yedek ekran bağlandı
Robot Arızası	Hat 3 taslamadaki jant paetleme rabotun ayarlanmdsı gerekiyor acıl bekleniliyor.	22	40	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarlandı
Tezgah Arızası	Hava hortumu patlak	28	39	Mekanik İyileştirme	Hortum kesildi tekrar bağlandı sorun yok
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Montaj presi çalışmıyor	5	19	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç ayarlandı
Tozaltı-Gazaltı-Torç Kaynak Arızası	3.hat tozaltı kaynak ayar topuzu arızalı 2.ci hattan kaynak ayar topuzu sokulup 3.hatta takılacak	135	189	Standartlaştırma	İptal

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Hat.3 sibop delme çalışıyor siviç okumuyor	16	26	Parça değişimi	Röle arızalanmış değiştirildi
Tezgah Arızası	W3 pres dirinler pres sıkış ma yapıyor	202	408	Parça değişimi	Kızak yağlama pompası motoru yanmış yağlama yapmadığından sıkışmış pompa söküldü yenilendi kıaklar ve sarı bağlabtılar yağlandı çalıştırıldı denendi s.yoktur
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	W3 pres dirinler motor arıza verdi	14	15	Standartlaştırma	Termik resetlend,
Zincir Arızası	Disk taşıma bandı zincir koptu	41	87	Mekanik İyileştirme	8b1 22bakla 2adet yeni zişncir takıldı sorun yok
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Asansör switchi çalışmıyor	10	41	Parça değişimi	Swvh deüişyi kalp eklend,
Tezgah Arızası	Kapı arızası	21	73	Mekanik İyileştirme	Siviç kırılmış kaynak edildi kapı yerinden çıkmış yerine oturturuldu ayar yapıldı teslim edildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Sıvıç arıcası	14	23	Ayarlama Kalibrasyon /	Kablolar kopmuş bağlandı
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Baskının hava hortumu patladı	35	78	Pnömisraf İyileştirme	1.5 metre pünomisraf yeni hortum takıldı s yok
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Sığorta attı	31	32	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Sigorta atmış kaldırıldı
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Hava hortumu patlak	17	29	Ayarlama Kalibrasyon /	Hava tabancasının hortumu patlamış söküldü patlayan yerden kesilip tekrar yerine takıldı s.yoktur
Motor Arızası	Tezgah ilerleme yapıyor	14	21	Ayarlama Kalibrasyon /	Makınanın kızakları ve yukarı milinin rulmanında sorun var kontrol edilmesi için mekanik bölüme devredildi
Rulman Arızası	Z ekseninin rulmanında sorun vr kontrol edilmesi	22	110	Ayarlama Kalibrasyon /	Servo motor kaplini çıkmış yerine bağlandı. Gece makinbeyi çarptırmslar. Referans ayarı bozuklmus mustafa tunayla birlikte bakılıp ayarlandı. Teslim edildi..
Robot Arızası	Robot çalışmıyor	34	50	Ayarlama Kalibrasyon /	Hundyai cnc torna regülatörü arızalı sebeke k*numuna alınıp çalıştırıldı
Tezgah Arızası	Tezgah kaynak yerlerinden koptu... İş sağlığı üvencesinden tehlikeli	10	141	Ayarlama Kalibrasyon /	Saat 12/12 geçe baslandı istenilen yerler kaynatıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Hava kaçağı var	21	77	Pnömatik İyileştirme	Rekorlar sıkıldı.. Not durma makas önce bakıldığı için geç gıdıldı...
Zincir Arızası	Yüzey torna band zinciri koptu	29	58	Mekanik İyileştirme	1 adet 8b1 tam ek takıldı
Sürücü / Tristör Arızası	Mas saymıyor	4	118	Ayarlama / Kalibrasyon	Mas sinyalleri plc inputları tekrar tanımlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Taslamanın düğmesi kırıldı	25	86	Parça değişimi	3faz 25 amper pako salter değiştirildi kırılmış
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Makina çalışmıyor. Gereğinin yapılması.	25	33	Temizlik	Makina çalışıyor herhangi birşey görülmedi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Montaj presi yukarı stop swıcı arızalı durdurmuyor	15	48	Parça değişimi	Yukarı son siviçi değiştirildi
Yağlama Arızası	Çok milli yağ hortumu patlak kızakları yağlanacak	11	65	Hidrolik İyileştirme	Hidrolik siindir gövdesinden patlamış kaynatıldı denendi sorun yok
Pompa Arızası	Hat 3 radüs torna hava arızası	45	46	Ayarlama / Kalibrasyon	Komprasör arızalı yapıldı
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Tezgah acılmıyor	5	184	Parça değişimi	Tezgah referans anahtarı değiştirildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Havalandırma presi siviçi görmüyor	5	9	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç ajarlandı
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Gaz altı kaynak makinası kaynak yapmıyor hat 3 toz altı	4	15	Ayarlama / Kalibrasyon	Gaz altı kaynak mak. Torc butonunun kablosu çıkmış takıldı
Rulman Arızası	Tozaltı kaynak 2 hattaki topuzla değisecek acil	87	189	Parça değişimi	Hat 2 tozaltının topuzu sokulup hat 3 tozaltı na takıldı çalıştırılıp denendi s yok teslim edildi
Robot Arızası	Hat3 taşlama robot ayarlanacak	7	18	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot ayarlandı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Hat3 taşlama gazaltı	31	32	Ayarlama / Kalibrasyon	Tel yanma ayarı yapıldı
Konveyör Arızası	Zincir koptu	5	14	Parça değişimi	8b1 1 aet zincir eki takıldı
Rulman Arızası	Ezdırme rulmani arızası ezdirme ezmiyor çivataları kırık	18	19	Ayarlama / Kalibrasyon	Parc konulup kaynatıldı
Güç Kaynağı Arızası	Tavan vinci çalışmıyor acil gelinmesi rica edilir.	5	102	Parça değişimi	Halat motor besleme kablosu motor klemensinden çıkmış bağlandı 2025 amper motor koruma şalteri değıştirildi. Vinç denenip çalkıştırıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Tezgah Arızası	Kapı arızası	200	241	Mekanik İyileştirme	Kapı sıvı iç civataları düşmüş takıldı ve elektriksel sıkıntı vardı yaptırıldı sorun yok
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Hava hortumu patladı	2	2	Parça değişimi	.
Sensör-Switch-Soket- Reflektör-Buton Arızası	Daha önce görmediğim alarm ve veriyor	3	75	Ayarlama Kalibrasyon	Tezgahın kapı valf grubunu bakımcı arkadaşlar dan birisi dün arızaya gitmiş valf soketlerini karıştırmış yerleriğ bulundu kapı acık siviğin bitanesi yerinden çıkmış takıldı tezgah da kısa devre vardı ekran siyah ekrana düşüyordu kısa devre olayı giderildi izole edildi referansı aldırıldı çalışır şekilde teslim edildi.. 30 dk yemek molası
Sensör-Switch-Soket- Reflektör-Buton Arızası	A.kaynak arızaya geçiyor	22	25	Temizlik	Tezgah çalışıyor kaynak yaptırıldı herhangi bi arızaya rastlanmadı
Sensör-Switch-Soket- Reflektör-Buton Arızası	Marka- vincinin elektrik kablosu kopmuş .ayrıca kablounun dışındaki koruyucu hortumda yerinden çıkmış.gwreginin yapılması	7	20	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Koruyucu sabitlendi
Zincir Arızası	Kasnakindirme asansörü aşağı inerken tak tak atıyo gereğinin yapılması	5	17	Mekanik İyileştirme	Zincir orta dişliden yerinden çıkmış takıldı sorun yok
Trafo-Kontaktör-Termik- Sigorta-Kablo	Kurs termiği çalışmıyor	4	32	Ayarlama Kalibrasyon	Motor yönü çevrildi koc kurtarıldı kurs çalıştırıldı
Pnömisraf Arıza	Hava hortumu ortsdan ikiye ayrıldı	36	61	Parça değişimi	Hava hortumu ek yapıldı yerine takıldı
Trafo-Kontaktör-Termik- Sigorta-Kablo	Robot şarteli açmıyor	6	21	Ayarlama Kalibrasyon	Robot şartlei ağız açmadan kapanmış açıldı
Elektronik Arıza (Kart- Enkoder)	Reglatöre elektrik gelmiyor	3	40	Parça değişimi	Regulatorun 63 A sigortası değiştirildi
Robot Arızası	Hat3 taşlama robot çalışmıyor	4	8	Ayarlama Kalibrasyon	Robot çalıştırıldı başlangıca alındı
Motor Arızası	Konveyör motoru çalışmıyor	11	28	Parça değişimi	Motor gövdeye kaçak var değişecek elektrik bağlantısı söküldü mekanik bakıma aktarıldı
Trafo-Kontaktör-Termik- Sigorta-Kablo	Alınkaynak çalışmıyor	5	11	Ayarlama Kalibrasyon	Şalter acıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Konveyör Arızası	Konvörmotoru yanık sökülecek	272	414	Mekanik İyileştirme	Motor yenilendi sorun yok
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Al0nkaynak hata veriyor	6	21	Ayarlama Kalibrasyon /	Basınç transmitter sokei yerinden çıkmış takıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Sıwch arzali	3	21	Ayarlama Kalibrasyon /	Siviç ayarı yapıldı
Yağlama Arızası	Disk çıkartıcı ponpanınyagı eksik tamm lanması	43	58	Hidrolik İyileştirme	30 lt dta 46 yağ ilave edildi yağ kaçağı kalıp çıkartıcı silindirinden opörötörle konuşuldu kalıpcılara bildirecek
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Sıwch arzalı	5	11	Ayarlama Kalibrasyon /	Zincir bosa dönüyor bkma debredğdi
Zincir Arızası	Asansör zinciri boşa dönüyor asansör asagı inmiyor acil bakılması gerekmektedir	105	225	Mekanik İyileştirme	Elektrikçiye sıvıçları düzeltildi ve bant alçak geliyordu 50 cm bant yukseletildi sorun yok
Tezgah Arızası	Zincirler koptu	90	497	Parça değişimi	12b1 zincir 41 bakla 12b1 zincir eki 4 adet takıldı denendi sorun yok
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Tavan vinçi çalışmıyor	22	382	Mekanik İyileştirme	2 adet 41 bakla 12b1 zincir 4 adet 12b1 tam ek takıldı denendi sorun yok çalışıyor necdet caktmak
Yağ/Hava/Su Kaçağı	Hava basıncı düşük montaj asansoru yavas kalkıp iniyor	9	18	Ayarlama Kalibrasyon /	Egirhey takılı kalmıs
Kayış Arızası	Kayıslara sertlestiricinsıkılacak	9	25	Ayarlama Kalibrasyon /	Kayıs spreı sıkııldı denendi s yok
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Hat 3 tozaltı na 5 arıza yaptı	9	83	Ayarlama Kalibrasyon /	Jant beklendi kaynak yaptırıldı herhangi bisey gorulmedicalışıyor
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Agız acma yukleme kolu arızası	18	139	Mekanik İyileştirme	Agız açma parçayı tutan kasnak menteşeler kırılmış kaynak edildi sorun yok
Yağlama Arızası	Kızak yağlaması yapmıyor	51	82	Ayarlama Kalibrasyon /	Kızak yağlama yapmıyordu ünitenin üstündeki saç alındı pompanın borusu gevşemiş sıkıldı yağı eksilmiş tamamlandı s.yoktur 60 lt dta 46 numara yağ konuldu
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Asansör ray koruması kırıldı gereyinin yapılması	4	22	Mekanik İyileştirme	Ray saçı kaynak yerinden kopmuş yerine getirilip kaynatıldı s.yoktur
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Asansör rayının koruma demiri kırıldı gereğinin yapılması	7	34	Mekanik İyileştirme	Koruma demiri koptugu yerden kaynak edildi sorun yok

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Havayı asansör çalışmıyor	13	14	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik atmış resetlendi
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Robotun cenesi acılıp kapanmıyor çalışmıyor.....	73	264	Parça değişimi	Cene piston içinden hava kacırıyordu sokuldu iç keçe değiştirildi sorun yok çalışıyor 20/30/125 kompak keçe kullanıldı
Valf Arızası	Robotun çenesi çalışmıyor valf arızalı ACİL.....	40	231	Parça değişimi	Valf görevini yapmıyordu 1 ad et 5/2 çift bobinli valf takıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Role otomatik cevrimce geçmiyor	67	67	Ayarlama / Kalibrasyon	Basınç salteri ayarlandı
Sürücü / Tristör Arızası	Mas sinyali gelmiyor	54	79	Ayarlama / Kalibrasyon	10 nolu plc panosu I38,3 input a mas sinyali geliyor ekrana düşmüyor
Kaynak İşleri	Yıkama kazanının yanındaki sehpanın ayağı kırıldı	149	166	Mekanik İyileştirme	İstenilen yerler kaynatıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Pres hareket etmiyor siviç arızalı	4	11	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Siviçdeki çıkan koblo yerine takıldı
Çene Arızası	Robotun cenesi ters takılmış	6	6	Ayarlama / Kalibrasyon	İptal
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Cnc torna referans almıyor z ekseninde alarm veriyor	5	23	Ayarlama / Kalibrasyon	Tezgah resetlendi çalıştırdı
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Hava badiç aati takılacak	95	147	Parça değişimi	1-4 2 adet 15 s mbotu takıldı 1-4 2 adet vana takıldı 4 adet 1-4 rekor takıldı denendi çalışıyor
Robot Arızası	Robot kalibre olacak	8	25	Ayarlama / Kalibrasyon	1. Ve 4. Robot kalibre edildi
Valf Arızası	Hat 3 radüs kapak indirme kaldırma kolu arızalı	5	31	Parça değişimi	1<2 kollu yaysız valf takıldı 1 adet çalışır teslim edildi
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Hat 3 tozaltı kaynak gözlem ekranı çalışmıyor	21	22	Ayarlama / Kalibrasyon	Ekran kırılmış servise gönderilecek üretimi aksatmıyor
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Asansör çalışmıyor	27	67	Ayarlama / Kalibrasyon	Asansör malvar sivici dönüş kablosu kopmuş bağlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Siviş kalosu kopuk	9	10	Ayarlama / Kalibrasyon	Kablo yerine takıldı
Yağlama Arızası	Tezgaha gres basılacak.	48	90	Ayarlama / Kalibrasyon	Grep pompasının yağı bitmiş yağı basıldı tamamlandı s.yoktur
Motor Arızası	Hat3 radüsdeki asansör yarıda kaldı çalışmıyor	6	6	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik resetlendi

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Motor Arızası	Hat 3 radüsteki asansör yukarıda durdu çalışmıyor	4	12	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik resetlendi ray yatakları kırık motor zorlanıyor mekanik bakıma bildirildi
Zincir Arızası	Hat 3 radüsteki asansör rayları kırık motoru durduruyor	38	68	Ayarlama / Kalibrasyon	Raylar düzeltildi çalışıyor s yok
Tezgah Arızası	Hidrolik yağ borusu patladı	14	62	Hidrolik İyileştirme	Rekor gevsemis skuldu yuzu kgevsemis sıkıldı yerine bağlandı
Güç Kaynağı Arızası	Start almıyor	25	26	Ayarlama / Kalibrasyon	Makina resetlendi
Zincir Arızası	Hat 3 radüsdeki asansör ray yatakları kaynak olacak	79	216	Ayarlama / Kalibrasyon	Geçici olarak arıza giderildi.
Zincir Arızası	Taşıma bandın zinciri koptu	106	107	Parça değişimi	Bant yapıldı
Zincir Arızası	Taşıma bandın zinciri koptu hat 3 ütünün yanı	54	54	Mekanik İyileştirme	Kopan zencir eklendi
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Tek milli matkaba elektrik geliyo fakat çalışmıyo	4	4	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik resetlendi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Montajsehbası dönmüyoe	7	7	Ayarlama / Kalibrasyon	Sürücü resetendi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	W3 robot sivickop du acil	9	10	Standartlaştırma	Swich kablosu yerine takıldı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	W3 pres pano termik sigorda atdı pres çalışmıyor	11	55	Ayarlama / Kalibrasyon	Motor yanık sökölüp yedeği takılacak
Tezgah Arızası	W3 pres motor yandı motor sökülecek	42	725	Ayarlama / Kalibrasyon	Ana motor degıstı turan ragıp ugur
Zincir Arızası	Hat 3 sogutma kazanının zinciri koptu	2	16	Parça değişimi	1 ad 12lik tam ek kullanıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Swich görmüyor	23	28	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç ayarı yapıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Siviç diski görmüyor	23	70	Ayarlama / Kalibrasyon	Griper mal vrsiviç kablosu degiştı mknatıs kablolarındaki kısa devre giderildi robot ayarlandı
Tezgah Arızası	Asansor asaya kacıyor altına parca kaynatılacak	8	75	Mekanik İyileştirme	Asansasörün altıa parca kaynatıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Kalibre asansor	10	24	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç ayarı yapıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Robot Arızası	09.06.03. Nolu robot ayar yapılması için gereğinin yapılmasına	14	15	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot programı mevcut girildi tarif edildi
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Puntalama pistondan hava kaçırıyor keçesi patladı değiştirilmesi	5	122	Parça değişimi	Puntalama hava silindiri bagaz keçesi ve bogaz burcu bozuk yeni hava silindiri takıldı pemakx pnc 125 x 450 pinomisraf hava silindiri 1 adet
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Hat 3 tozaltı aparat dondurucu otomatikte durmuyor	10	20	Parça değişimi	Kablin değiştirildi
Robot Arızası	09.06.07. Nolu robot ayar yapılmasına	8	12	Ayarlama / Kalibrasyon	Ayarlandı
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Havalı canavarın degistirilmesii	22	38	Parça değişimi	Alın kaynak önü taşlama canavar değişimi yapıldı teslim edildi
Valf Arızası	Havalı asansörün valfi kırık	13	45	Parça değişimi	Kırılan valf yenisi takıldı 5/2 yaysız kollu valf takıldı m5civata ve somun takıldı sorun yok
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Asansör sürekli çalışıyor	23	24	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç mesafe ayarı yapıldı
Robot Arızası	Robotun bağlama valfi bırakmıyor	5	25	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot aynsya göre ayarlandı
Robot Arızası	Robotun bıraktırma valfi elektrik geçirmiyor ve bırakmıyor	94	102	Ayarlama / Kalibrasyon	Valf soketinden kablo çıkmış yerine takıldı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Yuklemenin mıklatis arızalı yedek varsa değiş tiriverin rica	33	53	Parça değişimi	Arızalı mıknatis değişti
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Tezgah referansa gitmiyor x z alarmı veriyor gereğinin yapılmasına	25	76	Parça değişimi	Güç kaynagı değiştrildi referans alınıp çalıştrıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Mas adet saymıyor gereğinin yapılması	11	33	Ayarlama / Kalibrasyon	Mas plc inpu yeri bilinmeyen bir sebeple değiştirilmiş yenide I38,3 plc inputuna bağlantı yapıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Sıbop delme swich arzası	9	10	Ayarlama / Kalibrasyon	Çift el nc kontağı yerinden çıkmış
Robot Arızası	Robot valfi bağlarken bırakma yapmıyor	5	12	Ayarlama / Kalibrasyon	Pnomisraf valfte arıza var arıza mekanik bakıma devredildi
Pnömisraf Arıza	Robot kliper açıp kapatmıyor gereğinin yapılması	48	80	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç kablosu kopmus

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Sıbop delme swich arızası	3	28	Parça değişimi	Siviç ve soket değişti
Robot Arızası	Robot un kumandası farklı aya yaparlen kaptılmamış	4	60	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot valfi arızalanmış mekanik bakıma değiştirtildi çalıştırıldı
Tezgah Arızası	Robot walfleri değış5ck	6	53	Parça değişimi	Robotun çerneye hava az gidiyormuş yeni valf takıldı sorun yok çalışır teslim edildi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Su motoru çalışmıyor	6	8	Ayarlama / Kalibrasyon	Fiş çumış takıldı
Robot Arızası	Robot diski almıyor	4	57	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç ve mknatis kabloları kopmuş yeniden bağlandı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Su motoru çalışmıyor	5	9	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik resetlendi
Yağlama Arızası	Çıkartıcı pompaya yağ ilave edilmesi	19	20	Hidrolik İyileştirme	Yag ilavesi yapıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Sabit ara kablo kesik	4	23	Ayarlama / Kalibrasyon	Seyyar kablonun yenisi yapıldı teslim edildi
Hidrolik Arıza	Pires yag kaçirdığı için koç yag dolu yerler yag oldu yagin cekilmesi	5	16	Temizlik	Yağkalıpcıkarılırkendökülmüş yere operatöyle dediyag kaçayok
Motor Arızası	Hat 3 asansör yularıda durdu	10	10	Ayarlama / Kalibrasyon	Termikresetlendi
Zincir Arızası	Hat 3 asansör ray yatakları kaynak olacak motoru durduruyor	20	89	Ayarlama / Kalibrasyon	Ray yatakları yerine kaynatıldı denendi s yok
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Yukleme asansörü çalışmıyor	12	18	Parça değişimi	Role takılıkalmış değiştirildi
Alınkaynak Arızası	A. Kaynak su hortumu patladı	29	50	Parça değişimi	Su hortumu sokuldu yeni hortum basıldı yerine bağlandı s yok
Tezgah Arızası	Konveyör motoru duman attı sıkıştı	10	10440	Mekanik İyileştirme	Yapıldı
Motor Arızası	Kpnveyor motoruna elektirik gıtmıyor	9	10	Ayarlama / Kalibrasyon	Cnc içindeki konvör yanık sokulecek
Basınçlı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	Kaçak var	108	241	Parça değişimi	Çıkartmanın valfi arızalanmış değiştirildi.
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Hat 3 calaskar çalışmıyor kuyu temizliği yapılacak acil..	32	41	Ayarlama / Kalibrasyon	Vinç kaçak akım resetlendi

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Kenas kesme bıcağının yapılması civata kırıldı	2581	7302	Mekanik İyileştirme	Alt buçak bağlantı yerleri tadilat oldu
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Role asansör çalışmıyor	3	45	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç gevsemiş sıkıldı arıza açık kalmış 10 dk sürdü
Zincir Arızası	Yıkama kazan on motor zinciri atlama yapıyor	94	169	Ayarlama / Kalibrasyon	Zincir gerildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Robot siviç görmüyor	15	20	Ayarlama / Kalibrasyon	Robot mal vr siviç kablosu bağlandı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Makinaçalışmıyor yapılması acil	7	28	Ayarlama / Kalibrasyon	Kumanda buşonlu sigortası atmış sarılıp çalıştırıldı
Robot Arızası	Robot ayarı yapılacak	7	25	Ayarlama / Kalibrasyon	Yeni program kopyalanıp atyar yapıldı
Mil Arızası	Hat 3 montaj salgı yalpa sehpa asansoru kasiyor	16	57	Standartlaştırma	Makinayı vermediler
Mıknatıs Arızası	Mıknatız yetinden çıktı kablolar koptu acil	65	84	Mekanik İyileştirme	Mıknatıs yerine takıldı sorun yok
Mil Arızası	Hat 3 montaj asansorun pistonu esneme yaptığı için asansor kasiyor	7	23	Ayarlama / Kalibrasyon	Asonsorde bı sorun gozukmedı calısıyor
Robot Arızası	Robotların ayar yapılmasına	43	43	Ayarlama / Kalibrasyon	Robotlar ayarlandı
Zincir Arızası	Hat 3 sogutma kazanı zincir	49	71	Parça değişimi	Motor zinciri yenilendi 110cm 12b1zincir kullanıldı
Motor Arızası	Motor start almıyor	22	24	Ayarlama / Kalibrasyon	Sürücü resetlendi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Ağız açma çalışmıyor.	14	15	Ayarlama / Kalibrasyon	Yag yok ilave edilecek mekanik bolume bildirildi
Yağlama Arızası	Ağızaçma piresinin yağı yok çalışmıyor yağ katılacak	2	34	Hidrolik İyileştirme	Agız açma presinin yagi eksilmiş yagi tamamlandı s.yoktur 100 lt dta46 numara yag konuldu
Robot Arızası	Ayar yapılacak	12	17	Ayarlama / Kalibrasyon	Ayar yağpıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	W3 pres siviç yadak kırıldı	8	13	Parça değişimi	Swich soketi değiştirildi

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Tozaltı-Gazaltı-Torç Kaynak Arızası	Kaynak robotunun hava basıncı yetmiyor	2	23	Mekanik İyileştirme	Kontrol edildi sorun yok
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Sehba sıvıcleri gormuyor	5	14	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Sevhen acil stop basılmış kurtarıldı çalıştırıldı
Motor Arızası	Kurs çalışmıyor	9	74	Ayarlama / Kalibrasyon	Kurs motoru civatarı kapagıgevsemiş bakımcı arkadaşla sabitlendi çalıştırıldı
Redüktör Arızası	Kurs motoru çalışmıyor ses yapıyor	0	25	Mekanik İyileştirme	Motor civataları yerinden çıkmış motor on kapak civataları yerinden çıkmış m8*25 4 adet yeni9 civata takıldı yerine bağlandı denendi s yok teslim edildi
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Tavan vinci arıza yaptı	48	64	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Elektriksel soun yok
Güç Kaynağı Arızası	Sip delme çalışmıyor	15	15	Ayarlama / Kalibrasyon	Faz koruma rölesinin kontagı ndan kablo çıkmış yerine tklıldı çliştirıldı
Valf Arızası	Montaj asansoru yukarı kalkmıyor	13	56	Parça değişimi	12*63*22 çift dudaklı keçe takıldı
Tezgah Arızası	Kaynak işlemi yapılacak kırık tezgah var	61	110	Mekanik İyileştirme	Kopan parca yatakları temizlenerek parca yatağına kaynatıldı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Su motoru çalıomıyor	6	8	Ayarlama / Kalibrasyon	Fiş çıkmış takıldı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Makina çalışmıyor	20	21	Ayarlama / Kalibrasyon	Makine çalışıyor
Röle Arızası	1 op. Hidrolik makara kaçırıyor	49	56	Mekanik İyileştirme	İptal
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Makina çalışmıyor	14	52	Ayarlama / Kalibrasyon	Kablolar kopmuş tek tek bulunup eklendi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Pres siviç görmüyor kaçırıyor	29	35	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç ayarlandı
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Kurs termiği çalışmıyor	18	18	Ayarlama / Kalibrasyon	Kablo çıkmış takıldı
Röle Arızası	Hidrolik makara kaçırıyor	32	102	Mekanik İyileştirme	Hidrolik sili,ndir değişti yankolun basıncı ayarlandı yan kol mili yatağına kaynatıldı çalışır teslim edildi sorun yok
Tezgah Arızası	W3 dirinler pres saplama kırıldı	9	76	Parça değişimi	Kırık saplama atelyede yenisi yaptırılıp yerine takıldı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Yağlama Arızası	Ezdirmeye çalışıyor yağ katılacak	8	31	Hidrolik İyileştirme	30 lt 46 hidrolik yağ kullanıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	3 hat fırca çalışmıyor	25	25	Ayarlama / Kalibrasyon	Arıza yok opr makineyi kullanımı gösterildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Siviç kablosu kopuk	16	22	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç kablosu bağlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Sviç kablo kopmuş	9	13	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç kablosu bağlandı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Asansör sıvııç	12	18	Ayarlama / Kalibrasyon	Arıza görülördi
Kayış Arızası	Hat 3 ütü arza'''	9	13	Standartlaştırma	Makinayı vermediler acil mal olduğu için
Dişli Arızası	Matkap tablası inip kalkmıyor	5	36	Mekanik İyileştirme	Matkap tapla kızak yerinden çıkmış takıldı milin dişlisi yerine takıldı denendi teslim edildi
Güç Kaynağı Arızası	Sehpa dönmüyor	25	31	Ayarlama / Kalibrasyon	Fren acma rölesinşi sökmüşler yerine takıldı
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Hat. Sibop delme motoru çalışıyor otamisrafte butonları çalışmıyor	17	18	Ayarlama / Kalibrasyon	Butondan kontak çıkmış yerine tkıldı
Kayış Arızası	Hat 3 ütü arzası	4	56	Mekanik İyileştirme	Ütü piresi motor kayışı biri çıkmış gergileri gevşedildi kayış takıldı gerildi denendi teslim edildi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Su motorlarının bağlandğı priz çalışmıyor	28	29	Parça değişimi	Röle değıştrildi
Röle Arızası	Role ykleme kolu çataldan çıktı	6	43	Mekanik İyileştirme	Yükleme kolu çatalının pasosunu sıyırmış söküldü çatal yenilendi toplandı yerine takıldı s.yoktur
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Gösterge panosundaki tüm değerler okunmuyor farklı simgeler çıkıyor	26	28	Ayarlama / Kalibrasyon	Ekran haberleome kablosu yerimdem ç0kmış takıldı
Tezgah Arızası	Aynanın gresörlük kırıldı	85	105	Parça değişimi	Kırık olan ters klavuzla çıkarılıp yeni gresorluk takılı m6
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Calısmıyor	7	19	Parça değişimi	Arızalı soket değışti
Tezgah Arızası	Sehpası kırık kaynatılması	29	45	Mekanik İyileştirme	Kaynatıldı
Yağlama Arızası	Gresörlüklere gres basılması gerek	20	21	Hidrolik İyileştirme	5kg siyah gres kat9ıdı

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	A. Açma swich arızası	24	25	Ayarlama / Kalibrasyon	Siviç kablosu yerine takıldı
Tezgah Arızası	Kızak koruması kopu	50	2513	Parça değişimi	Takım lideri makinayı çalıştırmayacakmış branda hazırlandı operatörler branda gerecekler
Parça Sıkıştı/Takıldı/Kırıldı	Kovan civatası yalama olmuş çıkarılacak	31	190	Ayarlama / Kalibrasyon	Mafsal civataları yalama olmuş curultuldu yeni civata takıldı
Hidrolik Arıza	Piresin koç gözlerinde yağ dolu yerlere akiyor ve kayır forklif kalıp koyar kayıyor yağın çekilmesi dün burdan çağrı verildi yapılmamış	82	128	Temizlik	Koçun üstündeki gözlerden yarım varile yakın yağ çekildi arıtma merkezine bırakıldı üzerine 1200 tonluktan çekilen yağ diye yazıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	3.hat subap delme otomatikte çalışmıyor acil	16	31	Ayarlama / Kalibrasyon	Termik resetlendi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Swich çalışmıyor	7	58	Ayarlama / Kalibrasyon	Yükleme kolu gerii son sivici su dolmuş temizlendi yükleme mal var sivici ayarlandı. Üretim aksamadı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Asansör arzalı	12	18	Ayarlama / Kalibrasyon	Asansör sıkışmış mekanik bakım a bildirildi
Rulman Arızası	Hat 3 indirme asansörü sıkışmış rulman yatağı yamulmuş düzeltilecek	5	60	Ayarlama / Kalibrasyon	Kızak rayları eğrilmiş doğrultulup takıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Siviç gormüyor yspılması	6	16	Ayarlama / Kalibrasyon	Isık bariyerini forflik çarpmışssss
Röle Arızası	Boyun duruf ve dövme silindirinin yönü değişmesi	0	1156	Mekanik İyileştirme	Eski boyuınduruk söküldü yenisi takıldı dövme silindirinin yönü değişti boruların yeri değişti tamamlandı çalıştırıldı sorun yok
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Sgorta atıyor	7	26	Ayarlama / Kalibrasyon	Kısa devre bulunup giderildi
Fan Arızası	3.hat kasnak yıkama kazanının fanı arızalı buhardan sivişler görmüyor gereğinin yapılması	5	40	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Elektirik arızası
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	3. Hat kasnak yıkama kazanının önündeki siviş kırık gerginin yailması	17	17	Parça değişimi	Reflektör değışti

Çağrı Nedeni	Ç. Başlangıç yorumu	Müdahale Süresi	Toplam Süre	Çözüm	Ç. Bitiş yorumu
Mil Arızası	Kapı piston mihi arızalı	32	75	Mekanik İyileştirme	Kapının muhafaza sacı kırıldı kaynatıldı piston bağlantı yeri somunu çıkmış yerine takıldı denendi teslim edildi sorun yok
Zincir Arızası	Konveyr zincir koptu	20	53	Mekanik İyileştirme	22 bakla 8b1 zincir kullanıldı
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	Alt mil stop svici arızalı	19	22	Ayarlama Kalibrasyon /	Arıza görülmedi
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Star stop arızalı	4	17	Parça değişimi	2 adet mantar buton değiştirildi
Elektronik Arıza (Kart-Enkoder)	Kablo sarkmış hat 3 kalibre	26	36	Ayarlama Kalibrasyon /	Vinç köprü arabasının bağlantı kabloları sarkmış toplandı
Yağ/Hava/Su Kaçağı	Hat 3 robot kaynakları hava basıncı düşük gösteriyor	1	32	Ayarlama Kalibrasyon /	Komprosör durmuş ayarlandı çalıştırıldı
Tezgah Arızası	Sibop delme tezgah ayak kırdı yapılması	0	15	Mekanik İyileştirme	Kırık yer kaynatıldı s yok
Basıncılı Hava Arızası (Yüksek/Düşük)	3.hat robot kaynaklarının gaz boruları yerden gittiği için yamuluyor ve delinme ihtimali yüksek delinmeden üzerine sac muhafaza olması lazım korunak içine alınmalı	492	532	Ayarlama Kalibrasyon /	Kaynak robot iç kapı eşikleri geçen gaz boruların üstüne u dan mafiza kesilip dubellendi teslim edildi 60 lık u demir boy 72 cm 3 adet 6 adet 10 luk çelik dubel
Tezgah Arızası	Hava arızalı	54	133	Ayarlama Kalibrasyon /	Konturol edildi hava ayarları yapıldı komporösörün biri kapalı açıldı denendi teslim edildi
Sensör-Switch-Soket-Reflektör-Buton Arızası	2. Op asansör swişi çalışmıyor	9	14	Ayarlama Kalibrasyon /	Swich kablosu bağlandı
Yağlama Arızası	Dirinler pres yağ bitmiş ses yağıyor gereğinin yapılmasına	14	59	Standartlaştırma	Otomatik yağlama çalıştırıldı yağlama yapması sağlandı denendi s yok
Trafo-Kontaktör-Termik-Sigorta-Kablo	Otamisrafiyaglama çalışmıyor gereğinin yapılmasına	4	9	Elektrik-Elektronik İyileştirme	Kablo çıkmış yerine takıldı
Rulman Arızası	Ezdirmenin alt ve üst rulmanları sıkışmış değişmesi lazım	1	3	Parça değişimi	Ezdirme yatakları söküldü atölyeye verildi atölyeden alındı 2 adet 6310 rulman değişti yerine takıldı sorun yok

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Özden GÜRSOY
Doğum Yeri ve Tarihi : Aydın / 25.08.1985

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Anadolu Üniversitesi / İşletme Fakültesi İşletme Bölümü
Lisansüstü Öğrenimi : Aydın Adnan Menderes Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü /
İşletme ABD / Yüksek Lisans
Bildiği Yabancı Diller : YÖKDİL – 62,5

İş Deneyimi

Doktora Tez Uygulama (2019 - 2020) Jantsa Jant Sanayi ve Ticaret A.Ş., / (Tam zamanlı
olarak 1 Nisan 2019- 31 Ocak 2020) / Aydın
Portföy Yöneticisi (2013– 2014) Ing Bank Aydın Şubesi / Genel Müdürlük ST /
Bireysel Krediler / Aydın
Gişe Yetkilisi / (2012) Garanti Bankası Didim Şubesi / Aydın
Bireysel Krediler
Gürsoy Mali Müş. (2009 – 2011 Muhasebe Elemanı / Aydın
Vodafone (2010) Satış ve Pazarlama Uzmanı / Aydın
Dış Ticaret Uzmanı (2009) Ege Oluşum Pimapen
İhracat Görevlisi (2007-2009) Jantsa Jant Sanayi ve Ticaret A.Ş. / Aydın
İhracat Departmanı (2006-2007) Bakioğlu Holding Polibak Plastik Film Sanayi ve
Stajyerlik Tic. A.Ş. / (Yaz dönemleri) / İzmir
İhracat Departmanı (2005) Özkan Mak. A.Ş. / (Yaz dönemi) / İzmir
Stajyerlik

İletişim

e-posta Adresi : o.gursoy_85 @hotmail.com
Tarih : 13.04.2020