



TARSUS
ÜNİVERSİTESİ

T.C.

TARSUS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

DÜŞÜK YOĞUNLUKLU POLİETİLEN GERİ
DÖNÜŞÜM PROSESLERİNE YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİNİN
UYGULANMASI: DEĞER AKIŞ HARİTALANDIRMA YAKLAŞIMI

EMRE CAN TEMİZ

YÜKSEK LİSANS

TARSUS- 2024

T.C.
TARSUS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

DÜŞÜK YOĞUNLUKLU POLİETİLEN GERİ
DÖNÜŞÜM PROSESLERİNE YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİNİN
UYGULANMASI: DEĞER AKIŞ HARİTALANDIRMA YAKLAŞIMI

EMRE CAN TEMİZ

Danışman: Doç. Dr. EMEL YONTAR

YÜKSEK LİSANS

TARSUS- 2024

Tarsus Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne;

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

Başkan: Prof. Dr. Uğur EŞME

Üye: Doç. Dr. Emel YONTAR
(Danışman)

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Kaan Emre ENGİN

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

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim elemanlarına ait olduklarını onaylarım.

.../.../2024

Doç. Dr. Ayşe Ergin ÜNAL
Enstitü Müdürü

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

ETİK BEYANI

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

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

İMZA

Adı Soyadı

Emre Can TEMİZ

ÖZET

DÜŞÜK YOĞUNLUKLU POLİETİLEN GERİ DÖNÜŞÜM PROSESLERİNE YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİNİN UYGULANMASI: DEĞER AKIŞ HARİTALANDIRMA YAKLAŞIMI

EMRE CAN TEMİZ

Yüksek Lisans, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Emel Yontar

Ağustos 2024, 141 sayfa

Günümüz rekabet koşulları, işletmelerin varlıklarını sürdürebilmeleri için müşteri odaklı olmak zorundadır. Rekabet koşulları, yenilik, değişiklik ve sürekli geliştirmeye açık olmakla birlikte dinamik olmayı gerektirmektedir. Bu doğrultuda, işletmeler rekabet koşullarına ayak uyduracak üretim sistemlerine göre üretimi şekillendirmeye çalışmaktadır. Bu amaçları karşılayan yalın üretim sistemleri, üretime katkı sağlayan sürekli iyileştirmeyi hedef alan değer odaklı bir sistemdir. Bu çalışmanın amacı, yalın üretim kapsamında yer alan değer akış haritalama kavramını araştırmak ve değer akış haritalama uygulamasını düşük yoğunluklu polietilen geri dönüşüm proseslerine uygulayarak sonuçları değerlendirmektir. Bu veriler sonucunda işletmenin mevcut durumu ardından planlanan iyileştirme çalışmalarının sonucuna göre gelecek durum haritasının çizilmesi ve iki harita arasındaki farkın analiz edilmesiyle gerekli iyileştirmelerin yalın üretim teknikleriyle yapılması amaçlanmaktadır. Bu çalışmanın uygulama bölümünde, siparişlerini zamanında hazırlamakta güçlük çeken, üretim hatalarının fazla olması ve üretim hat verimliliğinin düşük olması gibi sorunları bulunan bir işletmede, yalın üretime geçiş yolunda israf kaynaklarının tespit edilmesini sağlayan değer akış haritalama yönteminden yararlanarak israfları göz önüne çıkararak oluşan israfları yalın üretim teknikleri ile sorunun nerede olduğunu tespit etmek ve iyileştirme için olası çözümlerin bulunması hedeflenmektedir. Buna göre granül hammaddesi üretimi yapan plastik sektöründe mevcut değer akış haritalama çalışması yapılmıştır. Hammadde iş gücü ve enerji ile girdileri yapılan ürünün, çıktısına kadar olan süreçte Ön Hazırlık Hattı, Granül Ekstrüzyon Hattı, Film Ekstrüzyon Hattı ve Film Kesim Makinesi faaliyetleri bulunmaktadır. Haftada 6 iş günü, 3 vardiya, her vardiyada 8 saat çalışılmaktadır. Günlük net çalışma süresi 22,5 saat olan firmanın haftalık üretim miktarı ise 33.750 kg olarak gözlemlenmektedir. Bu temel bilgiler ışığında gelecek durum haritası ile senaryolar geliştirilip iyileştirmeler belirlenmektedir. Sunulan bu çalışma ile düşük yoğunluklu polietilen geri dönüşüm proseslerinde olası hataların önüne geçilmesi ve rekabet koşullarının sağlanması için gerekli çözümlerin sunulmasına katkı sağlar.

Anahtar kelimeler: Yalın üretim, Değer Akış Haritalandırma, Düşük Yoğunluklu Polietilen, Süreç İyileştirme

ABSTRACT

LOW DENSITY POLYETHYLENE BACK APPLICATION OF LEAN MANUFACTURING TECHNIQUES TO TRANSFORMATION PROCESSES: VALUE FLOW MAPPING APPROACH

EMRE CAN TEMİZ

Master Thesis, Department of Mechanical Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Emel Yontar

August 2024, 141 pages

Today's competitive conditions require businesses to be customer-oriented to sustain their existence. Competition necessitates embracing innovation, change, and continuous improvement, demanding dynamism. Consequently, businesses strive to shape their production in line with systems that adapt to competitive conditions. Lean production systems, which support these objectives, are value-oriented systems aiming for continuous improvement in production. This study aims to investigate the concept of value stream mapping within the scope of lean production and to evaluate the results by applying value stream mapping to low-density polyethylene recycling processes. Based on this data, the study intends to draw a future state map after analyzing the current state of the business and the outcomes of planned improvement efforts, thus implementing necessary improvements using lean production techniques. In the application section of this study, value stream mapping is utilized in a business facing issues such as difficulties in timely order preparation, high production errors, and low production line efficiency, to identify waste sources and reveal both known and unknown wastes. This method helps in pinpointing the problem areas and finding potential solutions for improvement using lean production techniques. Accordingly, a value stream mapping study was conducted in a plastic sector company producing granule raw materials. The production process includes activities in the Pre-Preparation Line, Granule Extrusion Line, Film Extrusion Line, and Film Cutting Machine. The company operates 6 working days per week, 3 shifts per day, 8 hours per shift, with a daily net working time of 22.5 hours, and a weekly production amount observed to be 33,750 kg. Based on this fundamental information, improvement scenarios and the future state map are developed. This study aims to prevent potential errors in low-density polyethylene recycling processes and contribute to meeting competitive conditions by providing necessary solutions.

Keywords: Lean manufacturing, value stream mapping, low density polyethylene, process improvement

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın hazırlanmasında bana destek olan ve katkıda bulunan herkese en içten teşekkürlerimi sunarım. Öncelikle, tez danışmanım Doç. Dr. Emel YONTAR'a, tez sürecim boyunca bana rehberlik ettiği, sabır ve anlayışla her türlü soruma cevap verdiği için teşekkür ederim. Onun bilgi ve tecrübeleri, bu çalışmanın şekillenmesinde büyük rol oynamıştır.

Ayrıca, Tarsus Üniversitesi, Aksaray Üniversitesi, Çukurova Üniversitesinde eğitim aldığım tüm hocalarıma, bana sundukları değerli eğitim ve öğretiler için minnettarım. Onların desteği ve yönlendirmeleri, akademik gelişimimde önemli bir yere sahiptir.

Öner DAĞSUYU ve Özer DAĞSUYU, tezimin her aşamasında sundukları destek ve teşvik için içtenlikle teşekkür ederim. Verdikleri katkılar, bu çalışmanın başarılı bir şekilde tamamlanmasına büyük bir katkı sağlamıştır.

Tez çalışma sürecinde babam Sezai TEMİZ, annem Aslı TEMİZ, kardeşim Sametcan TEMİZ ve arkadaşım Buket MEMİLİ'nin bana verdikleri manevi destek ve anlayış için sonsuz teşekkürler. Onların varlığı, bu zorlu süreçte motivasyon kaynağım olmuştur. Son olarak, bu çalışmanın her aşamasında yanımda olan ve beni cesaretlendiren tüm dostlarıma teşekkür ederim. Destekleri ve teşvikleri olmadan bu çalışmayı tamamlamak mümkün olmazdı.

İÇİNDEKİLER

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

BÖLÜM I

LİTERATÜR TARAMASI

1.1. Değer Akış Haritalamanın Farklı Sektörlerdeki Çalışmaları	3
--	---

BÖLÜM II

YALIN ÜRETİM

2.1. Yalın Üretim Kavramı.....	9
2.2. Yalın Düşünce de İsraf	10
2.3. Yalın Düşüncenin İlkeleri	12
2.3.1. Değer Tanımlanması	13
2.3.2. Değer Akış	14
2.3.3. Sürekli Akış.....	14
2.3.4. Çekme Sistemi	15
2.3.5. Mükemmellik Arayışı	16
2.4. Yalın Üretim.....	17
2.5. Yalın Üretimde İsraf Kavramı.....	21
2.5.1. Muda	22
2.5.1.1. Aşırı Üretim	23
2.5.1.2. Bekleme	23

2.5.1.3. Gereksiz Taşıma.....	24
2.5.1.4. Gereksiz İşlem.....	25
2.5.1.5. Aşırı Stok	27
2.5.1.6. Gereksiz Hareket.....	28
2.5.1.7. Hatalı Ürün.....	30
2.5.2. Muri.....	30
2.5.3. Mura	30
2.6. Yalın Üretim Teknikleri	32
2.6.1. Tam Zamanında Üretim	32
2.6.2. 5S.....	34
2.6.3. Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi (SMED)	37
2.6.4. Toplam Verimli Bakım	38
2.6.5. Kaizen	42
2.6.6. Poka - Yoke.....	44
2.6.7. Kanban	45
2.6.8. Andon Sistemi.....	48
2.6.9. Jidoka	50
2.6.10. Heijunka	51
2.6.11. Shojinka.....	53
2.6.12. Balık Kılçığı Diyagramı	54
2.6.13. Kök Neden Analizi Tanımı ve Önemi	55

BÖLÜM III

DEĞER AKIŞ HARİTALAMA

3.1. Değer Akışı Haritalama: İyileştirme ve Verimlilik Artırma Yöntemi	58
3.2. Değer Akışı Haritalamanın Kullanım Alanları	59
3.3. Değer Akış Haritalamanın Amacı	61
3.4. Değer Akış Haritalama Yöntemleri.....	62
3.5. Değer Akış Haritalama Süreci.....	64
3.5.1. Malzeme ve Bilgi Akışı	65
3.5.2. Ürün Ailesinin Seçimi.....	65
3.5.3. Değer Akışı Ekibi.....	66

3.5.4. Değer Akışında Kullanılan Yalın Ölçütler.....	66
3.6. Değer Akışı Haritasının Özellikleri.....	68

BÖLÜM IV

UYGULAMA

4.1. İşletme Hakkında.....	70
4.1.1. Üretim Hakkında.....	72
4.2. İşletmedeki Üretim Süreci.....	73
4.3. Uygulama Süreci	75
4.3.1. Ürün Ailesi Seçimi.....	76
4.3.2. Seçilen Ürün Ailesinin İş Akış.....	78
4.4. Mevcut Durum Haritası.....	80
4.5. Gelecek Durum Haritası.....	89
4.4.1. İyileştirme Çalışmaları	91
SONUÇ ve ÖNERİLER.....	109
KAYNAKÇA	112
ÖZGEÇMİŞ.....	128

KISALTMALAR

C/O: Model Değiştirme Süresi

C/T: Çevrim Süresi

FIFO: İlk Giren İlk Çıkar

JIT: Just In Time (Tam Zamanında Üretim)

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

TPS: Toyota Üretim Sistemi

VSM: Value Stream Mapping (Değer Akış Haritalama)

5S: Sınıflandır, Düzelt, Parlat, Standartlaştır, Sürdür

3M: 3 israf (Muda, Muri, Mura)

TPM: Toplam Verimli Bakım



TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 2.1. Yalın Üretim Öncesi ve Sonrası Karşılaştırılması.....	12
Tablo 2.2. İtme ve Çekme Sistemleri Avantajları ve Riskleri	16
Tablo 2.3. Üretimde Büyük Kayıplar	31
Tablo 2.4. Malzemelerin Sınıflandırılması	36
Tablo 3.1. VSM Yönteminin Uygulama Adımları	65
Tablo 4.1. Personellerin Çalışma ve Dinlenme Saatleri	72
Tablo 4.2. Bölümlere Göre Çalışan Sayısı ve Çevrim Süresi.....	85
Tablo 4.3. Optimum Elek Çapı Neden Neden Analizi	99
Tablo 4.4. Bıçak Kalitesi Neden Neden Analizi.....	100
Tablo 4.5. Kırma Suyu Şiddetinin Neden Neden Analizi.....	102
Tablo 4.6. Granül Ekstrüzyon Hattının Neden Neden Analizi	106

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1. İsrar Türler	12
Şekil 2.2. Üretim Sistemlerinin Geliştirilmesinde Önemli Kişi ve Şirketler	20
Şekil 2.3. Üç M	22
Şekil 2.4. JIT Yönetiminin İşleyişi	34
Şekil 2.5. 5S	35
Şekil 2.6. TPM – Sekiz Sütun Yöntemi	40
Şekil 2.7. Kaizen Şemsiyesi	43
Şekil 2.8. Poka- Yoke Tekniği İlkeri	45
Şekil 2.9. Çekme Kanbanı	48
Şekil 2.10. Üretim Kanbanı	48
Şekil 2.11. Andon Uyarı Sistemi	49
Şekil 2.12. Heijunka'lı Üretim Sistemi Şematik Gösterimi	52
Şekil 2.13. U Tipi Üretim Hattı	53
Şekil 3.1. VSM'de Kullanılan Semboller	60
Şekil 4.1. Personelin Departmanlara Göre Dağılımı	71
Şekil 4.2. Üretim Prosesleri	74
Şekil 4.3. Değer Akış Haritalandırma Yönteminin Aşamaları	76
Şekil 4.4. İş Akış Şeması	78
Şekil 4.5. Mevcut Durum Değer Akış Haritası	88
Şekil 4.6. Gelecek Durum Değer Akış Haritası	90
Şekil 4.7. Ayrıştırma Hattı Bölümüne Ait Görseller	92
Şekil 4.8. İnsan Hızını Etkileyen Faktörler	92
Şekil 4.9. Hurda Kontaminasyonu Etkileyen Faktörler	94
Şekil 4.10. Ayrıştırma Bant Hızını Etkileyen Faktörler	95
Şekil 4.11. Hammadde Oranını Etkileyen Faktörler	96
Şekil 4.12. Kırma Bıçağının Hasar Görmesi	97
Şekil 4.13. Kırma Yıkama Hattı Eleği	100
Şekil 4.14. Kırma Bıçağı	101
Şekil 4.15. Kırma Yıkama Hattı	102
Şekil 4.16. Yıkama Havuzu	104
Şekil 4.17. Granül Ekstrüzyon Hattında Balık Kılçığı Diyagramı Uygulaması	105

GİRİŞ

Gelişen teknoloji ve artan rekabet ortamında, işletme kaynaklarının kısıtlı ve maliyetlerin yüksek olduğu bir dönemde işletmelerin varlıklarını sürdürebilmesi için sadece müşteri talebini karşılamak yeterli değildir. Bu süreçte, üretim proseslerini ve üretimi olumsuz etkileyen faktörleri iyileştirirken yalın üretim tekniklerinden faydalanmak esas alınır. İşletme kaynaklarını planlı bir şekilde yürüterek daha verimli olmasını sağlamak, maliyetleri azaltmak ve en az zaman ile kar elde etmek, günümüz rekabetçi şartlarında çok önemlidir. Üretimdeki temel hedef, güçlü rekabetçi pazarda üretim proseslerinin değerli ve değersiz işlerini ayırmak, israfları fark edip yalın üretim tekniklerini uygulamak, mevcut değerleri müşteri isteklerine uygun şekilde sunarak işletmenin kazancını artırmaktır. Müşteri odaklı yaklaşımla, ürüne katkısı olmayan ve fayda sağlamayan işlemleri ortadan kaldırmayı amaçlayan çalışmalardır.

Yalın üretim, müşteri taleplerine uygun olarak, girdi ve bilgileri dönüştüren ve değer ekleyen süreçlerle, zaman ve kaynak harcayan fakat ürün üzerine müşteri gereksinimlerine göre ek değer sağlamayan ve katma değer üretmeyen süreçleri ayırt etmeye yarar. Yalın üretim tekniklerinden biri olan değer akış analizi, üretim süreci boyunca ürüne değer katmayan gereksiz faaliyetleri ortadan kaldırmayı, gizli israfları yok etmeyi, maliyetleri minimize etmeyi ve verimi artırmayı amaçlar.

Polietilen (PE), çok çeşitli ürünlerde kullanılan bir termoplastiktir. İsmi monomer haldeki etilenden alır. Etilen kullanılarak polietilen üretilir. Plastik endüstrisinde genelde PE olarak bilinir. Polietilen plastik, düşük yoğunluklu veya yüksek yoğunluklu olabilir, kalıplanabilir ve çeşitli şekillerde kalıplara dökülebilir.

Tezin amacı, değer akış haritalamayı araştırmak ve düşük yoğunluklu polietilen (AYPE) geri dönüşüm proseslerine yalın üretim tekniklerinden değer akış haritalamanın yaklaşımını uygulayarak sonuçları değerlendirmektir.

Tezin birinci bölümünde, değer akış haritalama uygulamalarının literatürde incelenen faydaları detaylı olarak ele alınmıştır. Farklı endüstriyel sektörlerde yapılan çalışmaların şirketlere sağladığı değerler, sağlam veri analizleriyle birlikte ayrıntılı bir şekilde ortaya konmuştur. Düşük yoğunluklu polietilen geri dönüşüm proseslerine uygulanan değer akış haritalama yaklaşımının incelenen literatür sonucu katkı düzeyi yüksek bir çalışma olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, literatüre geçirilen bu çalışmalar, değer akış haritalamanın çok çeşitli alanlarda başarıyla uygulanabileceğini göstermektedir.

Tezin ikinci bölümünde, yalın üretim kavramının teorik geçmişi hakkında detaylı bilgiler verilmiştir. Bu bölümde, yalın üretimin tarihçesi, temel prensipleri ve işletmeler üzerindeki etkileri ele alınmıştır. Yalın üretimin nasıl ortaya çıktığı, hangi sektörlerde kullanıldığı ve başarılı uygulama örnekleri ile ilgili bilgiler sunulmuştur. Ayrıca, yalın üretim tekniklerinin neden önemli olduğu ve işletmelere sağladığı avantajlar ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Tezin üçüncü bölümünde, değer akışlarının kavramları ve değer akış haritalama yaklaşımı hakkında detaylı şekilde bilgi verilmiştir. Bu bölümde, değer akış haritalamanın ne olduğu, nasıl yapıldığı ve hangi durumlarda kullanıldığı ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Değer akış haritalama süreci, adım adım anlatılarak, bu sürecin üretim süreçlerindeki israfları nasıl belirlediği ve ortadan kaldırdığı açıklanmıştır. Ayrıca, değer akış haritalamanın işletmelere sağladığı faydalar ve bu teknikle elde edilen sonuçlar üzerinde durulmuştur.

Tezin dördüncü bölümünde, üretimde değer akış haritalamanın uygulanması ve mevcut durum ile gelecek durum haritaları, iyileştirmelerin sonuçları aktarılmıştır. Bu bölümde, Değer akış haritalama (VSM) yöntemi ile üretim proseslerinin takt zamanı ve çevrim zamanları, fire, tip değişim ve kapasiteleri belirlenmiştir. Ayrıca, hataların oluşumunun nedenleri incelenerek, neden-neden analizi ve balık kılçığı analizi yapıp hataları en aza indirmeyi hedefleyerek yalın üretim teknikleri ile iyileştirmeler sunulmuştur. Uygulanan iyileştirmelerin üretim sürecine olan etkileri, elde edilen verilerle desteklenerek açıklanmış ve gelecekte yapılması gereken adımlar önerilmiştir.

BÖLÜM I

LİTERATÜR TARAMASI

1.1. Değer Akış Haritalamanın Farklı Sektörlerdeki Çalışmaları

Bu bölümde yalın üretim tekniklerinden biri olan Değer Akış Haritalama (VSM) yaklaşımının uygulanan sektörler bazında araştırılması hedeflenmiş ve sunulmuştur. Bu doğrultuda Birgün vd.,(2006) tarafından yapılan çalışmada, dünya traktör imalatı sektöründe lider firmalardan biri olan UZEL A.Ş.'de yalın üretim felsefesi kullanılarak bir VSM çalışması yürütülmüştür. Çalışmanın amacı, müşteri beklentilerini karşılamak ve global rekabette öne geçmek için yalın üretim ilkelerini uygulayarak üretim süreçlerini optimize etmektir. Bu amaçla, mevcut üretim akışı VSM yöntemi ile detaylı bir şekilde analiz edilmiş ve israf kaynakları belirlenmiştir. Belirlenen israf kaynaklarının ortadan kaldırılması ve üretim akışının optimize edilmesi için yalın üretim teknikleri (5S, Kanban, Kaizen vb.) önerilmiştir. UZEL A.Ş.'nin yalın üretim felsefesini benimseyerek üretim süreçlerini optimize ederek önemli faydalar sağlayabileceği gösterilmiştir. Maraşlı vd.,(2016) dondurma imalat işletmesinde şirket yöneticileri ile görüşülüp mevcut üretim süreci incelenmiş, kalıp değişim sürelerinin uzunluğu ve stok fazlalığı problemleri tespit edilmiştir. Bu sorunları çözmek amacıyla, yalın üretim tekniklerinden biri olan VSM uygulanmıştır. Uygulama sonucunda kalıp değişim süreleri ve stoklar en aza indirilmiş, böylece maliyetlerden ve zamandan tasarruf sağlanmıştır. Eser ve Yıldız,(2017) X denim firmasının paketleme bölümünde yalın üretim sistemlerinin uygulanabilirliğini araştırmayı amaçlamaktadır. Çalışma, şirket çalışanlarının gözlemleri ve yorumları ile uygulama sürecinde yaşanan sorunları ele alarak, yalın üretim proseslerinin seçimi ve uygulanmasını incelemektedir. Bu süreçte karşılaşılan zorlukların nasıl çözülebileceği de araştırılmaktadır. İşletmenin yalın üretim sistemine geçişinde yaşadığı zorlukları ve bu süreçteki aşamaları ortaya koyarak önemli bir katkı sağlamaktadır. Ayrıca, yalın üretimin beraberinde getirdiği üstünlükleri de değerlendirerek, diğer firmalar için de faydalı bir örnek teşkil etmektedir. Çalışmanın bulguları, diğer firmaların da yalın üretim sistemlerini uygulamalarına yardımcı olabileceğini göstermektedir. Sarı,(2018) bir üretim işletmesinde VSM yöntemini kullanarak değer katan ve değer katmayan işlemlerin ayrıştırılmasını ve işletmenin müşteri taleplerini daha hızlı ve kolay bir şekilde karşılamasını sağlamak için yapılan iyileştirmeleri ele almıştır. Sevgili ve Antmen,(2019) seçilen bir ürün grubunun hammadde girişinden müşteriye teslimata kadar olan üretim

sürecini VSM yöntemi kullanılarak kapsamlı bir şekilde analiz edilmiştir. Bu analiz, üretim sürecinin tüm aşamalarını görselleştirmeyi, israf kaynaklarını belirlemeyi ve ortadan kaldırmayı veya azaltmayı amaçlamıştır. Çalışmada, üretim akışının optimize edilmesi, müşteri memnuniyetinin artırılması ve bu iyileşme hedefine ulaştıracak uygulama önerilerini sunmaktır. Uygun vd.,(2019) bir vaka çalışmasında VSM tekniğinin üretim proseslerine uygulanması ile israflardan kurtulmayı ve üretim verimliliğinin artışıını incelemiştir. Akın,(2020) çalışmasında Kayseri'de faaliyet gösteren bir firmada yatak ürün ailesi için Yalın Düşünce ilkeli üretim sürecindeki israf kaynaklarının belirlenmesi ve ortadan kaldırılması amacıyla VSM uygulaması gerçekleştirmiştir. Bu iyileştirmeler sayesinde verimlilik arttırılarak, üretim sürecindeki kayıpların azaltılması ve daha etkin bir üretim planlaması yapılmıştır. Çelebi ve Yıldız,(2020) bir imalat işletmesinde öncelikli olarak uygulanması gereken yalın üretim tekniğini belirlemek için Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemini kullanmıştır. Akçacı ve Özyurt,(2021) Gaziantep Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyet gösteren bir sentetik iplik üreticisinin yalın üretim sistemine geçiş sürecini ve elde edilen avantajları incelemektedir. Bilici ve Kosanoğlu,(2021) tekstil sektöründe üretim yapan bir firmada VSM yöntemi ile darboğazları belirlemeyi ve yalın üretim teknikleriyle iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Büyükarıkan,(2021) muz üretimi yapan bir tarım sektöründe israf tipleri ve değer yaratmayan etkenleri tespit ederek, üretimde kalite ve verimliliğin artırılmasına yönelik örnek bir uygulama sunmuştur. Kama ve Doğan,(2021) imalat sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin tedarik zincirinde VSM yöntemini kullanarak israf ve israf kaynaklarını tespit etmeyi amaçlamaktadır. Kuğu ve Köse,(2021) yalın üretim çabaları çerçevesinde ısı değiştirici akışında gerçekleştirilen VSM tekniği uygulanması proje olarak seçmiştir. Mevcut durum ayrıntılı bir şekilde analiz edilmiş ve elde edilen veriler doğrultusunda kaizen alanları tespit edilmiştir. Oğuz ve Gergin,(2021) farklı bir endüstriyel sektörde faaliyet gösteren bir şirketin üretim süreçlerinin etkinliğini arttırmak amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada, yalın yaklaşımın farklı sektörlerde de başarıyla uygulanabileceğini göstermektedir. Sarı,(2022) Endüstri 4.0 teknolojilerinin VSM yaklaşımlarıyla nasıl ilişkilendiği ve bu teknolojilerin VSM üzerindeki etkilerini araştırarak, işletmelerin süreçlerini nasıl etkileyebileceği konusunda önemli bilgiler sunmaktadır. Başak vd.,(2023) işletmedeki üretim süreçlerinin yalın üretim felsefesi doğrultusunda çekme sistemine dönüştürülmesini ve Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi (SMED) yönteminin uygulanmasını amaçlamaktadır. Coşkun ve Özcan,(2023) değer

yaratmayan faaliyetleri ortadan kaldırarak üretim süresini azaltmayı ve müşteri taleplerine daha hızlı yanıt vermeyi hedeflemiştir. Bu amaca ulaşmak için ürün ailesi seçiminde ABC analizi kullanılmış ve ardından VSM yöntemi uygulanmıştır. Duzdar Argun ve Çelik,(2023) sistemi yalın üretim prensipleri doğrultusunda bütüncül bir şekilde analiz ederek, müşteri taleplerine uygun şekilde sıfır stok kavramıyla üretim yapmayı amaçlamaktadır. Bu çalışmada kullanılacak olan VSM yönteminin temel amacı, israfları belirlemek ve bunları ortadan kaldırmak için gerekli adımları tespit etmektir. Yurtseven vd.,(2024) Bursa'da faaliyet gösteren bir otomotiv parçası üreticisinin ticari ayna ürün grubunda VSM tekniğini kullanarak teslim süresini azaltmayı hedeflemektedir. Bu doğrultuda, öncelikle ABC analizi ile ürün ailesi seçilmiş, istasyon çevrim sürelerini belirlemek için zaman etüdü yapılmış ve stoklar sayılmıştır. Mevcut durum haritası çizilerek stok ve taşımaların yoğun olduğu noktalar belirlenmiştir. Değer katan ve katmayan işlem adımlarını ayırtmak için NVA/VA analizleri yapılmış ve montaj hattı içerisindeki yürümleri tespit etmek amacıyla spagetti diyagramı çizilmiştir. Yapılan analizler sonucunda geliştirilen kaizen önerileri dikkate alınarak gelecek durum haritası çizilmiştir. Bu çalışma sayesinde firmanın teslim süresi %52 oranında kısalmıştır.

Khalilov ve Gündebahar,(2012) bankacılık sistemlerindeki süreç optimizasyonları ve bilgi teknolojilerinin yönetimi arasındaki ilişkiyi araştırmaktadır. Doğan ve Ersoy,(2016) bir üniversite araştırma ve uygulama merkezinde laboratuvar analizleri hizmeti sağlanan sürecin VSM metodunu kullanarak incelemiş ve değer katmayan faaliyetlerin tespit edilmesini amaçlamıştır. Çalışmanın kısıtları açıklanmış ve gelecekte benzer konularla ilgili yapılacak araştırmalar için önerilerde bulunulmuştur. Ömürgönülşen ve Çatman,(2018) yalın üretim tekniklerinden yararlanarak kamu sektöründe vatandaşa hizmet sunulan bir süreçteki israf unsurlarını gidermeyi amaçlamıştır. Bu çerçevede, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı (OSİB) taşra teşkilatından elde edilen verilerle darboğaz yaşanan CITES Belgesi ve Uygunluk Belgesi verme süreçlerinin mevcut durumu analiz edilmiştir. Süreç detaylı bir şekilde incelenmiş, mevcut sürecin takt süresi ve çevrim süresi belirlenmiş ve VSM tekniği uygulanmıştır. Geliştirilen gelecek durum değer akış haritasında ise, yalın üretim prensiplerine aykırı işlemlerden kaçınılmıştır. Bu iyileştirmeler sonucunda, temin ve bekleme sürelerinde ve stok seviyelerinde azalma sağlanmıştır. Serdarasan ve Ertek,(2021) yazılım geliştirme sürecinde yalın ilkeler kapsamında iyileştirme girişimlerini tanımlamıştır. Alp ve Akalın,(2023) YÖK Başkanlığı Tez Merkezi'nde yalın yönetim konusundaki tezleri

bibliyometrik olarak incelemiştir. Erdem,(2023) ASELSAN Savunma Sistem Teknolojileri Sektör Başkanlığı bünyesinde yazılım geliştirme sürecinde VSM yöntemini kullanarak atık ve israfların belirlenmesini ve yazılım geliştirme sürecinin daha etkin ve verimli hale getirilmesini amaçlamaktadır.

Efe ve Engin,(2012) Sağlık Bakanlığı'na bağlı bir Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Acil Servisi'nde yalın üretim felsefesinin uygulanabilirliği araştırılmıştır. VSM tekniği kullanılarak acil servisin mevcut durumu analiz edilmiş ve yalın üretim ilkelerine uygun bir gelecek durumu haritası çıkarılmıştır. Mevcut ve gelecek durum haritaları karşılaştırılarak, yalın üretimin acil servislerde önemli faydalar sağlayabileceğini göstermiştir. Bu bulgular, diğer sağlık kuruluşlarında da yalın üretim uygulamalarının benimsenmesi için teşvik edici olmuştur. Özkan vd.,(2015) sağlık kurumlarında tedarik zinciri süreçlerinde yalın düşünce sistemini ve sade tekniklerin uygulanmasını açıklamaktadır. Yıldız ve Yalman,(2015) sağlık kurumları yöneticilerine yalın üretim uygulamaları hakkında bilgi vererek, sağlık hizmetlerinde süreçlerin iyileştirilmesi ve verimliliğin artırılması için VSM yönteminin değerli bir araç olduğunu belirtmiştir. Yıldırım,(2017) firma bazında yalın üretim metotlarını inceleyerek, israfları ve kayıpları azaltma konusunda etkinliğini göstermektedir. Bulut ve Yıldız,(2018) sağlık profesyonellerinin yalın uygulamalara karşı direnç durumlarını ve değişim sonuçlarını incelemiştir. Çavmak,(2018) özel bir hastanenin koroner yoğun bakım servisinde yalın yönetim felsefesini değerlendirerek, 5S yöntemini uygulamayı ve akış sürecindeki israfları ortadan kaldırmayı hedeflemektedir. Soba vd.,(2018) sağlık kurumlarında yalın düşüncenin uygulanması için gereken eğitim programlarını ve farkındalığı arttırmayı amaçlamaktadır. Doğan ve Yağlı,(2019) sağlık sektöründe yalın düşünce uygulamalarına yönelik literatür araştırması yaparak, sağlık sektörü yöneticileri ve karar vericileri için bir yol haritası sunmayı hedeflemektedir. Timurtaş,(2020) hastanelerde Yalın Altı Sigma uygulamalarının verimliliğe ve performansa etkisini araştırmaktadır. Türkön ve Toraman,(2023) poliklinik bazında yeni bir yaklaşım ekleyerek, kâğıt kullanım maliyetlerinde ve hizmetin değer katma oranında iyileşme sağlamıştır.

Gönen,(2013) enerji sektöründe bir işletmede yapılan çalışmada, önerilen gelecek durum ile mevcut durum arasındaki verimlilik artışlarını ve stok azalmalarını ortaya koyarak, işletmelerin rekabet gücünün artırılmasına katkı sağlamaktadır. Pekin,(2015) kauçuk sektöründe yer alan malzeme karıştırma prosesinde aktif olarak uygulanan Poka-Yoke uygulaması anlatılarak, insan hatasının kaliteye etkileri ve bu hataların ortadan

kaldırılmasına yönelik çalışmalar incelenmiştir. Öztürk ve Elevli,(2017) madencilik sektöründe yalın yönetim çalışmalarını inceleyerek, bu yönetim felsefesinin sektördeki katkılarını irdelemektedir. Karlı ve Tanyaş,(2020) akıllı lojistikle ilgili yapılan çalışmaların derlemesini yaparak, bu alandaki araştırmacılara yardımcı olmayı amaçlamaktadır. Kapucugil vd.,(2022) turizm endüstrisinde çevresel performansın artırılması için yalın ilkeler ve ISO 14001 çevre yönetimi gerekliliklerini entegre eden bir model sunmaktadır.

Yalın üretim tekniklerinden biri olan VSM yaklaşımının farklı sektörlerdeki uygulamaları araştırılmıştır. VSM, süreçlerin analiz edilmesi, israfın belirlenmesi ve verimliliğin artırılması amacıyla kullanılan önemli bir yöntemdir. VSM'nin temel amacı, süreçlerde değer katmayan faaliyetlerin tespit edilmesi ve ortadan kaldırılmasıdır. Bu sayede, süreçlerin daha etkin ve verimli hale getirilmesi hedeflenir. VSM'nin uygulandığı çeşitli sektörlerdeki örnekler incelenmiştir. Bu sektörler arasında üretim, sağlık, yazılım geliştirme, enerji, tekstil, tarım, turizm ve kamu hizmetleri bulunmaktadır. İncelenen çalışmalarda, VSM'nin süreç iyileştirme, verimlilik artırma, israf ve darboğazların tespiti gibi konularda etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca, VSM uygulamalarının işletmelerin rekabet gücünü artırdığı ve müşteri memnuniyetini sağladığı belirtilmiştir.

Yalın üretim ve VSM tekniklerinin uygulanması, süreçlerin daha akıcı ve verimli hale gelmesine yardımcı olur. Süreçlerdeki israfların azaltılması, stok seviyelerinin düşürülmesi ve bekleme sürelerinin minimize edilmesi gibi iyileştirmeler, işletmelerin performansını artırır. Ayrıca, yalın üretim prensiplerinin benimsenmesi, işletmelerin sürdürülebilirlik ve çevresel performanslarını da olumlu yönde etkiler.

Bu bağlamda, VSM'nin uygulandığı sektörlerde elde edilen sonuçlar, bu yöntemin geniş bir yelpazede kullanılabilir olduğunu göstermektedir. VSM'nin sağladığı faydalar, işletmelerin süreçlerini sürekli olarak iyileştirmeleri ve rekabet avantajı elde etmeleri için önemli bir araç olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle, VSM yaklaşımının farklı sektörlerdeki uygulamalarının incelenmesi ve bu alanda yapılan çalışmaların genişletilmesi, yalın üretim tekniklerinin etkinliğinin artırılması açısından büyük önem taşımaktadır.

Yapılan araştırmalarda, yalın üretim tekniklerinden VSM yönteminin çeşitli sektörlerdeki uygulamalarına geniş bir yelpazede rastlanmasına rağmen, geri dönüşüm süreçlerinde VSM'nin uygulandığı örneklerin eksikliği dikkat çekmektedir. Literatürde, VSM'nin imalat, sağlık, yazılım geliştirme, tarım, lojistik ve diğer birçok sektörde israfı

azaltma, verimliliği artırma ve süreç iyileştirme amaçlı kullanıldığına dair pek çok çalışma bulunmaktadır. Ancak geri dönüşüm süreçlerinde, özellikle atık malzemelerin toplanması, ayrıştırılması ve yeniden işlenmesi aşamalarında VSM'nin potansiyel faydalarını araştıran çalışmaların sayısı sınırlıdır. Bu durum, geri dönüşüm sektöründe VSM uygulamalarının henüz yeterince keşfedilmediğini ve bu alanda yapılacak araştırmaların hem akademik literatüre hem de sektörel uygulamalara önemli katkılar sağlayabileceğini göstermektedir. Geri dönüşüm süreçlerinin doğası gereği karmaşıklığı ve değişkenliği dikkate alındığında, VSM'nin atık azaltma ve kaynak verimliliği sağlama potansiyeli oldukça yüksektir ve bu alanda daha fazla araştırma ve uygulamaya ihtiyaç duyulmaktadır.



BÖLÜM II

YALIN ÜRETİM

2.1. Yalın Üretim Kavramı

Yalın kavramı, temel anlam olarak israflardan kurtulmanın yöntemi olarak tanımlanmaktadır (Comm ve Mathaisel,2005). Şirketlerin müşteri gözünde değer oluşturmayan işlemleri değerli işlemlerden ayırmak ve değersiz işlemleri ortadan kaldırmak için ürünün değer akışına bakılması gerektiği düşünülmektedir (Motwani,2003). Yalın düşüncede, kaizen ile israfı en aza seviyeye indirmeyi veya ortadan kaldırmayı amaç edinen bir üretim anlayışıdır (Papadopoulou ve Özbayrak,2005).

Üretimdeki herkesin fikir ve düşüncelerini alarak sürekli geliştirmeler ile operasyonları geliştirdiği bir üretim kültürü olan yalınlık, bir düşünce biçimidir. Yalın üretim, süreçlerin adımlarını tespit eden, değer yaratmayan işlemleri gözden geçirerek ve azaltarak kayıp zamanı, enerjiyi ve maliyeti ortadan kaldırmayı, israfı önlemeyi amaçlar (Nefes,2019:14).

Değer üretmeyen israfların ve faaliyetlerin ortadan kaldırılması temeline dayanan yalın üretim kavramı, işletmelerin verimliliğini artırarak kârlılığını doğrudan etkileyen, sürekli geliştirme odaklı bir yaklaşımdır. İşletme yönetiminin temelini oluşturan bu yaklaşım, katma değer yaratmayan faaliyetleri azaltarak tüm operasyonel süreçlere odaklanır ve çalışanlardan üst yöneticilere kadar tüm birimleri kapsar. Bugünün rekabetçi iş ortamında, uzun vadeli başarı ve ayakta kalma amacıyla tüm işletmeler yalın üretim kavramı ile yakından ilgilenir (Aktaş,2022:17).

Yalın üretim teknikleri, ürün maliyetini düşürme, müşterilere teslim süresini kısaltma ve işletme içindeki etkinliği artırma gibi kritik roller üstlenir (Erkek,2008). Bu nedenle, işletmeler Yalın Üretim prensiplerini benimseyerek sürekli olarak işlerini geliştirmeyi ve rekabet avantajı sağlamayı hedefler. Yalın Üretim felsefesi, işletmelerin müşteri odaklılık, verimlilik ve etkinlik açısından daha güçlü bir konuma gelmesine katkı sağlar. Üretim süreçlerinde her adım, ürünün uygun tasarımından son kullanıcıya ulaştırılmasına kadar kritik önem taşır. Yalın üretim yaklaşımında, iş birliği ve eşgüdüm

bu aşamalarda hayati bir rol oynar. Ekipman tasarımı, stok yönetimi ve çalışanların yetkinliklerinin geliştirilmesi gibi hususlar, sürecin başarısı için temel detaylardır. Yalın üretim anlayışında, her çalışan, verimliliği artırmak ve tüm sorunları kökten çözmek adına eğitilmiştir, böylece kalıcı çözümler sunabilirler. Ekip içinde etkili iletişim ve iş birliği, süreçteki verimliliği artırmada kritik bir rol oynar. Yalın üretim felsefesi, tüm aşamalarda iş birliği ve etkin yönetimle işletmenin başarısını artırmayı hedefler (Veiga vd.,2008:36).

2.2. Yalın Düşüncede İsraf

Ürün veya hizmetin müşteriye değer katmayan, müşterinin ekstra ücret ödemeyeceği gereksiz unsurları israf olarak adlandırırız. Ürün tasarımından sevkiyata kadar tüm üretim aşamalarındaki her türlü israfın ortadan kaldırılmasıyla maliyetlerin minimuma indirilmesi, piyasa koşullarında daha fazla pazar payının kazanılması ve gelir ve giderleri arasındaki dönüş süresini azaltarak nakit girişlerini hızlandırma düşüncesi sayesinde gelecekte firmanın elde ettiği gelirlerin artırılması hedeflenir (İşbeceren,2012:36).

İsraf, müşteri gözünde değer katmak için gerçekten gerekli olmayan, fazladan işlem, malzeme kullanımı ve işgücü gibi gereksiz faaliyetler ve süreçlerdir. Yalın üretim felsefesi, bu tür israfları tespit etmeyi ve ortadan kaldırmayı hedefler, böylece müşteri değerine odaklanarak daha verimli ve etkili bir üretim süreci oluşturabilir. Bu da kaynakların daha etkin ve verimli bir şekilde kullanılmasını ve müşteri memnuniyetinin artmasını sağlar (Melton,2005:185).

Müşteriler satın aldıkları ürünün üretim sürecindeki yolculuğunu, kaç kez kalite kontrolden geçtiğini ve kaç işlemin hatalı olduğu gibi durumlarla ilgilenmez; bu durum, müşteriye katkı sağlamaz ve tamamı kaynak israfı olarak adlandırılır. Yalın üretim felsefesinde Taiichi Ohno tarafından belirlenen temel israflar verilmiştir (Chen ve Shady,2010:30).

Yalın üretim, işletmelerin verimsizlikleri ve kaynak israfını en aza indirmek için kullanabileceği etkili bir yöntemdir. Bu yöntem sayesinde işletmeler, üretim süreçlerinde değer yaratmayan faaliyetleri ortadan kaldırarak, maliyetleri düşürebilir ve müşteriye daha hızlı ve kaliteli ürünler sunabilirler. Yalın üretim, işletmelere rekabet avantajı sağlayarak, daha verimli ve etkili bir üretim yapmalarına yardımcı olur. Bu nedenle, işletmelerin Yalın üretim felsefesini benimsemeleri ve uygulamaları, başarıları için önemli bir adımdır (Chen ve Shady,2010:30).

Bir organizasyondaki işlemin değer katıp katmadığını belirleyen çeşitli özellikler mevcuttur. Bir faaliyetin değerli olup olmadığı, üç ana kriteri karşılamasıyla belirlenebilir (Sayer ve Williams,2007:196):

1. Müşteri Ödemesi: Müşteri, işlem için doğrudan veya dolaylı olarak bir ücret ödemelidir. Bu ücret, ürün veya hizmetin fiyatına dahil olabilir veya ayrı bir ücret olarak talep edilebilir. Müşterinin ödeme yapmaya istekli olması, işlemin onun için değerli olduğunu gösterir.
2. Ürün veya Hizmette Değişim: İşlem, ürün veya hizmette somut ve olumlu bir değişime neden olmalıdır. Bu değişim, ürünün işlevselliğini, dayanıklılığını, estetiğini veya kullanım kolaylığını artırabilir. Hizmetin kalitesini, hızını veya güvenilirliğini de geliştirebilir. Değişimin müşteri memnuniyetini ve sadakatini artırması beklenir.
3. Doğru Prosedür: İşlem, önceden belirlenmiş ve belgelenmiş doğru prosedürlere göre gerçekleştirilmelidir. Bu prosedürler, iş akışının verimliliğini, tutarlılığını ve güvenliğini sağlar. Hataları ve gecikmeleri en aza indirmeye yardımcı olur. Doğru prosedür, müşterilere tutarlı ve yüksek kalitede bir deneyim sunar.

Bir işlemin değerli olması için, müşterinin ödeme yapması, ürün veya hizmette olumlu bir değişime neden olması ve doğru prosedürlere göre gerçekleştirilmesi gerekir. Bu üç kriterin hepsini karşılayan işlemler, organizasyon için değer katan ve sürdürülebilir bir başarıya katkıda bulunan işlemlerdir.



Şekil 2.1. İsraf Türler

Kaynak: www.odyakademi.com

Şekil 2.1’de belirlenen israf türleri yedi adettir. Her işletmede bu israfları görmek ne yazık ki mümkündür. Yalın üretim ile amaç, müşteri gözünde ifade etmeyen bu israfların ortadan kaldırılması olmaktadır. Bu israflar ortadan kaldırılırken VSM çalışmaları ile yalın üretimin işletmeye girmeden önceki ve sonraki olası durumları Tablo 2.1’de verilmektedir.

Tablo 2.1. Yalın Üretim Öncesi ve Sonrası Karşılaştırılması

Yalın Üretim Öncesi	Yalın Üretim Sonrası
- Yeterince kaliteli üretim	- Sıfır hataya yaklaşma
- Üretim durması	- Hata bir daha tekrarlanması
- İstedğin kadar üretim	- Müşteri talebi kadar üretim
- Stoklu üretim	- Tam zamanında üretim
- Varyasyonu azalt	- Aynı zamanda israfları da yok et
- Düzenli çalış	- 5S sistemine uygun olarak çalış
- Peryodik performans takibi	- Anlık performansın izlenmesi
- Gerekiyorsa tedbir al	- Hatanın oluşumuna izin verme
- Sorunların çözümü uzun	- Kaizen düşünce tarzı
- Mavi yakalı çalışanlar destekleyici	- Mavi yakalı çalışanlar yönetici

Kaynak: Türkkan,2010.

2.3. Yalın Düşüncenin İlkeleri

1988 yılında Taiichi Ohno,(1988) tarafından Japonya’da Toyota Üretim Sisteminde yalın üretim kavramı ortaya atıldı. Bu nedenle yalın üretim sistemine Toyota

Üretim sistemi (TYS) de denir. Yalın retim felsefesinin temelini yalın ilkeler ve ana kavramlar oluşturur. Womack ve Jones,(1996) alışmalarında yalın süreçleri beş adımda tanımlamıştır. Bu adımlar şunlardır:

Müşteri için değer tanımlama: Müşterinin neyi değerli bulduğu ve neye istekli olduğu belirlenir.

Değer akışının tanımlanması: rn veya hizmetin üretim veya sunum aşamalarındaki tüm adımlar belirlenir.

Sürekli akış: Gereksiz adımlar ve israflar ortadan kaldırılarak süreçlerin akışı sağlanır.

Çekme sistemi: Müşteri talebine göre üretim yapılır, stok fazlalıkları önlenir.

Mükemmele ulaşmak: Sürekli iyileştirme ve hata sıfırı hedefine ulaşmak için çalışmalar yapılır.

Proseslerin veya süreçlerin yalın hale getirilebilmesi için bu adımların uygulanıp takip edilmesi gerekir. İlk olarak müşterilerin talepleri belirlenir, ikinci aşamada değer akışı tanımlanır, sonraki aşamada büyük resmi görebilmek için VSM oluşturulur. Daha sonra ise iş süreçlerinde daha iyi akış oluşturmak için çekme sistemi kullanılır. Yalın üretimin hedefi olan tam zamanında retimi (JIT) sağlayabilmektir. Son adımda ise kai-zen kültürü geliştirilmelidir. Kaizen kültürü yalın düşünmeyi ve sürekli iyileştirmeyi amaçlar (Womack ve Jones,1996:11).

1980'lerde seri üretimden yalın üretime geçişin zor olacağı düşünülüyordu. Seri retim işçiler tarafından kolay olduğu düşünüldüğü için üretimde kalite geliştirme sorumluluğunu almak istemediler. Düşünce “ilk seferinde doğru yap” idi, bu da “tam zamanında yap” anlamına gelen, iyi bilinen “Tam zamanında” üretim sistemini uygulaması gibidir. Womack vd.,(1990) otomobil üretiminin zanaat üretiminden seri üretime ve ardından seri üretimden yalın üretime nasıl geçtiğini açıkladı. Bhasin ve Burcher,(2006) göre yalın bir felsefe, yaşam tarzıdır, yalın bir stratejik düşüncedir. Yalın retim, geçmişten geleceğe üretim süreçlerini sürekli iyileştirerek daha iyiye ulaşma düşüncesidir.

2.3.1. Değer Tanımlanması

Müşteri istek ve talepleri doğrultusunda, müşteri için değer yaratmayan her türlü eylem ve sürecin ortadan kaldırılması veya en aza indirilmesi yalın dönüşümün temelini oluşturur. Değişimin doğru yönetilmesi ve değer kavramının etkin bir şekilde

uygulanması, bu dönüşümün başarısı için hayati önem taşır. Bu sayede satışlarda, müşteri memnuniyetinde, kalitede ve verimlilikte gözle görülür bir artış elde edilebilir (Carlborg vd.,2013; Womack ve Jones,1998).

İşletmeler, süreç içerisinde değerleri gözlemleyebilmek için müşteri odaklı bir yaklaşım benimseyebilir. Geleneksel düşünce yerine, müşterilerin ve tedarikçilerin değer zincirine dahil olması ve birlikte çalışması, toplam maliyeti minimize etmek için değer yaratma odaklı bir iş birliğini teşvik eder. Yaratılan değerın müşteri odaklı olması, işletme için en önemli faydalardan biridir.

Tüketicilerin istediği ve bedelini ödemeye hazır olduğu çıktı özelliklerinin toplamı değer olarak ifade edilir. Değer, üretilen ürünün temel ve dinamik bir bileşenidir. Değer kavramı, işletmedeki yöneticiler tarafından değil, doğrudan müşteriler tarafından tanımlanır (McNair vd.,2006).

2.3.2. Değer Akışı

Değer akışı sürecinde, müşteri değeri ön planda tutulur ve bu değeri yaratan veya yaratmayan işlemler belirlenir. Üretimde, doğrudan değer katmayan ancak sürecin tamamlanması veya işleyişi için gerekli olan hazırlık ve ayar yapma gibi adımlar da yer alır (Kömürcü,2007:43). Stratejik bir yaklaşımla parçaların değil, bütünün gelişmesine odaklanılır. Değer akışı analizi, tüm adımların değerlendirilmesiyle gerçekleşir ve bu analiz, müşteri için değer yaratmayan faaliyetlerin sürecin önemli bir kısmını oluşturabileceğini ortaya koyabilir. Bu nedenle, büyük resmi görmek ve sürecin tamamında değer yaratan adımları belirlemek kritik önem taşır. Değer akışı analizinin en önemli faydası, israf unsurlarının kolayca tespit edilebilmesidir. Yalın üretim teknikleri kullanılarak israflar ortadan kaldırılır ve bu sayede zamandan ve maliyetten tasarruf sağlanır (Çelenk vd.,2019).

Toyota üretim sisteminin temel felsefesi, kar elde etmek için fiyatı artırmak yerine süreçteki israf unsurlarını ortadan kaldırarak maliyeti azaltmak ve sürekli iyileştirme yoluyla kârlılığını geliştirmektir. Bu yaklaşım, işletmenin rekabet gücünü artırmak ve daha verimli bir üretim sağlamak için oldukça önemlidir.

2.3.3. Sürekli Akış

Sürekli akış, hammaddelerin, malzemelerin ve parçaların art arda oluşturulan işlemlerden geçerek hiç durmaksızın bir ürün ortaya çıkarmasını sağlar. Bu sayede

ürünler, değer yaratan aşamalarda hatasız bir şekilde ilerler. İşletmelerde değer tanınmasıyla, israfı oluşturan unsurlar ortadan kaldırılmalıdır. (Ricondo vd.,2016).

Akış kavramı, malzemelerin hareketlerini ifade eder. Ayrıca, israfı ortadan kaldırmak amacıyla, sipariş alma aşamasından üretilen çıktının teslim edilmesine kadar geçen süreyi iyileştirirken, çıktı odaklı bir sistem geliştirir. Yalın üretim yaklaşımında, parçaların hat boyunca daha hızlı ilerlemesi için akışın optimize edilmesi hedeflenir (Ayçın,2016).

Akış ilkesini uygulamak için ilk adım, tüketicilerin işletmeden aldıkları ürünlere ilişkin ne tür değerler satın aldıklarını bilmektir. Bu değerlerin belirlenmesinden sonra, değer akışı için planlama yapılmalı ve değer katmayan tüm faaliyetlerin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Değer katmayan tüm işlemler kaldırılarak, sürekli bir akışın sağlanması için düzenlemeler yapılır. Akış, az miktarda stok, yüksek kalite, açık iletişim, sorunlara hızlı yanıt gibi unsurları sağlayabilir (Ayçın,2016).

2.3.4. Çekme Sistemi

Yalın organizasyonda, her birim bir önceki birimin müşterisidir ve her birim önceki biriminden ürün talebi yapar. Çekme yöntemiyle üretmeyi geliştirdikçe, müşteri taleplerine hızlı yanıt verme yeteneği de gelişir (Silva,2012). Müşteri ihtiyaçları değiştiğinde, işletme bu değişime hızlı şekilde uyum sağlamayı öğrenir. Bu sayede müşteri memnuniyeti artar, stok ve israf azalır, üretim süreçleri daha esnek ve verimli hale gelir. Değer akışı düşüncesi, işletmelerin sürekli olarak iyileşme ve gelişme yolunda ilerlemesine katkı sağlar ve rekabet avantajı elde etmelerine yardımcı olur. Bu sebeple, birbirleriyle senkronize bir şekilde üretim gerçekleştirirler ve müşteriler ürün talep etmedikçe üretim yapmazlar. Yalın felsefesinde temel amaç, müşteriye talep ettiği ürünü, istediği zamanda ve gereken miktarda sağlamaktır.

İşletmelerin üretim süreçlerinde çekme sistemini kullanmanın birçok faydası vardır. En önemli faydalardan biri, parçaların üretim sürecinden önce hatalarının tespit edilerek her adımda kalitenin doğrulanmasıdır. Bununla birlikte, çekme sistemini kullanan imalathanelerde (Ayçın,2016);

- Ürün stoğuna yönelik değişkenlik minimum düzeydedir.
- Stoklara ve üretime ilişkin kontrol etme faaliyeti daha kolay yapılmaktadır.
- Üretimin büyük miktarlarda yapılmasından kaynaklanan israflar önlenir.
- Tüketici taleplerinde meydana gelebilecek dalgalanmalar engellenir.

- Üretilen üründe tasarım değişikliği gibi nedenlerden dolayı tekrar üretme veya atma gibi durumlarla karşılaşmaz.

Yalın üretim, işletmeye değer katarak etkin bir şekilde uygulanır ve stok fazlalığını azaltarak maliyetleri ve üretim sürelerini minimum seviyeye indirme konusunda çekme sistemleri önemli bir avantaj sağlar. Stok birikimi gibi sorunları minimize eden çekme sistemleri, itme sistemlerinin neden olduğu karmaşıklığı ortadan kaldırır ve parçaların yerlerinin net olarak belirlenmesini sağlar. İtme ve çekme sistemlerinin avantajları ve riskleri Tablo 2.2'de özetlenmiştir (Erozan,2019:525).

Tablo 2.2. İtme ve Çekme Sistemleri Avantajları ve Riskleri

	İtme Sistemi	Çekme Sistemi
Avantajlar	Tahminlerin doğruluğu ile yüksek satış elde etme olasılığı vardır.	Çekme sistemlerinde süreç boyunca ara stok bulunmaz.
	Müşteri beklemez, her zaman satılacak ürün mevcuttur.	Tam zamanında üretimi gerçekleştirir.
	Büyük ölçekli üretim sayesinde birim maliyetler düşer.	Stok maliyetlerini minimum seviyede tutar.
	Fiyatlandırma avantajı, düşük maliyetlerin sağladığı bir sonuç olarak ortaya çıkar.	Kalite ve müşteri memnuniyeti oldukça yüksektir.
Riskler	Talep eksikliğinde stoka üretim yapılır.	Fazla üretimi önler.
	Kriz zamanında büyük riske sahiptir.	Kriz dönemlerinde risk unsurlarını en aza indirir.
	Yüksek kapasiteli depolama alanına ihtiyaç vardır.	Just-in-Time üretim ve stoksuz çalışma prensipleri işçiler üzerinde baskı yaratabilir.
	Talepteki belirsizlik risk oluşturur.	Pazarın durumu aşırı dalgalı olduğunda stok birikimi veya boş beklemler oluşabilir.
	Hatalı ürün fazlalığı maliyeti artırır.	Güvenlik stoğu gerektirebilir.
	Kalite genelde düşüktür.	

Kaynak: Erozan,2019:526.

2.3.5. Mükemmellik Arayışı

Mükemmellik Arayışı, temel düşüncesi işlemin her yönünün devamlı iyileştirilebileceği ve her zaman daha iyi bir seviyeye ulaşılabilen bir felsefedir. Bu yaklaşım, organizasyonların kendilerini sürekli olarak geliştirmesi ve en üst düzey

performansı elde etmek için çaba göstermesi gerektiğini vurgular (Türkkan,2010:37). Bu sayede organizasyonlar;

- Kaliteyi artırır
- Verimliliği optimize eder
- Müşteri memnuniyetini yükseltir

Üstün performansın en önemli destekçisi şeffaflıktır. Yalın bir sistemin özelliği, herkesin her detayı tamamen açık bir şekilde görebilmesidir. Bu da değer yaratma süreçlerinde daha iyi yolları keşfetmeyi kolaylaştırır (Refa,2003). Ayrıca, operasyonel geliştirmeler yapan personele hızlı ve pozitif geri bildirimler sağlamak, yalın iş ortamlarında hızlanmayı sağlayan en temel etmenlerden biridir. Bu sayede işletmede sürekli bir öğrenme ve gelişme ortamı oluşur, çalışanlar kendilerini sürekli olarak motive eder ve iş süreçleri daha verimli hale gelir. Yalın sistemdeki şeffaflık ve geri bildirim kültürü, mükemmellik yolunda işletmelere önemli avantajlar sunar (Womack ve Jones,2010):

- Sürekli gelişme
- Daha iyi problem çözme
- Artan motivasyon
- Daha verimli iş süreçleri
- Daha yüksek müşteri memnuniyeti

2.4. Yalın Üretim

İnsanlar yeni bir çalışma alanına girdiklerinde, çevreye adım adım adapte olmaya başlarlar. Hangi değerlere önem verildiğini ne yapıldığında değer kattıklarını ve ne yapıldığında cezalandırıldıklarını anlamaya çalışırlar. Bu süreçte, sahip oldukları köklü kültürel değerler değişmese bile, davranışlarını yeni ortama uygun şekilde düzenlerler. Yalın üretimdeki tüm teknikler, felsefeler ve araçlar, köklerini Toyota ve Japon kültüründen alan kabullere dayanır. Bu kabuller, yalın düşünce ve uygulamalarının temelini oluşturur (Morgan ve Liker,2007:237).

Talep Odaklı Üretim: Yalın üretimde, üretim faaliyeti öncelikle talep doğrultusunda gerçekleşir. Bu yöntem, önceki üretim sistemlerinden elde edilen

deneyimlerin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır.

Sürekli Gelişim: Yalın üretim, mevcut üretim tekniklerine yönelik geliştirmeler olarak da adlandırılan, sürekli olarak yenilenen bir süreçtir (Ansal,1994).

Üretim faaliyeti, ülkelerin ekonomik yapılarının önemli bir parçasını oluşturur. Üretim yönetimi ise, belirli bir ürünün istenilen miktarda, beklenen kalitede ve istenilen zamanda elde edilmesini sağlamak için mevcut kaynakları en verimli şekilde kullanarak üretim maliyetlerini minimize etmeyi hedefler (Kobu,2006). Yalın üretim, bu hedefe ulaşmak için önemli bir araçtır. Yalın üretim ilkelerinin uygulanması, üretimde israfi azaltmaya, kaliteyi artırmaya, teslimat sürelerini kısaltmaya ve maliyetleri düşürmeye yardımcı olabilir.

"Yalın üretim" olarak bilinen üretim ve yönetim sisteminin temel prensipleri, ilk adımlarını 1950'lerde Toyota ailesinin bir üyesi olan Eiji Toyoda ve onun işbirlikçisi, Taiichi Ohno liderliğinde Japon Toyota firmasında uygulanmıştır. 1950'de Amerika'ya yaptıkları bir iş gezisi sırasında tecrübe ettikleriyle, Ford'un kitle üretim sistemine olan uygunluğunun Japonya için uygun olmadığına karar vermiştir. Bu karar, yeni bir üretim ve yönetim anlayışının ilk adımlarının atılmasına öncülük etmiştir (Okur,1997:31).

Toyota önderleri, kitle üretim sistemini inceledikten sonra şu sonuca varmışlardır: Kitle üretim sisteminde esneklik durumu söz konusu değildir, katı bir hiyerarşiye ve kitleselliğe sahiptir. Şirketler zaman içinde büyük sermayeler biriktirmiş ve rekabet düzeyi düşüktü. Şirketler rekabet düzeyleri düşük olduğundan dolayı büyük sermayelere sahiplerdi. Otomobil sektöründe sadece üç firma rekabet ediyordu. Bu nedenle israfa neden olan durumlar şirketler için bir problem olarak görülmemekteydi. Aksine, aşırı iş bölümü ve hammaddeleri hesaplanmadan kullanılmasına dayalı bu sistemde, üretim adetleri mümkün olan en yüksek düzeyde tutulabiliyor ve makineler uzun vadede tam kapasiteyle kullanılabildiği sürece ölçek ekonomilerine ulaşılabiliyordu. Yani birim maliyetler çok düşük tutulabiliyor ve karlar maksimize edilebiliyordu (Okur,1997:32).

Toyota önderleri, kitle üretim sistemini inceledikten sonra şu sonuca varmışlardır (Türkan,2010):

- Kitle üretim sistemi esneklikten yoksundur, katı bir hiyerarşiye ve kitleselliğe sahiptir.
- Bu sistemde aşırı iş bölümü ve hammaddelerin plansız kullanımı yaygındır.

- Bu sistem, israfa yol açsada, o dönemde düşük rekabet ortamı nedeniyle şirketler için bir sorun olarak görülmemiştir.
- Üretim adetleri mümkün olan en yüksek düzeyde tutularak ve makineler uzun vadede tam kapasiteyle kullanılarak ölçek ekonomilerine ulaşılmıştır.

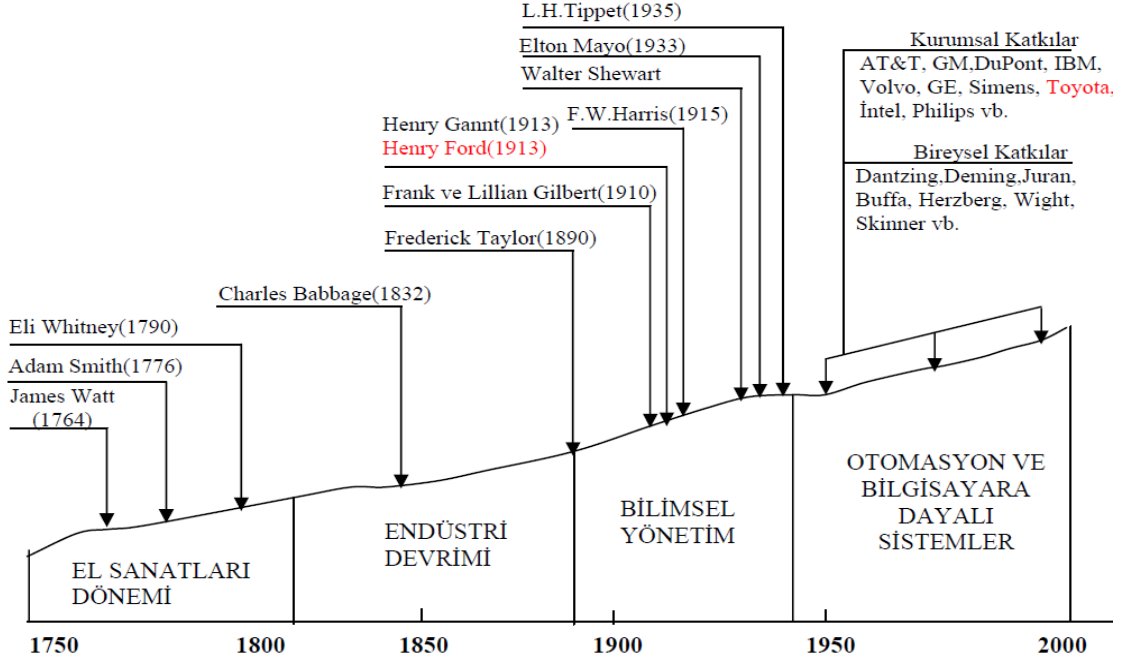
Toyota Üretim Sistemi'nin iki ana temeli şunlardır (Ohno,2015):

- JIT
- Otomasyon

Bu temeller, seri üretim sisteminin yapısal ve kontrolsüz engel ve kısıtlamalarını ortadan kaldırarak kaliteyi artırmayı amaçlamaktadır.

1980'li yılların başında Toyota Motor şirketi 3,5 milyon adet otomobili piyasaya sunarak dünya üreticileri arasında ikinci sırada yer almıştır (Ohno,2015). Toyota Üretim Sisteminin iki ana yasası vardır. Bunlar JIT ve otomasyondur. Bu yasalar, seri üretim sisteminin yapısal ve kontrolsüz engel ve kısıtlamalarını ortadan kaldırarak kaliteyi artırmayı amaçlıyordu. Yalın Üretim Evi veya Toyota Üretim Sistemi Evi olarak bilinen ve Toyota Üretim Sistemi'nin yani yalın üretim sisteminin tekniklerini içeren yapı belirtilmiştir.

Yalın Üretim Evi veya Toyota Üretim Sistemi Evi olarak bilinen ve Toyota Üretim Sistemi'nin yani yalın üretim sisteminin geliştirilmesinde önemli kişi ve şirketler içeren yapı Şekil 2.2'te belirtilmiştir (Joseph,2001).



Şekil 2.2. Üretim Sistemlerinin Geliştirilmesinde Önemli Kişi ve Şirketler

Kaynak: Joseph,2001.

Şekil 2.2’de yönetim ve üretim tekniklerinin evrimini ve önemli katkıları gözlemlemek mümkündür. Bu bilgiler, yönetim bilimleri ve endüstri mühendisliği alanında önemli bir rehber niteliğindedir. Sırasıyla özetleyebiliriz:

- James Watt buhar makinesini icat etti.
- Adam Smith, iş bölümü kavramını ortaya attı.
- Eli Whitney değiştirilebilir parçaları tanıttı.
- Charles Babbage performansa dayalı maaş sistemini öne çıkardı.
- Frederick Taylor zaman etüdünü ve standartları tanıttı.
- Frank ve Lillian Gilbert hareket ekonomisinin analizini yaptılar.
- Henry Ford, montaj hattına dayalı seri üretim kavramını ortaya çıkardı.
- Henry Gantt, programlama sistemlerinin kullanılmasına katkıda bulunmuştur.
- F.W. Harris, ekonomik sipariş miktarı modelini sunmuştur.
- Walter Shewart, istatistiksel süreç kontrolünü tanımladı.
- Elton Mayo davranışsal faktörler hakkında bir katkı yaptı.
- L. H. Tippet çalışma örneklemesini sundu.

2.5. Yalın Üretimde İsraf Kavramı

Muda, Japoncada "israf" anlamına gelen ve üründe veya müşteri gözünde değeri olmayan tüm eylemleri ifade eden bir kavramdır. İşletmelerde yapılacak gözlemler sonucunda israfın her faaliyette var olduğu fark edilebilir. Yalın üretim sistemi için önemli olan, birlikte kullanılan ve ortadan kaldırılması için her şirketin ortaya çıkarması gereken israfları tanımlayan 3M'dir:

- Muda (İsraf): Ürün veya hizmet katma değer oluşturmeyen tüm faaliyetler.
- Muri (Aşırı Yük): İnsan ve ekipmanların kapasitesinin ötesinde talep veya yük binmesi.
- Mura (Düzensizlik): Üretim sürecinde dengesizlik veya dalgalanmaların olması.

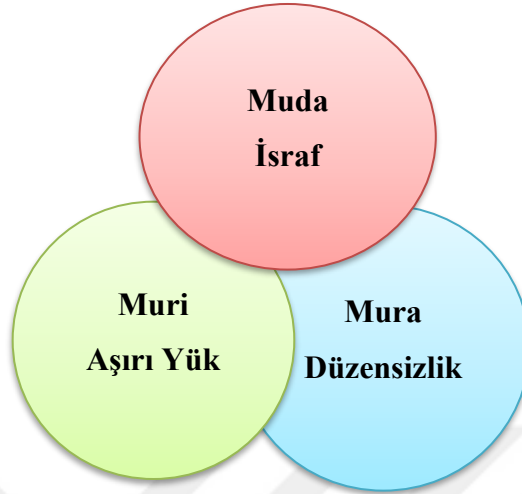
Yalın çalışması yapan mühendisler ve çalışanlar, fire ve kayıplara değinirken "muda" sözcüğünü kullanır ve muda'yı yani israfı yok etmek, işletmelerin yalın çalışmalarının dikkat ettiği durumlardandır. Yalın üretimde muda'yı ortadan kaldırmak için çeşitli yöntemler kullanılabilir:

- Akış Şemaları ve Değer Akışı Haritalaması: Üretim sürecindeki israf unsurlarını görselleştirmek ve belirlemek.
- 5S: İşyerinin düzenli ve temiz tutulması.
- Standardizasyon: İş süreçlerinin ve faaliyetlerin standartlaştırılması.
- Kaizen: Sürekli iyileştirme felsefesi.
- Poka-Yoke: Hata önleme yöntemleri.

Muda ile mücadele etmek, işletmelere birçok fayda sağlayabilir:

- Maliyetlerin düşürülmesi
- Verimliliğin artırılması
- Kalitenin iyileştirilmesi
- Müşteri memnuniyetinin yükseltilmesi
- Çalışan motivasyonunun artırılması

Muda, her işletmede var olan bir sorundur. Yalın üretim ve muda ile mücadele yöntemleri, işletmelerin daha verimli, kârlı ve sürdürülebilir hale gelmesine yardımcı olabilir.



Şekil 2.3. Üç M

Kaynak: James vd.,2007:151.

2.5.1. Muda

İşletmelerde yanlış üretim, gereksiz üretim sonucu artan envanter, boşta bekleme süresi olan personeller ve gereksiz taşıma gibi değer yaratmayan her şey, israf olarak tanımlanır (Rymaszewska,2014; Shah ve Ward,2003). Yalın üretimin temel felsefesi, israfsızlık prensibine dayanır. İşletmelerin üretim süreçlerinde yapılan yaygın hatalar genellikle benzerlik gösterir. İyileştirme çalışmalarıyla birlikte, israfa neden olan faktörler belirlenmeye çalışılır. Bu bağlamda, Taiichi Ohno Toyota Üretim Sistemi'nin uygulanması aşamasında, başlangıçta yedi temel israf tespit edilmiştir. Bunlar şu şekildedir (Ohno,2015:61):

- Aşırı Üretim: Talepten fazla üretim yapılması.
- Bekleme: Makine ve personel duruşları.
- Gereksiz Taşıma: Ürünlerin ve hammaddelerin gereksiz yere taşınması.
- Gereksiz İşlem: Katma değer yaratmayan işlemler.
- Aşırı Stok: Gereksiz hammadde ve ürün stoklanması.
- Gereksiz Hareket: Makine ve personel hareketlerinin israf edilmesi.
- Hatalı Ürün Üretimi: Kusurlu veya hatalı ürün üretimi.

2.5.1.1. Aşırı Üretim

Aşırı üretim, işletmedeki mal ve hizmet akışını engelleyen ve bu nedenle kalite ve verimliliği olumsuz etkileyen en zararlı israf türlerinden biridir. Müşterinin sipariş verdiğinden daha fazla üretmek, işletmede gereksiz stok artışına neden olurken, aynı zamanda üretim sırasında kullanılan makine ve işçi maliyetlerini artırır (Suzaki,1987).

- **Stok Artışı:** Fazla üretim, stokların artmasına ve işletmenin sermayesinin bu stokta dondurulmasına neden olur. Bu durum, işletmenin nakit akışını olumsuz etkileyebilir.
- **Kalite Düşüklüğü:** Uzun süre stokta kalan ürünler, zamanla hasar görebilir veya eskimeye başlayabilir. Bu durum, ürünlerin kalitesini düşürür ve müşteri memnuniyetsizliğine yol açabilir.
- **Verimsizlik:** Fazla üretim, üretim hatlarında tıkanıklıklara ve iş gücü israfına yol açabilir. Bu durum, genel verimliliği düşürür ve üretim maliyetlerini artırır.
- **Depolama Maliyetleri:** Fazla ürünün depolanması için ek alan ve kaynaklara ihtiyaç duyulur. Bu durum, işletmenin depolama maliyetlerini artırır.
- **Sipariş Belirsizliği:** Fazla üretim, siparişlerde ve talepte oluşabilecek dalgalanmalara karşı işletmeyi savunmasız hale getirir. Siparişler beklenenden az gelirse, stokta kalan ürünlerin satılması zorlaşabilir ve bu durum işletmeye zarar verebilir.

Fazla üretimden kaynaklanan zararları önlemek için işletmeler, talep tahminlerini doğru bir şekilde yapmalı ve üretim planlarını buna göre düzenlemelidir. Yalın üretim gibi üretim sistemlerini kullanarak stok seviyelerini optimize etmek ve israfı en aza indirmek de önemlidir (Hines ve Rich,1997:47).

2.5.1.2. Bekleme

Bekleme, plansız üretim sonucu ortaya çıkan ve hammadde-malzeme eksikliği, dengesiz hat ve stok bilgilerinin eksikliği gibi nedenlerden kaynaklanan, ürün sürecine değer katmayan ve boşa kalınan süreyi ifade eder. Makine veya operatör bekleme süresi, üretim verimliliğini doğrudan etkileyerek zamanın verimsiz kullanılmasına yol açar ve bu durum hem ürünü hem de işçiyi olumsuz etkiler (Hines ve Rich,1997:48). Beklemenin

birçok farklı nedeni olabilir (Chiarini,2012:29):

- Süreçler Arasındaki Dengesizlik: Farklı üretim aşamalarının kapasiteleri arasında dengesizlik olması, bazı aşamalarda bekleme süresinin oluşmasına neden olabilir.
- Yetersiz Makine Bakımı: Düzenli olarak bakımı yapılmayan makineler arızalanabilir veya istenilen performansı gösteremeyebilir. Bu durum da üretimde gecikmelere ve bekleme sürelerine yol açabilir.
- Büyük Partiler Halinde Üretim: Büyük partiler halinde üretim yapmak, hammadde ve ürün stoklarının artmasına ve üretim hatlarında bekleme sürelerinin oluşmasına neden olabilir.
- Düzen Eksikliği: İşyerinde düzensizlik ve karmaşa, hammadde ve ürünlerin bulunmasını zorlaştırabilir ve bu durum da bekleme sürelerine yol açabilir.
- Planlama ve Yönetimdeki Aksaklıklar: Yetersiz planlama ve koordinasyon, üretimde gecikmelere ve bekleme sürelerine yol açabilir.

Uzmanların rehberliğinde işletmeler, belirli bir üretim planlama sistemi oluşturarak ve düzenli kontroller yaparak bekleme sorununu çözebilirler. Uzmanların deneyimi ve bilgisi, sürecin etkin bir şekilde yönetilmesine ve verimliliğin artırılmasına yardımcı olur (Alanyüz,2023:10).

2.5.1.3. Gereksiz Taşıma

Gereksiz taşıma, üretim sürecinde malzeme veya ürünü prosesler arası değer katmadan taşınması işlemidir. Bu durum, üretim sürecini uzatarak zaman kaybına sebep olur, taşıma sırasında malzemelere zarar verme riski taşır ve maliyetleri artırır (Çilhoroz ve Arslan,2018:163).

- Üretim Süresinin Uzaması: Malzemelerin ve ürünlerin uzun mesafeler kat etmesi, üretim sürecini uzatır ve zaman kaybına yol açar.
- Malzeme ve Ürün Hasarları: Taşıma sırasında malzemeler ve ürünler zarar görebilir. Bu durum hem ürün kaybına hem de maliyet artışına neden olur.
- Yüksek Taşıma Maliyetleri: Gereksiz taşıma, taşıma ekipmanlarının ve

işgücünün daha fazla kullanılmasını gerektirir. Bu durum da taşıma maliyetlerini artırır.

- İşçi Güvenliğinin Tehlikeye Girmesi: Malzemelerin ve ürünlerin taşınması, işçiler için kaza riskini artırır.

-

Gereksiz taşımayı önlemek için işletmeler çeşitli önlemler alabilir:

- Üretim Hatlarını Optimize Etmek: Üretim hatlarının dengesizliklerini ortadan kaldırarak ve hatları optimize ederek taşıma mesafelerini kısaltabilirsiniz.
- Stoklama Sistemlerini Geliştirmek: Hammaddeleri ve ürünleri üretime yakın yerlerde depolayarak taşıma işlemini azaltabilirsiniz.
- Uygun Taşıma Ekipmanları Kullanmak: Üretim hattına uygun taşıma ekipmanları kullanarak taşıma işlemini kolaylaştırabilirsiniz.
- Daha İyi Planlama Yapmak: Üretim planlamasını daha dikkatli yaparak malzemelerin ve ürünlerin gereksiz yere taşınmasını önleyebilirsiniz.
- 5S Yöntemini Uygulamak: 5S yöntemi (düzen, tertip, temizlik, standardizasyon ve sürekli iyileştirme) ile işyerini düzenli tutarak malzemelerin ve ürünlerin kolayca bulunmasını sağlayabilirsiniz.
- Kaizen Felsefesini Benimsemek: Kaizen felsefesi ile sürekli iyileştirme çabası içerisinde olarak gereksiz taşıma gibi israfları ortadan kaldırabilirsiniz.

Önlemler sonucu ortaya çıkan verimlilikler:

- Üretim süresi kısalır ve zaman tasarrufu sağlanır.
- Malzeme ve ürün hasarları azalır.
- Üretim maliyetleri düşer.
- İşçi güvenliği artar.
- Müşteri memnuniyeti yükselir.

2.5.1.4. Gereksiz İşlem

İşletmeler, tüm süreçlerini müşteri taleplerine göre planlamalıdır. Müşteriler, ürünlerinde değer yaratmayan faaliyetler için ödeme yapmak istemezler. Bu nedenle, üretilen ürünlerde değer yaratmayan herhangi bir faaliyetten kaçınılması hayati önem

taşıır. Gereksiz işlemler, ürüne değır katmayan ve operatörler tarafından gerçekleştirildiğinde kayıplara yol açan faaliyetlerdir (Apilioğulları,2010:42). Bu faaliyetlere örnek olarak şınlar verilebilir:

- Yanlış ürünlerin üretilmesi veya hatalı ürünlerin onarılması
- Ürünlerin taşınması veya depolanması sırasında hasar görmesi
- Hatalı veya eksik bilgi girişı
- Gereksiz prosedürler
- Makine arızaları ve duruşları

Gereksiz işlemler, işletmeler için birçok olumsuz sonuca yol açabilir:

- Maliyet Artışı: Gereksiz işlemler, kaynak israfına ve dolayısıyla maliyet artışına neden olur.
- Gecikmeler: Gereksiz işlemler, ürünlerin teslimatında gecikmelere yol açabilir.
- Hata Riskinin Artması: Gereksiz işlemler, hataların yapılma riskini artırır.
- Müşteri Memnuniyetsizliğı: Gecikmeler, hatalar ve artan maliyetler, müşteri memnuniyetsizliğine yol açabilir.

Gereksiz işlemleri önlemenin birçok yolu vardır. Bunlardan bazıları şınlardır:

- Müşteri Taleplerini Net Bir Şekilde Anlamak: Müşterilerin ne istediğini anlamak, gereksiz işlemleri önlemenin ilk adımıdır.
- Süreçleri Optimize Etmek: İş süreçlerini gözden geçirmek ve gereksiz adımları ortadan kaldırmak önemlidir.
- Kalite Kontrol Sistemlerini Geliştirmek: Kalite kontrol sistemlerini geliştirmek, hataların yapılmasını önlemeye yardımcı olur.
- Teknolojiyi Kullanmak: Teknolojiyi kullanarak iş süreçlerini otomatikleştirmek ve hataları en aza indirmek mümkündür.
- Çalışanları Eğitmek: Çalışanları eğitmek, hataların yapılmasını önlemeye ve iş süreçlerini optimize etmeye yardımcı olur.

Gereksiz işlemler, müşteri odaklı işletmeler için önemli bir sorundur. Gereksiz

işlemleri önlemek, maliyetleri düşürmeye, gecikmeleri önlemeye, hata riskini azaltmaya ve müşteri memnuniyetini artırmaya yardımcı olur.

2.5.1.5. Aşırı Stok

Stoklar, işletmeler için hayati önem taşıyan varlıklardır. Ancak, stokların bir kısmı, aşırı üretim sonucu ortaya çıkan ara stoklar ve üretilecek ürünler için fazladan elde tutulan hammadde veya yarı mamul gibi ürünleri içerir. Bu durum, stok fazlalığı olarak adlandırılır ve işletmeler için ciddi mali ve işlevsel sorunlara yol açabilir (Liker,2004).

Stok fazlalığının nedenleri:

- Aşırı Üretim: Müşteri taleplerini doğru tahmin edemeyen ve talepten fazla üretim yapan işletmeler, stok fazlalığı ile karşı karşıya kalırlar.
- Yetersiz Planlama: Üretim planlama ve kontrol sistemlerinin yetersiz olması da stok fazlalığına yol açabilir.
- Tedarik Zinciri Sorunları: Tedarik zincirindeki gecikmeler veya sipariş hataları da stok fazlalığına neden olabilir.
- Satış Tahminlerinde Hatalar: Gelecekteki satışları doğru tahmin edemeyen işletmeler, ihtiyaç duymadıkları kadar ürün stoklayabilirler.

Stok fazlasının oluşturduğu sonuçlar:

- Maliyet artışı: Stok fazlalığı, depolama ve stok eskimesi gibi maliyetlerde artışa neden olur.
- Sermaye bağlanması: Fazla stok, işletmenin likiditesini ve sermaye akışkanlığını olumsuz etkiler.
- Değer kaybı: Stok uzun süre depolandığında, ürünlerin değeri düşebilir veya kullanılamaz hale gelebilir.
- Müşteri memnuniyetsizliği: Stok fazlalığı, ürünlerin zamanında teslim edilememesine ve müşteri memnuniyetsizliğine yol açabilir.

Stok fazlalığını önleme yöntemleri:

- Talep planlama: Müşteri taleplerini doğru tahmin etmek için etkili talep

planlama yöntemleri kullanılmalıdır.

- Üretim planlama ve kontrol: Üretim planlama ve kontrol sistemleri iyileştirilmeli ve stok seviyeleri düzenli olarak izlenmelidir.
- Tedarik zinciri yönetimi: Tedarik zinciri ile etkili bir şekilde iletişim kurulmalı ve tedarik zinciri sorunları önceden tahmin edilerek önlem alınmalıdır.
- Stok kontrol sistemleri: Modern stok kontrol sistemleri kullanılarak stok seviyeleri optimum seviyede tutulmalıdır.
- Çoklu tedarikçiliğe geçiş: Tek bir tedarikçiye bağımlı olmak yerine, birden fazla tedarikçiden ürün tedarik edilmelidir.

Stok fazlalığı, işletmeler için ciddi bir sorundur. Bu sorunun önlenmesi için, talep planlama, üretim planlama ve kontrol, tedarik zinciri yönetimi ve stok kontrol sistemleri gibi konularda gerekli adımlar atılmalıdır. Stok fazlalığını önlemek, maliyetleri düşürmeye, sermaye akışkanlığını artırmaya ve müşteri memnuniyetini geliştirmeye yardımcı olur (Apilioğulları,2010:42; Hines ve Rich,1997:48).

2.5.1.6. Gereksiz Hareket

Ürüne katkı sağlamayan faaliyetlerin israf olarak kabul edilmesi, işçilerin gereksiz hareketleri de dahil olmak üzere birçok şeyi içerir. Aşırı üretim, fazla stok ve düzensizlik gibi kusurları karşılamak için çalışanların yaptığı her türlü hareket kayıp olarak değerlendirilir (Hicks,2007:237). Gereksiz hareketler, çalışma ortamının karmaşık olmasından kaynaklı olarak çalışanların ürünün parçasını, kullanacakları el aletlerini veya malzemeleri aramaları gibi, ürüne değer katmayan ve süreci yavaşlatan hareketlerdir.

Gereksiz hareketlerin nedenleri:

- Karmaşık Çalışma Ortamı: Çalışma ortamının düzensiz ve karmaşık olması, işçilerin ürünün parçalarını, kullanacakları el aletlerini veya malzemeleri aramalarına neden olur. Bu durum, ürüne değer katmayan ve süreci yavaşlatan gereksiz hareketlere yol açar.
- Yetersiz Eğitim: İşçilerin yeterince eğitilmemesi veya iş talimatlarının net olmaması da gereksiz hareketlere neden olabilir. İşçiler, ne yapmaları gerektiğini tam olarak bilmediklerinde, zamanlarını boşa harcayabilir ve hatalar yapabilirler.

- Yetersiz Ergonomi: İş istasyonu ve kullanılan ekipmanlar ergonomik olarak tasarlanmamışsa, işçiler rahat çalışamazlar ve bu da gereksiz hareketlere yol açabilir.
- Motivasyon Eksikliği: Çalışanların motive olmaması veya işten tatmin olmamaları da dikkat dağınıklığına ve gereksiz hareketlere yol açabilir.

Gereksiz hareketlerin sonuçları:

- Verimlilik Azalması: Gereksiz hareketler, işçilerin üretim hattındaki döngü süresini uzatarak verimliliği düşürür.
- Yorgunluk ve Kas-İskelet Sistemi Sorunları: Gereksiz hareketler, işçilerin yorulmasına ve kas-iskelet sistemi problemlerine yol açabilir.
- Hata Artışı: Dikkat dağınıklığı ve yetersiz koordinasyon, hataların yapılma riskini artırır.
- Motivasyon Kaybı: Gereksiz hareketlerden kaynaklanan zaman kaybı ve verimsizlik, işçilerin motivasyonunu düşürebilir.

Gereksiz hareketleri önleme yöntemleri:

- Çalışma Ortamını Düzenlemek: Çalışma ortamının düzenli ve temiz olması, işçilerin aradıklarını kolayca bulmalarını ve gereksiz hareketlerden kaçınmalarını sağlar.
- İşçileri Eğitmek: İşçilere iş talimatlarını net bir şekilde vermek ve gerekli eğitimleri sağlamak, gereksiz hareketlerin önlenmesine yardımcı olur.
- Ergonomik Çalışma Ortamı Oluşturmak: İş istasyonu ve kullanılan ekipmanların ergonomik olarak tasarlanması, işçilerin rahat çalışmasını ve gereksiz hareketlerden kaçınmasını sağlar.
- Çalışanları Motive Etmek: Çalışanların motive olması ve işten tatmin olması için gerekli çalışma koşullarını sağlamak önemlidir.

Gereksiz hareketler, yalın üretimde önemli bir israf kaynağıdır. Bu hareketler, verimliliği düşürür, hata riskini artırır ve çalışanların motivasyonunu olumsuz etkiler. Gereksiz hareketleri önlemek için çalışma ortamını düzenlemek, işçileri eğitmek,

ergonomik bir çalışma ortamı oluşturmak ve çalışanları motive etmek gibi adımlar atılmalıdır.

2.5.1.7. Hatalı Ürün

Hatalı üretim, müşteri istek ve taleplerine uygun olmayan şekilde üretim yapmaktır ve bu, müşteri için bir değer oluşturmaz. Üretim sürecinde ya da ürün sevkiyata hazır hale geldiğinde hatalı ürün veya parçaların ortaya çıkmasıyla meydana gelen kayıplar, önlenmesi gereken bir israf türüdür (Hicks,2007:237; Ayçin ve Özveri,2016:330). Hatalı ürün üretiminin temel nedenleri, eksik hammadde, kontrolsüz iş süreci, eğitimsiz personel ve eksik makine ve ekipman gibi faktörler olabilir (Bodek,2004). Üretim planlama ve kontrol birimi, bir ürünün üretim sürecini başından sonuna kadar düzenli bir şekilde izleyerek herhangi bir sorunu hızlıca tespit edebilir ve böylece hatalı ürün sayısını azaltabilir. Ek olarak, aşırı üretim yapmanın da hatalı ürün oluşumunda önemli bir etkisi olduğu bilinmektedir (Liker,2004).

2.5.2. Muri

Aşırı yük, ekipmanın kapasitesini aşan bir yüklenmeyi ifade eder. Bu durum, hem çalışanlar hem de makineler üzerinde gereksiz stres oluşturarak performansın düşmesine yol açabilir (Pieńkowski,2014:4). Bu düzensizliğin ve aşırı yükün temel üç nedeni vardır (Çanakçıoğlu,2019:275):

- Yerleşim planının düzensizliğinden kaynaklanan kapasite fazlası yük.
- Süreçler arasındaki bilgi akışının eksikliğinden kaynaklanan yanlış bilgilendirme sonucu ortaya çıkan yük.
- Belirli bir düzen içermeyen belirsiz üretim kaynaklı yük.

2.5.3. Mura

Mura, Japoncada "düzensizlik" ve "sürekli değişkenlik" anlamına gelen bir kelimedir. Üretim bağlamında, mura, üretim sürecindeki dengesizlikleri ve dalgalanmaları ifade eder. Bu dengesizlikler, stok birikimi, üretim hacminde ani değişiklikler ve planlama hataları gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanabilir (Pieńkowski,2014:4).

İsrafların tamamen ortadan kaldırılması için iki önemli nokta dikkatlice anlaşılmalı ve hatırlanmalıdır (Ohno,2015:61):

- Verimliliği artırmak, yalnızca maliyetlerin düşürüldüğü zaman anlam kazanır. Bu hedefe ulaşmak için sadece talep edilen miktar kadar üretim yapılmalı ve iş gücü minimum düzeyde tutulmalıdır.
- Her işçinin ve üretim hattının verimliliği detaylı bir şekilde incelenmelidir. Daha sonra, verimliliği parça parça ve bütün olarak artırmak için işçiler gruplar halinde izlenmeli ve tesisin genel verimliliği değerlendirilmelidir.

Mura'nın nedenleri:

- Büyük Partiler Halinde Üretim: Büyük partiler halinde üretim yapmak, stok birikimine ve üretim hacminde dalgalanmalara yol açarak mura'yı tetikleyebilir.
- Yetersiz Planlama: Üretim planlamasındaki hatalar, hammadde ve işgücü eksikliği veya fazlalığı gibi sorunlara yol açarak mura'yı tetikleyebilir.
- Yetersiz Bakım: Makine ve ekipmanların yetersiz bakımı, arızalara ve üretim kesintilerine yol açarak mura'yı tetikleyebilir.
- Çalışan Eğitimi Eksikliği: Yetersiz eğitilmiş çalışanlar, hatalar yapma ve üretimde gecikmelere neden olma riski daha yüksektir, bu da mura'ya yol açabilir.

Tablo 2.3. Üretimde Büyük Kayıplar

Ekipman Etkinliği Kayıpları	- İlk Başlangıç Kayıpları - Kısa Duruş Kayıpları - Hız Kayıpları - Kusurlu Üretim Kayıpları - Kapatma Kayıpları
İşgücü Etkinliği Kayıpları	- Üretim Hareketi Kaybı - Yönetim Verimsizliği - Hat Düzeni Kayıpları - Lojistik İsraf - Ölçme ve Ayar Kayıpları

Malzeme ve Enerji Etkinliği Kayıpları	- Arıza - Setup-Ayar - Takım Değişim
--	--

Kaynak: Eşme ve İlhan,2003.

Üretim sürecinde genellikle görülen ve üç kategoriye ayrılan on üç büyük israf türü bulunmaktadır. İşletmeler, verimliliği artırmak amacıyla bu israfları azaltmaya çalışmaktadır. Mura'yı önlemek için işletmeler şunları yapabilir:

- Tam Zamanında Üretim (JIT): JIT, sadece ihtiyaç duyulduğu kadar üretim yapmayı amaçlayan bir üretim sistemidir. Bu, stok birikimini ve üretim hacmindeki dalgalanmaları önlemeye yardımcı olur.
- Görsel Fabrika (Visual Factory): Görsel fabrika, üretim sürecindeki sorunları ve israfları görselleştirmeye yardımcı olan bir yöntemdir. Bu, mura'nın erken aşamada tespit edilmesine ve önlenmesine yardımcı olabilir.
- 5S: 5S, işyerini düzenli ve temiz tutmaya odaklanan bir yöntemdir. Bu, mura'nın neden olabileceği hataları ve gecikmeleri önlemeye yardımcı olabilir.
- Kaizen: Kaizen, sürekli iyileştirme anlamına gelen bir Japon felsefesidir. İşletmeler, kaizen ilkelerini kullanarak üretim süreçlerinde sürekli iyileştirmeler yapabilir ve mura'yı önleyebilir.

2.6. Yalın Üretim Teknikleri

2.6.1. Tam Zamanında Üretim

Tam Zamanında Üretim (JIT) yöntemi literatürde farklı tanımlarla karşımıza çıkar. Monden'e göre (1983), JIT, "gereken ürünleri gerekli miktarlarda üretme yaklaşımı" olarak açıklanmıştır (Monden,1983). Diğer bir tanıma göre ise Crawford ve Cox, JIT'yi "bir üretim işletmesinde sürekli olarak verimsizliklerin giderilmesiyle mükemmelliğe ulaşma yaklaşımı" olarak tanımlamıştır (Crawford ve Cox,1991:34). JIT, gereken ürünlerin, gereken miktarda, gereken zamanda üretilmesini amaçlayan bir üretim sistemidir. Bu sistemde, stoklar asgari düzeyde tutulur, üretim hatları müşteri siparişlerine göre düzenlenir ve süreç israfları minimize edilir.

JIT, istenilen anda talebi karşılayacak şekilde gereken üretim miktarını takip

ederek üretim yapan bir sistemdir. Müşteri siparişinin eksiksiz, hatasız, kaliteden ödün vermeden istenen sürede üretilmesi hedeflenirken, stokların asgari düzeyde tutulması ve ekipmanların en üst verimle çalışması istenir. JIT, sistemdeki israfları tespit edip ortadan kaldırmayı amaçlayan ve kaizen düşüncesini istenilen sonuçları elde etmeye yönelik üretim anlayışıdır. Bu anlayışta, değer oluşturamayan faaliyetler tespit edilir ve ortadan kaldırılması gerekmektedir. Bunun sonucunda giderlerin azaltılması, verimliliğin artması, teslim süresinin azalması gibi birçok konuda iyileşme sağlanır ve müşteri memnuniyeti artar (Kumar ve Kumar,2012).

JIT'nün işletmelere sağladığı bazı önemli faydalar şunlardır:

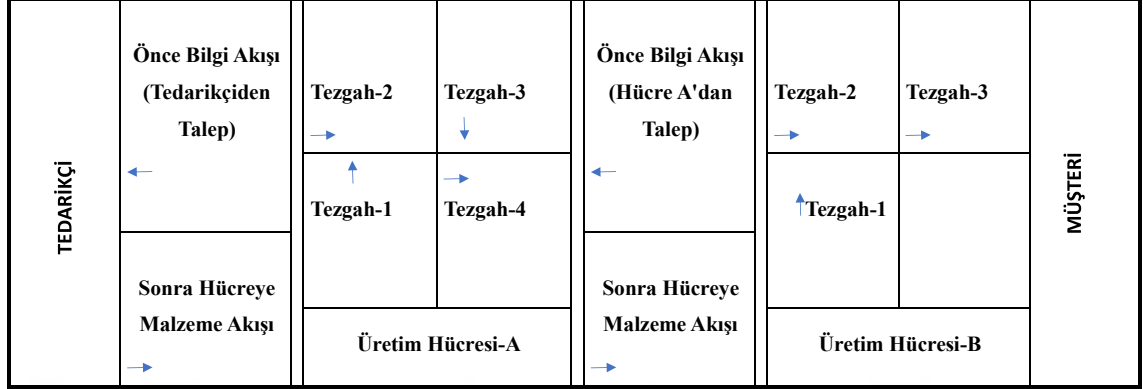
- Müşteri memnuniyetinde artış
- Maliyetlerde düşüş
- Verimlilik artışı
- Ürün kalitesinde artış
- Teslim sürelerinde kısalma
- Stok seviyelerinde düşüş
- Daha az israf
- Daha motive çalışanlar

JIT üretim çalışmalarında, ürün kalitesinin artırılması, maliyetlerin düşürülmesi ve ürünlerin dağıtım kapasitesinin artırılması gibi hedefleri bulunmaktadır (Brinker,1996). Ayrıca, JIT yönteminin ana amacı daha geniş bir perspektiften ifade edilebilir (Zerenler ve Iraz,2006):

- Hatalı ürün sayısının sıfıra indirilmesi.
- Üretim öncesi hazırlık süresinin ortadan kaldırılması.
- Stok seviyelerinin sıfıra indirilmesi.
- Ürün taşıma sürelerinin en aza indirilmesi.
- Üretim tezgâhlarında oluşabilecek arızalardan kaynaklanan kesintilerin önlenmesi.

JIT yönteminde kullanılan kanbanlar, malzeme akışının iş durakları arasında

kontrol edilmesini sağlar. Üretim sürecinde gereksinim duyulan malzemeler, talep edilmesi gerektiği durumlarda malzeme istek fişleri aracılığıyla çekilir (Özkan ve Esmeray,2002). JIT gösteren Şekil 2.4'te sunulmuştur.



Şekil 2.4. JIT Yönetiminin İşleyişi

Kaynak: Özkan ve Esmeray,2002.

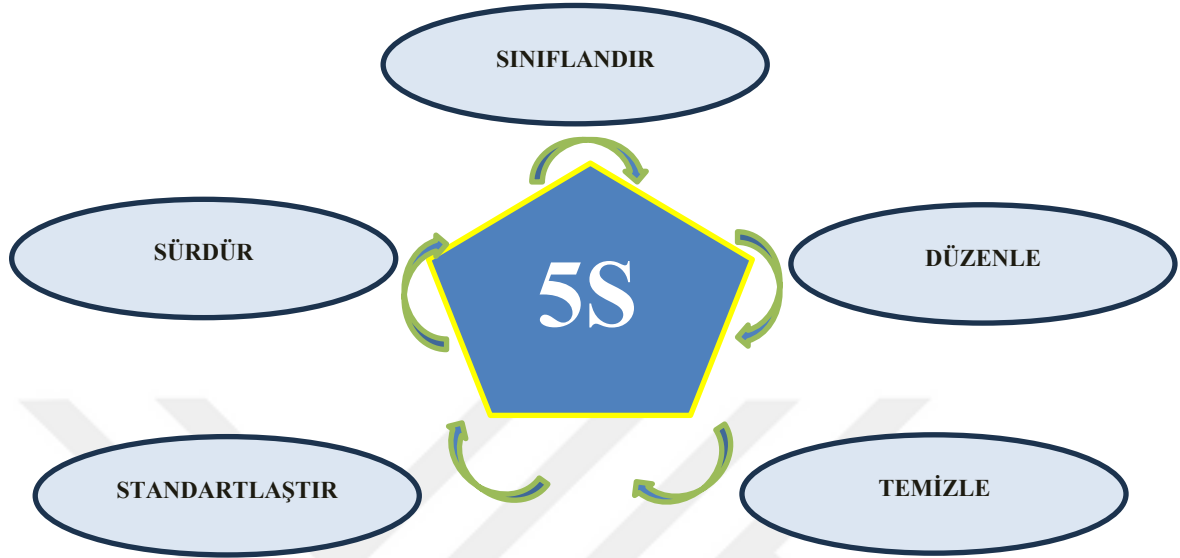
Şekil 2.4'de JIT sürecinde ilk adım, tüketici talebine dayanır. Bundan sonra, "Üretim Hücresi - A" bölgesi için donanım tedariki sağlanır ve bu alanda bulunan üretim tezgâhlarında işlenir. İkinci adım, "Üretim Hücresi - B"den yarı mamul için talep alınması ve ardından üretim işlemlerinin gerçekleştirilmesidir. Bu sayede, birinci hücrede yarı mamul stok oluşumu önlenir.

2.6.2. 5S

İşletmeler, ürün kalitesini artırırken aynı zamanda verimliliği artırmak için yalın üretim tekniklerine başvururlar. Bu tekniklerden en sık ve temel olarak kullanılanlardan biri de 5S tekniğidir (Yıldırım,2017).

5S, bir iş ortamının düzenlenmesi, işyeri şartlarının iyileştirilmesi ve bir çalışma ortamı oluşturulması, karışıklıkların önlenmesi ve en önemlisi devamlılığın sağlanması düşüncesidir. 5S tekniği ilk aşamada büyük bir öneme sahip gibi görünmeyebilir, ancak işletmeye sağladığı faydalar oldukça büyüktür (Gürsoy,2020). 5S yönetimini uygulayan işletmelerle ilgili birçok başarı hikayesi vardır. Örneğin, bir metal üretim işletmesi 5S yöntemini uygulayarak stok devir hızını %67 artırmış, stok miktarını %35 azaltmış ve dağıtım süresindeki güvenilirliği %99'a çıkarmıştır. Başka bir örnek olarak, bir pencere üretim işletmesi üretkenliğini %35 artırmış ve ekstra mesaiyi %45 azaltmıştır (Orr ve Orr,2014).

Bir Japon yönetim yaklaşımı olan 5S, seiri (ayıklama), seiton (düzenleme), seiso (temizlik), seiketsu (standardizasyon) ve shitsuke (disiplin) kelimelerinden oluşturulur (Abdulmaged,2009).



Şekil 2.5. 5S

Kaynak: Liker ve Meier,2006.

Şekil 2.5’da gösterildiği gibi ayıklama, gerekli olanların gereksizlerden ayrılması sürecidir. Bu süreçte, bütün malzemelerin dikkatlice kontrol edilmesi, gerekli olanların ayrılması ve gereksiz olanların atılması düşüncesi temel alınmalıdır. Malzemeleri sadece ihtiyaç duyulacakları zaman ve yerde bulundurmak, gereksiz olanları ortadan kaldırarak iş yerini temizlemek ve düzenlemek amaçlanmaktadır. Ayıklama işlemi, çalışma alanındaki karmaşıklığı ve gereksiz yığınları ortadan kaldırarak daha verimli bir iş ortamı oluşturur (Cudney,2009:83). Ayrıca, düzenli bir çalışma alanı, işçilerin ihtiyaç duydukları malzemelere daha hızlı ve kolay ulaşmasını sağlar, bu da genel iş verimliliğini artırır. İş yerinde yapılan bu temizlik ve düzenleme hem fiziksel alanı optimize eder hem de çalışanların moral ve motivasyonunu olumlu yönde etkiler. Ayıklama süreci, düzenli aralıklarla tekrarlanmalı ve iş yerinde sürekli bir uygulama haline getirilmelidir. Bu şekilde, iş yerinin her zaman düzenli, temiz ve verimli bir şekilde işlemesi sağlanır (Black,2008:175).

Tablo 2.4. Malzemelerin Sınıflandırılması

Kullanım Sıklığı	Yerleşim
- Gereksiz	- At
- Yılda 1	- Uzakta bir yerde sakla
- Ayda bir seferden az	- Alanda veya yakın bir yere koy
- Haftada 1 kez	- Kullanıldığı yere yakın yerde bulundur
- Günde bir veya daha fazla	- Kullanıldığı yerde bulundur

Kaynak: Ford Üretim Sistemi Eğitim Notları.

Düzenleme, çalışma verimini artırmak üzere gerekli her şeyi düzenli şekilde yerleştirmektir. Bu aşamada, iş ortamında kullanılan tüm araç gereçler, malzemeler ve ekipmanlar belirli bir düzen içinde yerleştirilmelidir. Gerekli takım ve ekipmanın kolayca erişilebilir olacak şekilde yerleştirilmesi, iş süreçlerinin kesintisiz devam etmesini sağlar ve zaman kayıplarını en aza indirir. Ayrıca, bu araç gereçlerin tekrar kullanıldığında kolayca bulunabilecek şekilde düzenli ve etiketlenmiş olması, iş verimliliğini önemli ölçüde artırır. Düzenli olabilmek için her şeyin belirli bir yeri olmalı ve her şey her zaman oraya konumlandırılmalıdır. Bu sayede, iş yerinde gereksiz aramalar ve karışıklıkların önüne geçilmiş olur, çalışanlar daha odaklı ve üretken çalışabilir (Khanna,2009).

Temizlik, iş ortamlarında ve makinelerde meydana gelen her türlü kirin düzenli olarak temizlenmesi ve kir kaynaklarının belirlenerek önlenmesi sürecidir. İş yerinin temiz ve düzenli tutulması, çalışanların moral ve motivasyonunu olumlu yönde etkiler ve iş kazalarını azaltır. Her yeri ve her şeyi düzgünce temizlemek ve kirlilik kaynaklarını önlemek gereklidir. Üretim sürecinde bulunması gerekmeyen şeyleri ortadan kaldırmak da temizlik aşamasının bir parçasıdır. Temizlik, kaliteye zarar verebilecek veya makinede arızaya neden olabilecek anormal durumları ortaya çıkaracak bir denetleme biçimidir. Düzenli temizlik, işletmenin genel sağlık ve güvenlik standartlarını yükseltir ve müşteri memnuniyetini artırır. Düzensizlikler sadece temiz ve düzenli bir ortamda fark edilebilir, bu nedenle temizlik sürekli ve disiplinli bir şekilde yapılmalıdır (Pheng,2001).

Standardizasyon, ilk üç adımın düzenli olarak uygulanmasını sağlamak için gerekli prosedürlerin belgelendirilmesi, rutin hale getirilmesi ve görsel ve işlevsel araçlarla desteklenip standartlaştırılmasıdır. Bu adım, iş süreçlerinin tutarlı ve verimli bir şekilde yürütülmesine yardımcı olur. Şirketlerdeki değerlendirme ve kontrol kolaylığını sağlamak için gerekli faaliyetleri hızlı şekilde planlamalı, süreçlerdeki verimliliğin sahip olduğu yüksek standartları korumalı ve önceki adımların sürdürülebilirliğini sağlamalıyız. Standardizasyon, aynı zamanda çalışanların işlerini daha iyi anlamalarını

ve daha yüksek bir performans sergilemelerini sağlar. Görsel yönetim araçları ve standart işletim prosedürleri, karmaşık süreçlerin daha anlaşılır ve yönetilebilir olmasına katkı sağlar (Chourasia ve Nema,2016).

Disiplin, 5S tekniğinin en zor ve son adımıdır. Bu adım, yerleşik yöntemleri sürekli olarak sürdürmek, iş prosedürlerini denetlemek, 5S tekniğini alışkanlık haline getirmek ve kurumsal kültüre entegre etmekle ilgilidir. Disiplin, işletmenin uzun vadeli başarısı için kritik öneme sahiptir. 5S'i bir kültür haline getirmek ve kalıcılığı sağlamak, işletmenin geleceğe yönelik istikrarlı bir yapıya sahip olmasını sağlar. Bu süreçte, sürekli bir iyileştirme yapmak esastır. Süreklilik sağlanırken uygulanan kontrollerde dikkatli olmak, potansiyel sorunları erken tespit ederek önlem almayı mümkün kılar. Disiplinli bir çalışma ortamı, çalışanların sorumluluk bilincini artırır ve iş yerindeki düzenin devamlılığını sağlar. Ayrıca, bu süreç, işletmenin rekabet gücünü artırarak uzun vadeli başarıyı destekler (Hirano,1995: 37).

2.6.3. Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi (SMED)

SMED, Yalın üretim felsefesinin bir parçası olup 'Tekli Dakikada Kalıp Değişimi' anlamına gelir. Bu yöntem, üretim süreçlerindeki kurulum sürelerini azaltmayı ve israfı ortadan kaldırmayı amaçlar. Üretim süreçlerinde en çok zaman harcanan aşamalardan biri model değişim süresidir. SMED uygulamasında başarı elde etmek için üretimdeki tüm faaliyetlerin dikkatlice gözden geçirilmesi, iyileştirilmesi ve ardından standart hale getirilmesi gerekmektedir. SMED sistemi, üretim sürecinin hazırlık aşamasını 10 dakikadan daha az bir sürede tamamlamayı hedefler ve bu sayede tüketici taleplerine minimum israf ile yanıt verilmesini sağlar (Shingo,1996).

SMED, Yalın üretim felsefesine uygun olarak israfları azaltarak süreçleri daha esnek, hızlı ve etkili hale getirir. Bu sayede müşteri taleplerine daha hızlı yanıt vermek mümkün olurken, toplam üretim sürekliliği de artar. SMED, özellikle makine kurulum sürelerinin kısaltılmasına yönelik bir dizi teknik içerir. Dillon ve Shingo, (1985) tarafından yapılan sınıflandırmada, kurulum işlemleri, makine durdurulduğunda yapılan iç ayarlar ve makine çalışırken gerçekleştirilen dış ayarlar olarak ikiye ayrılmıştır. Bu yöntem, imalat dışı faaliyetleri iç ayarlara dönüştürerek iç ayar sürelerini minimize etmeyi hedefler. İç ayarlar, makine çalışırken gerçekleştirilebilen ayar işlemleri olarak tanımlanırken, imalat dışı ayarlar, makine durduğunda yapılan ayar işlemlerini ifade eder. İmalat içi ayar sürelerinin kısaltılması, geçiş işlemlerinin hızlanmasına ve verimliliğin

artmasına yardımcı olur.

SMED, kalıp değişimini işsel ve dışsal operasyonlar olmak üzere ikiye ayırır. İşsel operasyonlar, makinenin durması sırasında yapılan işlemleri, dışsal operasyonlar ise makine çalışırken yapılan işlemleri ifade eder. Bu ayırım, değişim sürecinin daha verimli yönetilmesini sağlar (Bilgin Sarı,2018:595).

SMED uygulamalarında işsel operasyonları dışsal operasyonlardan ayırmak büyük önem taşır. Değişim sürecini yöneten işçinin, makinenin durmasından önce dışsal operasyonları gerçekleştirmesi sağlanır. Böylece form, ekipman ve materyaller makinenin yanında hazır olur ve müdahale hızlanır. İşsel operasyonlar ise kalıbın montajı ve demontajı gibi işlemleri kapsar. Ayrıca, işsel operasyonların dışsal operasyonlara dönüştürülmesi de mümkündür. Örneğin, kalıbın ısıtılması gibi işlemler makine çalışmadan önce yapılabilir, böylece makine durdurulmadan değişim işlemi gerçekleştirilir. Ayarlamaların ortadan kaldırılması, değişim işlemlerinde büyük bir zaman tasarrufu sağlar. Değişim işlemlerinde ayarlama adımları, toplam işsel operasyonların %50 ila %70'ini oluşturur. Bu adımların ortadan kaldırılması, üretim süreçlerinin hızlanmasına ve verimliliğin artmasına büyük katkı sağlar. Aynı zamanda, değişim sürecinin tamamen ortadan kaldırılması da mümkündür. Bu, standart ürün üretimi ve farklı standartlardaki ürünlerin aynı anda üretilmesi ile sağlanabilir (Shingo,1985)

2.6.4. Toplam Verimli Bakım

Toplam Verimli Bakım (TPM), işletmelerdeki kayıpları ortadan kaldırmayı ve sıfır kayıp, sıfır arıza, sıfır hata prensibini benimsemeyi hedefleyen bir yöntemdir. Bu yöntemin temel amacı, ekipmanların verimliliğini en st düzeye çıkarmaktır (Eşme ve İlhan,2003). Ayrıca, TPM, işletme personelinin moralini, motivasyonunu ve iş tatminini artırmayı da hedefler. Bu sayede hem verimlilik hem de kalite yükselir. Eskiden TPM değersiz bir yöntem olarak görülmekteydi. Ancak günümüzde, kullanılan makinelerin uzun süreli kullanılabilirliği için yüksek değerli bir strateji olarak kabul edilmektedir (Singh vd.,2013).

Bu tekniğin ana hedefi, makine ve ekipmanın verimliliğini artırmaktır. Bunu sağlarken hata sayısını olabildiğince düşürmek, makinelerin duruş sürelerini azaltmak ve boşta durma ile ayarlama sürelerini minimum seviyeye indirmek de öncelikler arasındadır. Aynı zamanda, malzeme ve bilgi akışını iyileştirerek ürün kalitesindeki

hataları en aza indirmek ve üretim başlangıcında harcanan süreyi azaltmak da önemli hedeflerdendir. Bu şekilde, üretim süreçlerindeki verimlilik artar, üretim süresi kısalmır ve ürün kalitesi yükselir. VSM, süreçlerdeki iyileştirme fırsatlarını belirgin hale getiren ve yalın üretim prensiplerine uygun şekilde süreci optimize etmek için kullanılan önemli bir görsel araçtır (Seth vd.,2017).

TPM, altı büyük kaybı ortadan kaldırmayı amaçlar:

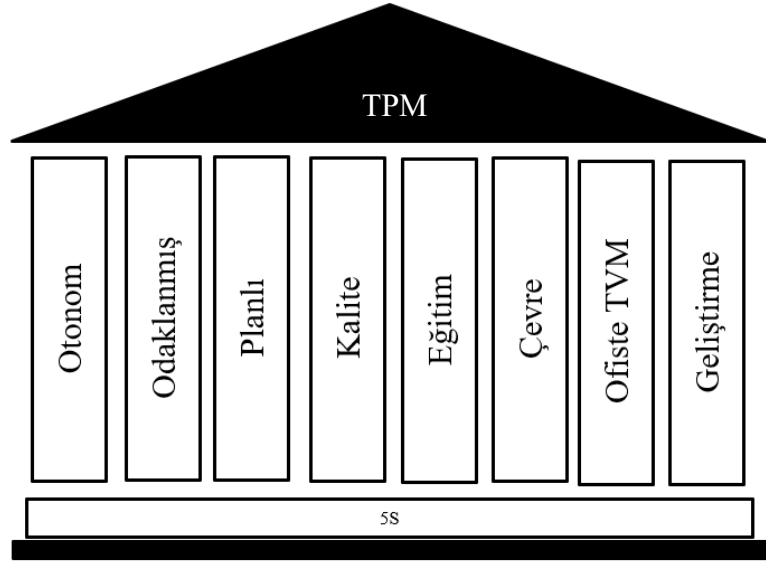
- Arızalardan oluşan kayıplar,
- Hazırlık ve ayarlardan oluşan kayıplar,
- Duruşlardan kaynaklanan kayıplar,
- Hız düşüşlerinden kaynaklanan kayıplar,
- Hatalardan ve yeniden işlemlerden kaynaklanan kayıplar,
- Başlangıç (devreye alma) kayıpları (stabil hıza ulaşıncaya kadar oluşan kayıp)

TPM tekniği, bu kayıplara odaklanarak ekipman verimliliğini değerlendirir ve artırır. TPM'nin sağladığı faydalar arasında depo stoğunun azaltılması, atıkların azaltılması, ekip çalışmasının teşvik edilmesi, iyileştirme kültürünün artırılması ve tersane verimliliğinin yükseltilmesi bulunur. Ayrıca, ürün kalitesinin artırılması, işgücü kayıplarının azaltılması ve onarım kalitesinin artırılması da TPM'nin getirdiği yararlardır (Görener ve Yenen,2007).

- Depo stoğunun azaltılması (Sıfır Stoğa Yakın),
- Atıkların azaltılması (Sıfır Kusurlu İmalat),
- Ekip çalışmasının teşvik edilmesi,
- İyileştirme kültürünün artırılması,
- Tersane verimliliğinin artırılması (Sıfır Bekleme Süresi, Sıfır Kusurlu İmalat, Sıfır Personel Kaybı),
- Ürün kalitesinin artırılması, atıkların azaltılması (Sıfır Kusurlu İmalat),
- İşgücü kayıplarının azaltılması (Sıfır Personel Kaybı),
- Onarım kalitesinin artırılması, arızaların azaltılması (Sıfır Personel Kaybı, Sıfır Bekleme Süresi),
- Geleneksel dönüşümün sağlanması,

- Teknik eğitimin genişletilmesi.

Şekil 2.6’de TPM'nin sekiz sütunu şunlardır: otonom bakım, odaklı bakım, planlı bakım, kaliteli bakım, eğitim ve öğretim, sağlık-güvenlik-çevre, ofiste TPM ve geliştirme yönetimi (Ahuja ve Khamba,2008).



Şekil 2.6. TPM – Sekiz Sütun Yöntemi

Kaynak: Ahuja ve Khamba,2008.

Çoğu işletme, iş stratejilerini geliştirmek için yalın üretim aracı olarak TPM tekniğini uygular. TPM'nin uygulanması aşamalı olarak ifade edilir (Görener ve Yenen,2007):

1. Planlama Aşaması

- TPM tekniğinin uygulanacağını duyurulması: Üst düzey yöneticiler, bu konudaki önemi vurgulayarak personeli genel olarak bilgilendirir ve teknikten elde edilecek faydaları açıklar.
- TPM'nin tanıtımı ve eğitim çalışmalarına başlanması: Personelin seviyesine uygun eğitimlerin verilmesi ve motivasyonlarının artırılması için çaba harcanır.
- Organizasyonel yapılanmanın oluşturulması: Yöntemin sürekliliğini sağlamak için organizasyon oluşturulur ve kurallar belirlenerek işlerlik sağlanır.

- TPM'ye ilişkin temel politika ve hedeflerin belirlenmesi: Mevcut koşulların incelenmesiyle birlikte politika ve hedeflerin belirlenmesi aşamasıdır.
- TPM yöntemine yönelik ana planın oluşturulması: Detaylı bir uygulama planı hazırlanır.

2. Uygulama Aşaması

- TPM yönteminin başlatılması için bildirimin yapılması: Planın hazırlık sürecinin tamamlanmasının ardından personelin katılımıyla gerçekleştirilen bir faaliyetle çalışmalar başlatılır.
- Donanım yönetim sisteminin oluşturulması: Eksiklikleri giderme odaklı çalışmalar yapılır ve sürekli iyileştirme ekiplerinin çabaları desteklenir.
- Otonom bakım yapısının oluşturulması: Meydana gelen arızalara karşı tedbirler alınır ve bakım ve onarımın bir kısmının yerinde gerçekleştirilmesi sağlanır.
- Planlı bakımın geliştirilmesi: Üretim araçlarının gruplandırılması, araçlara ait dosyaların oluşturulması, alt grupların belirlenmesi, yapılacak faaliyetlerin nitelendirilmesi ve uygulamanın izlenmesi ve denetlenmesi bu aşamada yer alır.
- Önleyici mühendislik işlemlerinin gerçekleştirilmesi: Elde edilen kazanımların yeni ekipmanlara aktarılması ve ömür döngüsü maliyet analizi yapılmasıdır.
- Operasyon ve bakım yeteneklerinin geliştirilmesi için eğitim: Tüm şirket personelinin sürekli eğitim alması ve yeteneklerinin artırılması sağlanır.

3. Süreklilik Aşaması

- TPM yönteminin sürdürülmesi ve yeni hedeflerin belirlenmesi: Gerçekleştirilen faaliyetlerin değerlendirilmesi ve hedeflerin güncellenmesi sürecini içerir.

Bu şekilde, TPM yöntemi, işletmelerdeki verimliliği artırarak, ekipmanların daha uzun süre ve daha verimli bir şekilde kullanılmasını sağlar.

2.6.5. Kaizen

Kaizen, Japonca kökenli bir kavram olup, sürekli iyileşmeyi ve değişimi amaçlar. Bu terim, minimum israfla değer yaratmak üzere bir sistemin sürekli olarak geliştirilmesini ifade eder. Toyota'da, "Asla memnun olma," "Her zaman daha iyi bir yol vardır," ve "İş iyi olduğunda bile onu geliştir" gibi prensipler, yalın üretimin temelini oluşturan sürekli iyileştirme düşüncesinin yansımasıdır (Osono vd.,2008).

Kaizen, işletmelerin mevcut sistemlerinin zayıf yönlerine odaklanarak, performanslarını sürekli olarak geliştirmeleri gerektiğini vurgular. Bu yöntem, işletmelerin yüksek potansiyele ulaşmasını sağlar (Imai,2003).

Kaizen metodunun temel özellikleri şunlardır (Brunet ve New,2003):

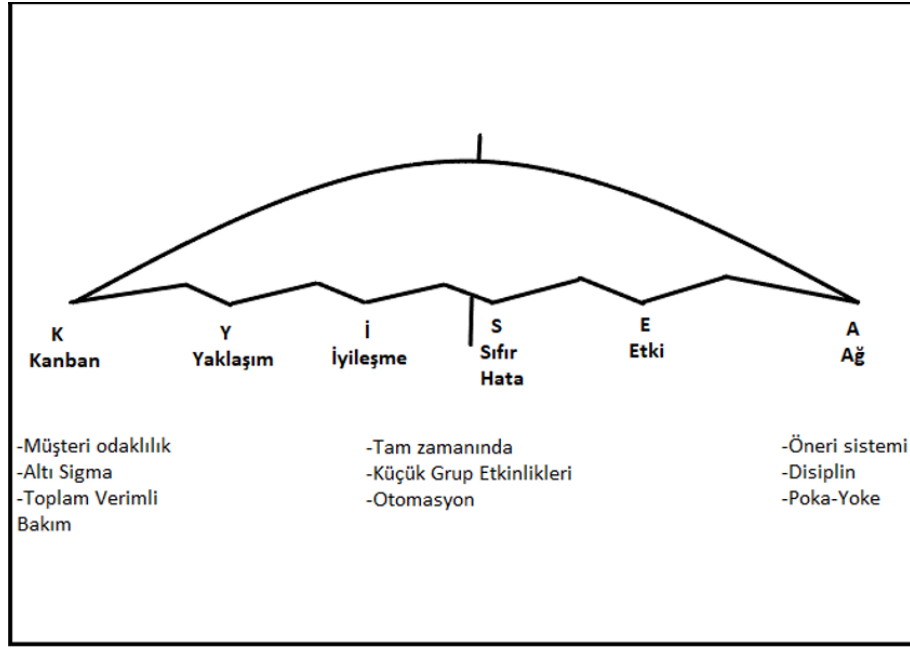
1. Sürekli İyileştirme: Kaizen, sürekli iyileştirme ilkesini içselleştirir. Bu, kalite ve verimlilik odaklı faaliyetlerin sınırları olmayan bir gelişim sürecini tanımladığı anlamına gelir.
2. Aşamalı Gelişme: Süreçlerde aşamalı olarak ilerleme kaydedilirken, işletme yöneticileri organizasyonel değişiklikler ve teknolojik yeniliklerle adım atarlar.
3. Katılımcı Yaklaşım: Kaizen, katılımcı bir yaklaşım benimser. Bu, tüm çalışanların süreç iyileştirmeye katkıda bulunmasını teşvik eder.

Kaizen'in uygulanması için izlenecek genel basamaklar ise şu şekildedir (Arslandere,2018:53-54):

1. Problemin Belirlenmesi: İlk adım olarak, iyileştirilmesi gereken problem tespit edilir.
2. Mevcut Durumun Gözlenmesi: Sorunun mevcut durumu detaylı bir şekilde analiz edilir.
3. Nedenlerin Araştırılması: Problemin kök nedenleri araştırılır.
4. Geliştirmenin Önerilmesi: Kök nedenleri ortadan kaldırmak için öneriler geliştirilir.
5. Geliştirmenin Uygulanması: Önerilen çözümler pratiğe dökülür.
6. Sonuçların Değerlendirilmesi: Uygulama sonrasında elde edilen sonuçlar değerlendirilir.

7. İş Prensiplerinin Düzenlenmesi: Uygulama sonuçlarına göre iş prensipleri yeniden düzenlenir.
8. Standardizasyon: Başarı sağlanan yöntemler standart hale getirilir ve tüm organizasyona yaygınlaştırılır.

Kaizen, işletmelerde sürekli iyileştirmeyi teşvik ederek, rekabet gücünü artırır ve iş süreçlerinin daha verimli hale gelmesini sağlar. Bu yaklaşım, sadece büyük ölçekli değişiklikler değil, küçük ama sürekli iyileştirmelerle de büyük farklar yaratmayı amaçlar.



Şekil 2.7. Kaizen Şemsiyesi

Kaynak: Singh ve Singh,2009.

Şekil 2.7’de JIT, kanban, altı sigma, TPM, otomasyon, öneri sistemi ve verimlilik artışı gibi teknikler Kaizen’in kapsamına girer (Singh ve Singh,2009). Kaizen şemsiyesinin uçlarında kanban, iyileştirme, sıfır hata, etki ve ağ gibi altı ana bölüm bulunmaktadır. Kaizen yaklaşımı, çalışan personeli üretim sürecinin kaynağı olarak kabul eder ve onların sürekli gelişimini teşvik eder. Bu yaklaşım, eğitim, düzenleme, iyileştirme ve ekip oluşturma konularına odaklanır. Çalışanların gelişimine katkıda bulunarak onların motivasyonunu artırır ve performanslarını ödüllendirir (Özdağoğlu ve Rebiş,2016).

Kaizen, iş süreçlerinin sürekli olarak iyileştirilmesini amaçlar ve bu süreçte herkesin katkıda bulunmasını teşvik eder. Bu sayede, küçük ama sürekli yapılan iyileştirmelerle büyük ve kalıcı değişiklikler elde edilir. Kaizen, üretim süreçlerinin yanı

sıra yönetim ve hizmet sektörlerinde de uygulanabilir, bu da onun esnekliğini ve geniş kapsamlı kullanım alanını gösterir (Acar,2003). Kaizen'in temel özellikleri arasında maliyetleri azaltmak, kaliteyi artırmak, israfı önlemek ve süreçleri daha verimli hale getirmek yer alır. Bu süreçler, işletme genelinde sürekli bir iyileştirme kültürünün yerleşmesine yardımcı olur. Kaizen uygulamaları, çalışanların katılımını teşvik eder ve onların görüş ve önerilerini değerlendirir, böylece daha demokratik ve katılımcı bir iş ortamı yaratır (Deming,1996).

Sonuç olarak, Kaizen, iş süreçlerinin sürekli iyileştirilmesi ve verimliliğin artırılması için etkili bir yaklaşımdır. Çalışanların katılımını teşvik eder, sürekli öğrenme ve gelişmeyi destekler ve işletmelerin rekabet gücünü artırır.

2.6.6. Poka - Yoke

Poka-Yoke yöntemi, hataların oluşmadan önce tedbir alarak hataları önlemeyi ve böylece hata yapma ihtimalini ortadan kaldırmayı hedefler. Bu yöntemde, insan veya makine kaynakları kullanılarak oluşabilecek kusurlar önlenir veya hata anında uyarı verilmesi sağlanır. Poka-Yoke, girişim olmadan veya operatörün yeteneklerine güvenmeden hataların önlenmesini sağlayan otomatik sistemler ve kontrol mekanizmalarını içerir. Bu sistemler, süreçlerdeki belirli parametreleri izler ve belirli sınırların dışına çıktığında uyarı verir veya düzeltici eylemler başlatır. Böylece, insan hatasından kaynaklanabilecek olası hataların önüne geçilir ve süreçlerin daha güvenilir ve etkin bir şekilde işlemesi sağlanır (Womack vd.,1998). Poka-Yoke'nin en önemli avantajlarından biri, operatörün gereksiz yere hataları önlemeye çalışmak yerine işine odaklanmasını sağlamasıdır (Bay ve Çiçek,2007:54).

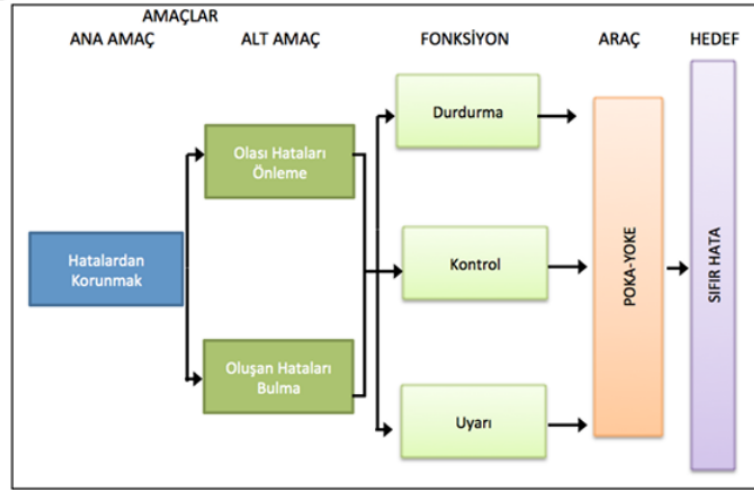
Zafiyet, belirlenmiş bir üretim sürecinden sapma olarak tanımlanır ve bu sapmalar hatalara neden olabilir. Poka-Yoke, hataların önlenmesini sağlarken, aynı zamanda bu hataların oluşmasına sebep olabilecek unsurları da ortadan kaldırır (Dudek-Burlikowska ve Szewieczek,2009:97). Poka-Yoke tekniğinin temel amacı, hataların hızlı bir şekilde tespit edilmesini sağlamaktır. Poka-Yoke uygulamasında belirli ilkeler bulunmaktadır ve bu ilkeler hataların etkili bir şekilde önlenmesine yardımcı olur (Bozdemir ve Orhan,2011:470). Bu yöntemin uygulanmasında önemli ilkeler şunlardır:

1. Hataların Önlenmesi: Hataların oluşmasını engelleyen mekanizmaların kurulması.

2. Erken Uyarı Sistemleri: Hata oluştuğu anda hızlı bir şekilde tespit edilmesi ve gerekli önlemlerin alınması.
3. Operatör Eğitimleri: Operatörlerin doğru ve etkili bir şekilde eğitilmesi, sistemlerin nasıl çalıştığı konusunda bilgi sahibi olmalarının sağlanması.
4. Standartlaştırma: İyileştirmelerin kalıcı hale getirilmesi ve tüm süreçlerde standart olarak uygulanması.

Poka-Yoke, üretim süreçlerinde hataların en aza indirilmesini sağlar ve böylece ürün kalitesini artırır. Bu teknik, işletmelerin daha güvenilir ve verimli çalışmasına katkıda bulunur. Ayrıca, çalışanların işlerini daha güvenli ve hatasız bir şekilde yapmalarını destekler. Bu yöntem hem ürün kalitesini hem de iş verimliliğini artırmak için etkili bir yaklaşımdır (Arslandere ve Tekin,2017).

Poka-Yoke, hataların önlenmesini sağlarken onların oluşmasına sebep olabilecek unsurları da ortadan kaldırır. Bu yöntemin temel amacı hataların hızlı bir şekilde tespit edilmesidir. Poka-Yoke tekniğinin uygulanmasında belirli ilkeler bulunmaktadır (Dudek-Burlikowska ve Szewieczek,2009). Bu önemli ilkeler Şekil 2.8’de gösterilmiştir (Kumar vd.,2016).



Şekil 2.8. Poka- Yoke Tekniği İlkeri

Kaynak: Kumar vd.,2016.

2.6.7. Kanban

Kanban, Taiichi Ohno'nun ABD'deki süpermarket sisteminden ilham alarak üretim sistemine uyarlamasıyla başlamıştır. Ohno, montaj hattındaki parçaların yerine

yenilerinin talep edilmesi fikrinden yola çıkarak bu sistemi geliştirmiştir. Üretim sahasında kullanılan kanban kartı, parça numarası, miktar, kaynak ve teslimat yeri gibi bilgileri içeren bir iletişim aracıdır (Suzaki,2005:165-166).

Kanban, üretim süreçlerini dengeli ve akışkan hale getirerek JIT hedefine ulaşmayı amaçlayan bir iletişim aracıdır. Farklı mesafelerdeki süreçler veya kaynak yoğun işlemler için süreçleri birbirine bağlamanın yolu kanban uygulamasıdır. Bu sistem, her üretim departmanında belirlenen sürede ve miktarlarda üretim yapabilecek yeterli emek ve donanımına sahip olunmasını gerektirir. Yalın üretimde, üretim ve nihai süreçlerdeki sipariş dalgalanmaları diğer tüm süreçleri olumsuz etkileyebilir. Üretim düzgünleştirilmemiş ve kesintilere uğruyorsa, kanban sistemi kargaşaya yol açabilir. Ancak, kanban sistemi yalın üretim teknikleriyle birlikte kullanıldığında daha etkili hale gelir (Aslantaş,2014:85).

Kanban, Japonca 'da "sinyal kartı" anlamına gelen ve çekme sistemine dayanan bir terimdir. Sözlü talimat, bayrak, ışık veya el işareti gibi farklı şekillerde kullanılabilir. Yalın üretimde önemli bir teknik olan kanban, üretim sektörü ve sağlık hizmetleri gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Kanban sistemi, maliyeti ve stok seviyesini minimize etmeyi amaçlayan yalın felsefenin bir parçasıdır. Bu sistem, uygun parçaların belirlenmiş boyutlarda, doğru proste ve doğru zamanda temin edilmesini sağlar. Ayrıca, üretim sürecinde ekipman akışını kontrol eden ve izleyen bir mekanizma olarak da işlev görür. (Aguilar-Escobar vd.,2015; Rahman ve Esa,2013; Naufal vd.,2012).

Kanban, üretim süreçlerinde verimliliği artırırken, stok seviyelerini düşük tutmayı hedefler. Bu sayede hem maliyetler düşer hem de üretim akışı daha düzenli ve etkili hale gelir. Kanban uygulamaları, sürekli iyileştirme prensipleriyle desteklenerek, işletmelerin üretim süreçlerini optimize etmelerine yardımcı olur. Kanban yöntemi, üretim ve ekipman akışını kontrol etmek için kullanılan bir yalın üretim tekniğidir. Bu yöntem, özellikle imalat sektöründe verimliliği artırmak, israfı azaltmak ve üretim süreçlerini daha düzenli hale getirmek için kullanılır. İmalat sektörüne sağladığı faydalar şunlardır (Aguilar-Escobar vd.,2015):

- Sürekli işleyen faaliyetlerin sınırlanması,
- Üretim sürecinin kontrol ve izlenmesi,
- Görsel zamanlama,
- Akışın iyileştirilmesi,

- Farklı taleplere yanıt verilmesi,
- Yüksek seviyede üretimin kolaylaştırılması,
- Fazla üretimin engellenmesi,
- Kapasite kullanımının iyileştirilmesi,
- Üretim sürecine bağlı olan zamanın azaltılması.

Üretim sipariş kanbanı olarak itme ve çekme kanbanları, aktif olarak kullanılan kanban türleri arasında en yaygın olanlardır (Okur,1997). Hiranabe, (2008) makalesinde, itme ve çekme kanbanlarını şu şekilde tanımlamıştır:

İtme (Üretim) Kanbanı: Bu tür kanban, ait olduğu üretim hattında veya atölyede üretilmesi gereken çıktının türünü ve miktarını belirler. Üretim sürecine geçiş sinyali vererek kullanılır ve sürekli olarak bir sonraki adımın ihtiyacını karşılamak için üretim yapılmasını sağlar. İmalat süreci boyunca üretilmesi gereken çıktı miktarını belirten bir karttır. İtme kanbanları, üretim hattında sürekli bir akış sağlamak ve stok seviyelerini dengede tutmak amacıyla kullanılır. Bu sistemde, her üretim aşaması bir sonraki aşama için gerekli olan ürün miktarını belirler ve bu doğrultuda üretim yapılır. Bu, üretim sürecinin aksamasını önler ve sürekli bir akış sağlar.

Çekme Kanbanı: Bu kanban türü, sonraki üretim aşamasında, önceki üretim adımlarından çekilmesi gereken ürün miktarını gösteren karttır. Çekme kanbanının ilk kuralı, sonraki aşamanın ihtiyaç duyduğu ürünleri istemek için bir önceki aşamaya müracaat etmektir. Bu adım, ihtiyaçlardan doğan ve alışılmış bakış açısından farklı bir görüş sonucu ortaya çıkar. Çekme kanbanları, müşteri talebine dayalı üretimi teşvik eder ve fazla üretimin önüne geçer. Her üretim aşaması, sadece ihtiyaç duyulan miktarda ürün çekerek stok fazlası oluşmasını engeller. Bu yöntem, israfı azaltır ve üretim süreçlerinin daha verimli hale gelmesini sağlar.

İtme ve çekme kanbanları, yalın üretim sistemlerinin vazgeçilmez araçlarıdır. İtme kanbanı, üretim sürecini planlar ve üretim hattındaki işlemleri düzenlerken, çekme kanbanı, müşteri taleplerine göre üretimi yönlendirir ve israfı önler. Her iki kanban türü de üretim süreçlerinin daha esnek, hızlı ve verimli olmasını sağlamak için kullanılır. Ayrıca, bu kanban türleri, iş süreçlerinde şeffaflığı artırır ve işçilerin sorumluluklarını daha iyi anlamalarına yardımcı olur. Üretim sürecindeki bu şeffaflık, hataların erken tespit edilmesine ve hızlıca düzeltilmesine olanak tanır.

Sonuç olarak, itme ve çekme kanbanları, yalın üretim felsefesinin temel taşlarını

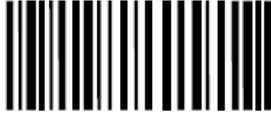
oluşturur ve işletmelerin rekabet gücünü artırmak için önemli araçlar sunar. İmalat sürecinin her aşamasında bu kanbanların etkin kullanımı, müşteri memnuniyetini artırır ve işletmenin genel performansını iyileştirir.

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

Şekil 2.9. Çekme Kanbanı

Kaynak: Yasuhiro,1983.

Üretim sürecindeki çalışanlar, Şekil 2.9 ve Şekil 2.10'daki kanban kartındaki bilgiye göre parçaları üretmelidir. Eğer bir kanban kartı bulunmuyorsa, üretim yapmak için kanban kartının gelmesi beklenecektir. Üretim sürecinde işlenecek parçaları hem nitelikleri açısından hem de kullanılacak parçaların varlığı açısından kontrol edilmelidir. Bu, üretim sürecinin düzgün ve kesintisiz bir şekilde ilerlemesi için önemlidir. Kanban kartları, hangi parçaların üretilmesi gerektiğini ve bu parçaların hangi niteliklere sahip olması gerektiğini belirtir. Böylece, her üretim aşaması doğru parçaların doğru zamanda üretildiğinden emin olabilir ve bu da genel üretim verimliliğini artırır (Suzaki,2005:174).

130	RR	SOL (40)	
<u>RENK</u> Siyah	<u>KUMAŞ</u> Atom	<u>ARMREST</u> YOK	### ##
Telemail No 551	Tarih Seat Rear Position 2	04.09.2008 D41 083	

Şekil 2.10. Üretim Kanbanı

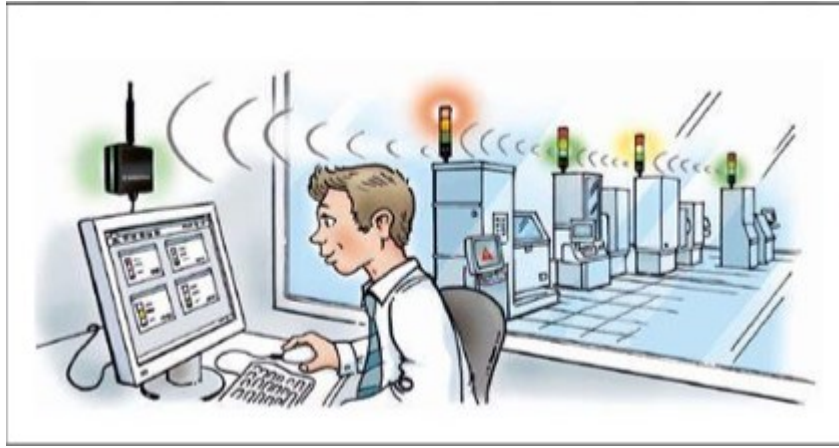
Kaynak: Toyota Boshoku Fabrika Uygulaması.

2.6.8. Andon Sistemi

Andon sistemi, işlemlerin durumunu ve sorunları anında görsel ve sesli sinyallerle bildiren bir yönetim aracıdır. Bu sistem, uygulama ekibine ve imalat yöneticilerine sorunları hızla fark etme ve çözme fırsatı sunar (Kemmer vd.,2006). Andon sistemi, üretim süreçlerinde meydana gelen aksaklıkları ve problemleri anında tespit ederek,

müdahale edilmesi gereken durumları belirler. Bu, üretim sürecinin kesintisiz ve verimli bir şekilde devam etmesini sağlar. Andon sisteminin sağladığı görsel ve sesli uyarılar, işçilerin ve yöneticilerin dikkatini hızla çeker ve gerekli önlemlerin alınmasını kolaylaştırır (Kemmer vd.,2006).

Andon sistemi, sadece sorunları tespit etmekle kalmaz, aynı zamanda ekiplerin bu sorunlardan öğrenme ve süreçlerini iyileştirme fırsatı bulmalarını da sağlar. Bu sistem, yalın üretim felsefesinin önemli bir parçasıdır ve sürekli iyileştirme prensibini destekler. İşlem sırasında ortaya çıkan sorunlar, anında görülebilir ve derhal müdahale edilerek çözülebilir. Bu sayede, üretim hattındaki duruş süreleri minimize edilir ve genel üretim verimliliği artırılır.



Şekil 2.11. Andon Uyarı Sistemi

Kanyak: Werma,2022.

Andon uyarı sistemi, Japonya'da Toyota üretim hattında kullanılmış ve verimliliği sayesinde dünya genelinde yaygınlaşmıştır (Andon,2003). Üretim hattında bir hata ortaya çıktığında veya hata çıkmaması için öncesinde bir uyarı vermek gerektiğinde, bir teknisyen kabloyu çekerek ekranı aydınlatır ve üretim merkezine özel bir sinyal göndererek üretim yöneticisine bilgi verir. Üretim yöneticisi, sorunu hızlı bir şekilde çözer ve hattın tekrar çalışmasını sağlar. Bu sayede, sorunlar çözülmeden bir sonraki aşamaya geçilmez ve kaliteli ürünlerin üretimi için hatalı ürünlerin üretilmesine izin verilmez (Liker,2004).

Andon uyarı sisteminin işletme açısından faydaları sıralanmıştır (Andon Industrial Production Line Monitoring System,2022):

- İmalatın kontrolünün sağlanması,

- Oluşan arızaların raporlanabilmesi,
- Sorunların hızla tanımlanıp çözülmesi,
- Bir sorun meydana geldiğinde sesli veya görsel çalışmanı uyararak hızlıca müdahale etmesini sağlaması ve zaman kaybını önlemesi,
- Daha dinamik ekipman ve çalışan izlenmesine olanak sağlaması olarak ifade edilebilir.

Andon sistemi, üretim süreçlerinin daha şeffaf ve kontrol edilebilir olmasını sağlar. Görsel ve sesli uyarılar sayesinde, çalışanlar ve yöneticiler sorunlara hızlıca müdahale edebilir ve süreçlerin sürekli olarak iyileştirilmesine katkıda bulunur. Bu da işletmenin genel performansını artırır ve müşteri memnuniyetini sağlar.

2.6.9. Jidoka

Jidoka kelimesi, otonomi kavramının Japoncadaki ifadesidir. Jidoka kavramı, Sakichi Toyoda'nın otomatik olarak duran dokuma tezgâhı icadıyla ortaya çıkmıştır. Önceden, bir iplik koptuğunda, tezgâh kusurlu kumaş yığınlarını üretebilirdi ve bu nedenle her makinenin bir operatör tarafından sürekli olarak izlenmesi gerekiyordu. Toyoda'nın yeniliği, bir operatörün birden fazla makineyi kontrol edebilmesini sağlamıştır. Bu yenilik, üretim sürecinde önemli bir ilerleme kaydedilmesine yardımcı olmuştur (Marchwinski ve Shook,2007:44).

Jidoka, makinelerin verimli kullanımı ve personel-makine etkileşiminin maksimum seviyede sağlanması anlamına gelir (Ohno,2015). İsrafın ortadan kaldırılmasına dayanan yalın üretim felsefesinin temel taşlarından biri olan Jidoka, üretimin daha verimli ve etkili olmasını sağlar (Sivaslı,2006). Bu yöntem, makinelerin ve işçilerin optimal şekilde kullanılmasını sağlayarak üretim sürecinde yüksek verimlilik elde edilmesine yardımcı olur.

Jidoka yöntemi, üretim aşamalarında bir hata oluştuğunda, hatayı durdurmayı ve ortadan kaldırmayı hedefler. Diğer birçok yöntemde kabul edilebilir hata oranları genellikle %1-3 düzeyindedir, ancak Jidoka tekniği hata oranını sıfıra indirmeyi amaçlar (Kılıç,2014). Bu yaklaşım, hataların kökten çözülmesini ve aynı hataların tekrar ortaya çıkmasının önlenmesini sağlar.

Jidoka uygulamaları üretim sürecine çeşitli faydalar sağlamıştır. Bu faydalar şunlardır (Kılıç,2014; Yazgan vd.,1998; Arslandere,2017):

- Çalışanların makine durumlarını sürekli kontrol etmesini ortadan kaldırması (süreç kaybı, zaman kaybı),
- Çalışanların birden fazla makinede üretimi devam ettirebilmesi,
- Hatalı üretimin önüne geçmesi ve hata olduğunda üretimi durdurabilmesi,
- Aynı sorunlarla tekrar karşılaşılmasını için önlemler alınması,
- Hatalara anında müdahale edilebilmesi,
- Hataların engellenmesiyle iş gücü kaybının azalması ve maliyetlerin minimum seviyede tutulması (sıfır iş gücü kaybı),
- Müşteri isteklerine karşılık verme konusunda verimliliğin artması, üretim hattında hatasız parçalar üretilmesi ve aşırı stokların oluşumunun engellenmesi (sıfır stok),
- JIT ve talep dalgalanmalarına hızlı yanıt verilmesi (sıfır zaman kaybı),
- Hurda ve geri iade oranının düşmesi (sıfır hatalı üretim).

Jidoka yöntemi, üretim sürecinde hataların minimuma indirilmesi ve verimliliğin artırılması amacıyla kullanılan etkili bir araçtır. Bu yöntem hem makine hem de iş gücü verimliliğini artırarak işletmelerin rekabet gücünü artırmasına yardımcı olur.

2.6.10. Heijunka

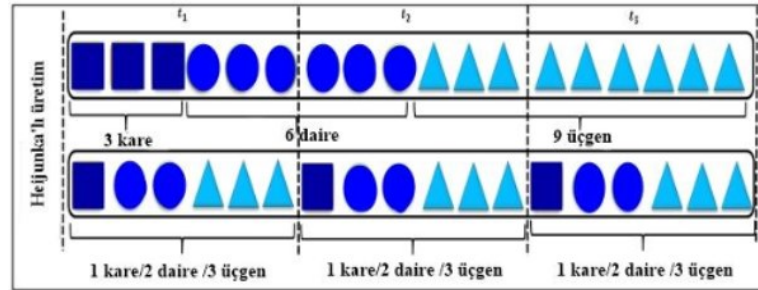
Toyota'nın üretim stratejisinde önemli bir yere sahip olan Heijunka yöntemi, yüksek kalite, düşük maliyet ve hızlı teslimat sağlayarak öne çıkar (Hakansson vd.,2008). Teece vd., (1997) Heijunka'yı rekabet gücünü artıran etkili bir üretim becerisi veya rutini olarak tanımlamıştır. Heijunka, işletmelerin işlem sırasına göre üretim yapmasını sağlayan bir yalın üretim tekniğidir. Bu yöntem, ürünleri talep edilen ve daha az talep edilen olarak sınıflandırma ve belirli bir sıraya koyarak üretimi gerçekleştirme sürecini içerir (Hüttmeir vd.,2009). Heijunka, işletmenin üretim hattında çıktıların türüne ve miktarına göre düzenli bir şekilde üretilmesini ifade eder. Bu yöntem, üretimi dengeleyerek talep dalgalanmalarını azaltır ve böylece verimliliği artırır, müşteri memnuniyetini sağlar (Yılmaz,2010).

Heijunka, yalın üretim sürecinin temel unsurlarından biridir ve üretim süreçlerinin daha dengeli ve tutarlı bir şekilde yönetilmesini sağlar. Heijunka yöntemi, işletmelerin talepleri daha etkin bir şekilde karşılamasına yardımcı olarak, üretim hattındaki

darboğazları ve aksamaları azaltır. Bu yöntem, üretimde esnekliği ve uyum yeteneğini artırarak, işletmelerin hızla değişen pazar koşullarına adapte olmasına olanak tanır. (Gerger,2019:8) Üretim seviyelendirilmenin hedefleri şu şekildedir:

- Tedarik zinciri boyunca sürekli akışı sağlamak,
- Üretimdeki dalgalanmaları ortadan kaldırmak,
- Stok miktarını azaltmak,
- Aşırı iş yükünden kaçınmak,
- Üretim kapasitesini artırmak,
- Verimliliği maksimize etmek,
- Rekabet gücünü artırmak.

Şekil 2.12’de Heijunka’nın (dengeli) üretim yönteminde, üretim planlaması küçük partiler halinde ve eşit miktarda yapılır. Bu yöntem hem üretim sürecinde hem de tedarik zincirinde dalgalanmaları minimize ederek, işletmelerin daha verimli ve etkili bir şekilde çalışmasına yardımcı olur.



Şekil 2.12. Heijunka'lı Üretim Sistemi Şematik Gösterimi

Kaynak: Akarsu,2019.

Heijunka yöntemi, yalın üretim teknikleri arasında önemli bir yere sahiptir ve işletmelerin üretim süreçlerini optimize etmelerine, maliyetleri düşürmelerine ve müşteri memnuniyetini artırmalarına yardımcı olur. Bu yöntem, üretim sürecinin her aşamasında daha dengeli ve planlı bir yaklaşım sunarak, işletmelerin rekabet avantajını korumasına katkıda bulunur.

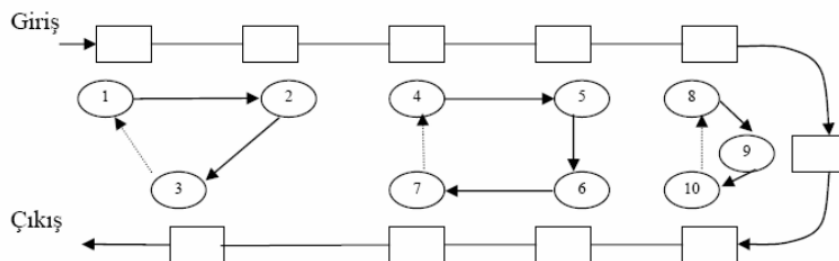
2.6.11. Shojinka

U tipi üretim hatları, işlemlerin gerçekleştirilmesi için makinelerin U şeklinde düzenlendiği ve çalışan personelin bu düzene entegre olduğu yalın üretim tekniklerinden biridir. Üretim hatları basit veya birleşik düzenlerde olabilir ve üretim sürecindeki ihtiyaçlara göre periyodik dengeleme faaliyetleri gerekebilir. U şeklindeki imalat hatlarında, bir ürün tamamlandıktan sonra ancak başka bir ekipmanın hatta girişi mümkündür. Bu nedenle, makineler arasında sadece işlem için stok bulunur, bu da hattın hızlıca durdurulabileceği anlamına gelir (Miltenburg,2001).

U şekilli üretim hatlarına sahip işletmelerde, müşteri taleplerine hızla uyum sağlamak ve esneklik kazandırmak amacıyla çalışan personel düzenlemesi yapılmasına 'Shojinka' adı verilir (Ayçin,2016). Shojinka, aynı zamanda U şeklindeki makine düzenlemesinin kullanılmasıyla gereksiz iş gücü eylemlerinin azaltılması olarak tanımlanır. Shojinka yaklaşımı, üretim hattındaki makinelerin malzeme yükleme ve boşaltma işlemlerini otomatikleştirerek çalışanların birden fazla makineyi kullanabilmesine olanak sağlar (Bulut,2012).

Shojinka uygulaması, çalışanların iş yükünü dengeler ve verimliliği artırır. Bu uygulama, iş gücü maliyetlerini azaltırken, üretim hattının durma sürelerini en aza indirir. Otomatikleştirilmiş malzeme yükleme ve boşaltma işlemleri, çalışanların daha verimli çalışmasını ve üretim hattının kesintisiz bir şekilde devam etmesini sağlar. Bu da işletmelerin üretim süreçlerini optimize etmelerine ve rekabet avantajı elde etmelerine yardımcı olur.

Şekil 2.13'de U tipi üretim hattı örneği gösterilmiştir. Bu şekil, U tipi üretim hattının nasıl organize edildiğini ve çalışanların bu düzene nasıl entegre olduğunu göstermektedir.



Şekil 2.13. U Tipi Üretim Hattı

Kaynak: Monden,2011.

2.6.12 Balık Kılçığı Diyagramı

Balık kılçığı diyagramı, diğer adıyla sebep-sonuç diyagramı, Kaoru Ishikawa tarafından 1943 yılında geliştirilmiştir. Bu yöntem, yedi kalite aracından biridir ve hataların kökenlerini tespit etmek için kullanılır. Ana kategorilere ayrılarak oluşturulan bu diyagram, ürün tasarımı ve kalite hatalarının azaltılmasına yönelik çözümler sunar. Balık kılçığı diyagramı oluşturulurken alt başlıkların neden olduğu kısıtlamalar göz önünde bulundurulur (Bilici,2019):

- Metot
- İnsan
- Makine
- Ölçüm
- Çevre

Uygulama ve faydaları

Verilen kategoriler dikkate alınarak, sorunların ana nedenleri hakkında ekip üyeleriyle beyin fırtınası yapılır. Balık kılçığı diyagramı, problemlerin olası tüm nedenlerini ve bunlar arasındaki ilişkileri bu şekilde incelemeyi sağlar. Bu yaklaşımın bazı önemli faydaları şunlardır (Bilici,2019):

- Sorunun nedenlerini daha net bir şekilde görmeyi sağlar: Balık kılçığı diyagramı, sorunların temel nedenlerini belirlemeye yardımcı olur ve bunların görsel olarak organize edilmesini sağlar. Bu, sorunun kaynağını daha kolay anlamayı ve analiz etmeyi sağlar.
- Açık tartışma ortamı yaratır: Diyagram oluşturma süreci, ekip üyeleri arasında açık ve yapıcı bir tartışma ortamı yaratır. Farklı perspektifler ve fikirler ortaya konarak sorunların kökenine inmek daha mümkün hale gelir.
- Takım içi iletişimi geliştirir: Balık kılçığı diyagramı, ekip üyeleri arasında iş birliğini ve iletişimi artırır. Herkesin katkıda bulunabileceği bir platform sağlar ve ortak bir hedef doğrultusunda çalışma kültürünü teşvik eder.

Uygulama adımları

1. Sorunun Tanımlanması: Öncelikle, üzerinde çalışılacak olan spesifik sorun belirlenir ve diyagramın "kafa" kısmına yazılır.
2. Ana Kategorilerin Belirlenmesi: Yukarıda belirtilen kategoriler (metot, insan, makine, ölçüm, çevre) diyagramın ana kılçıkları olarak belirlenir.
3. Beyin Fırtınası: Ekip üyeleri, her bir ana kategori altında sorunla ilgili potansiyel nedenleri sıralar.
4. Alt Nedenlerin Eklenmesi: Beyin fırtınası sonucu ortaya çıkan nedenler, ilgili ana kılçıkların altına eklenir ve gerekirse daha fazla alt kategoriye ayrılır.
5. Analiz ve Değerlendirme: Diyagram tamamlandıktan sonra, en olası kök nedenler üzerinde durularak bunların doğrulanması ve çözümler üretilmesi için analiz yapılır.

Bu adımlar takip edilerek oluşturulan balık kılçığı diyagramı, sorunların kök nedenlerine inme ve etkili çözümler geliştirme sürecinde önemli bir araç olarak işlev görür.

2.6.13. Kök Neden Analizi Tanımı ve Önemi

Kök Neden Analizi (KNA), sorunların ya da temel nedenlerin keşfedilmesine yönelik adım adım ilerleyen bir yöntemdir. Bu analiz, sorunun temelinde yatan gerçek nedenleri belirler ve bu nedenler ortadan kaldırıldığında benzer olayların tekrarlanmasını önler (Turhan ve Unalan,2022). Türk Tabipler Birliği'nin 2010 yılı raporunda belirtildiği üzere, KNA, oluşan hataların arkasındaki temel nedenleri tespit etmeye, hatanın tekrarlanmasını önlemek için alınacak tedbirleri ve yapılacak değişiklikleri içeren çalışmaları kapsar (Sayek,2010).

Kök neden analizini analitik bir yöntem olarak tanımlayan Türk Tabipler Birliği, bu yöntemin kritik olayların kapsamlı ve sistem tabanlı bir incelemesini gerçekleştirmek için kullanılabileceğini belirtir. Bir kök neden, istenmeyen bir durumun en temel nedenidir ve belirlenmediği takdirde, sorun devam eder. Kök neden analizi süreci, tasarlanmış tekniklerle yapılandırılmış bir yaklaşım kullanarak nedensel faktörleri belirlemeyi, problemlerin tanımlanması ve çözümü için bir odak sağlar (Sayek,2010).

Kök neden analizinin yapılmasının başlıca nedenleri şunlardır Türk Tabipler

Birliği 2010 yılı raporunda (Sayek,2010):

- Problemlerin gerçek çözümlerine ulaşmak ve problemin varoluş nedenlerini öğrenmek.
- Sorunun nedenlerini analiz etmeden iyileştirmeler planlamak ve uygulamak, kaynakların ve zamanın yanlış ve etkisiz kullanımına neden olabilir.
- Kurum içindeki sorunların doğru bir şekilde anlaşılmasına katkıda bulunarak çalışanların daha fazla sahiplenme duygusu geliştirmesine yardımcı olur.
- Bilgi seviyemizi, farkındalıklarımızı ve davranış biçimlerimizi değiştirerek hedeflerimizin olumlu yönde gelişmesini sağlar.

Kök neden analizi, işlerin daha verimli hale getirilmesi ve sorunların çözümü konusunda suçlama yerine iş birliğine dayalı bir eylem planı geliştirilmesini sağlar. Bu, şu anda ve gelecekte en st düzeyde bakım hizmeti sunmamıza yardımcı olur. Analiz sonuçları, tekrar oluşumu ve hataları önlemek için kurum içinde paylaşılabilir ve değerlendirilebilir. Ayrıca, gelecekte tekrarlanabilecek hatalı sistemleri yeniden tasarlamayı içerir.

Her kök nedenin dikkate alınan tavsiyeleri, dört farklı seviyede değerlendirilir ve uygulanır (Sayek,2010):

1. Sorunun gerçek nedenini belirleyin.
2. Belirli sorunu tespit edin.
3. Benzer sorunların çözümünü uygulayın.
4. Bu sorunları meydana getiren süreçleri düzeltin.

Mahto ve Kumar, (2008) alışmalarında nedensel etmenleri şu şekilde sıralamışlardır:

- Ekipman/Malzeme Sorunu
- Prosedür Problemi
- Personel Hatası
- Tasarım Problemi
- Eğitim Eksikliği

- Yönetim Sorunu
- Dış Olay

Kalite Yönetim Sistemi standartlarında, düzeltici ve önleyici faaliyetlerin kapsamı ve derinliği ile ilgili yaklaşımlarda kök neden analizi önemli bir gerekliliktir (Kurutkan,2009). Bu analiz, sorunların gerçek nedenlerini tespit etmemizi sağlar ve kalıcı çözümler üreterek tekrarlanmasını engeller. Standartlar, kalite süreçlerinin etkin bir şekilde yönetilmesini ve sürekli iyileştirme kültürünün yaygınlaştırılmasını destekler. Bu nedenle, kök neden analizi, herhangi bir kalite yönetim sistemi uygulamasında vazgeçilmez bir unsurdur.

Kök neden analizinin temel amacı iki yönlüdür. İlk olarak, meydana gelen olayın gerçek nedenlerini tespit etmek için süreci ve sistemi analiz eder. Bu analiz, olayın ardındaki gizli tehlikeleri ve nedensel faktörleri belirlemeye odaklanır. İkinci olarak, kök neden analizi, elde edilen bulgulara dayanarak gelecekte benzer olayların olasılığını azaltacak çözümler ve önerilen değişiklikler geliştirir (Kollogg vd.,2017; Eraydın,2019). Bu şekilde, tehlikenin ortadan kaldırılması veya azaltılması için pratik adımlar atılır ve benzer olayların tekrarlanmasının önüne geçilir (Shaqdan,2014:572-579).

Kök neden analizi, organizasyonlara sürekli iyileştirme fırsatları sunar ve gelecekteki hataları veya sorunları önceden tespit ederek daha güvenli ve verimli bir çalışma ortamı sağlar. Retrospektif bir yaklaşım olan kök neden analizi ile problemin temel nedeni tespit edilip çözüldüğünde problemin tekrarlanması önlenir. Bu süreç, sağlık hizmetlerinden üretim sektörüne kadar geniş bir yelpazede uygulanabilir ve her alanda kaliteyi ve verimliliği artırmak için kullanılabilir (Brook,2015).

BÖLÜM III

DEĞER AKIŞ HARİTALAMA

3.1. Değer Akışı Haritalama: İyileştirme ve Verimlilik Artırma Yöntemi

Değer akış tekniği, mevcut ürünün değer akışını belirleyerek bu aşamalardaki israfa neden olan kaynakları tespit etmeyi ve ürün akışı için gerekli iyileştirmeleri anlamayı sağlar. Bu tez kapsamında, işletmenin üretim süreçlerindeki boşa harcamalarının belirlenerek süreçlerin etkinleştirilmesi, hammadde kayıplarının azaltılması, üretim hatalarının minimize edilmesi, üretim akışını olumsuz etkileyen unsurların giderilmesi ve kalitenin artırılması için geliştirme çalışmaları planlanmaktadır. Bu geliştirme faaliyetleri sayesinde, üretim sürecinde maliyetlerin düşürülmesi, proses ve işlem sürelerinin azaltılması, gecikmekte olan teslimatların önüne geçilmesi, stokların azaltılması ve hatalı üretimin düzeltilmesi hedeflenmektedir. Tez çalışmasında değer akışı haritalama yöntemi sonucu ortaya çıkan israflara yönelik olarak belirtilen yöntemlerle iyileştirme çalışmaları gerçekleştirilerek verimlilik artırılması amaçlanmaktadır.

VSM, tedarikçilerden başlayarak imalat sürecini kapsayıp alıcıya sevkiyatı içeren bir değer akışında, ürün malzemeleri ve yarı mamuller için materyal ve değer akışlarının haritalandırılmasını ifade eder. Bu yöntem, ürünün sipariştten teslimata kadar tamamlanması için gereken materyal ve bilgi akışındaki her adımı basit bir diyagramla gösterir. Değer akışı haritalama, mevcut bilgi ve materyal sürecini izleyerek, bunları özetleyerek ve yüksek seviyede hedeflere ulaşmayı amaçlayan gelecek durum oluşturma sürecini içerir (Rother ve Shook,1999).

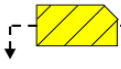
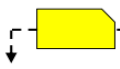
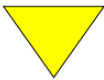
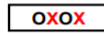
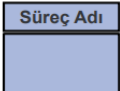
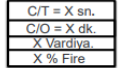
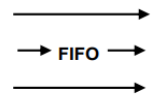
VSM, yalın üretim anlayışını ve tekniklerini birbirine bağlayan bir araçtır. Bu yöntem, sadece israfları görünür hale getirmekle kalmaz, mevcut kaynakları da gösterir ve üretim süreçlerine ilişkin genel bir dil oluşturur. Süreçlerin tüm yönlerini analiz etmeyi sağlar ve kaynak, montaj, boya gibi üretim süreçleriyle birlikte daha fazlasını görmeyi amaçlar. Bilgi ve malzeme akışları arasındaki ilişkiyi gösterir ve üretimin nasıl çalıştırılması gerektiği konusunda detaylı bir tanım sunar. Ayrıca süreçlerin yanı sıra ortaya çıkabilecek problemlerin kaynağını yerinde inceleyerek çözüm bulmaya olanak sağlar (Liker ve Meier,2006).

Ürün veya hizmetin girdileri (hammadde, enerji, iş gücü) ile çıktıları (ürün) arasında gerçekleşen süreçlerde birden fazla faaliyet bulunmaktadır. Bu faaliyetler

arasında nihai ürüne değer katan adımlar olduğu gibi, değer katmayan ve israf yaratan adımlar da mevcuttur (Mondroe,2006). Yalın üretim metotlarından olan "değer akışı haritalama" tekniği sistem genelinde iyileştirmeyi hedefler ve nihai ürüne değer katmayan aşamaları belirlemeyi amaçlar. Bu yöntemle gereksiz israfların ortadan kaldırılması, kaynakların en etkin biçimde kullanılması, hammaddeyi zamanında ürüne dönüştürme, teslim sürelerinin azaltılması, maliyetlerin düşürülmesi ve işletmenin kârlılığının artırılması hedeflenir (Manos,2006).

3.2. Değer Akışı Haritalamanın Kullanım Alanları

VSM, eğitim ve iş planlaması gibi alanlarda kullanılabilen etkili bir araçtır ve aynı zamanda değişim süreçlerini yönetmede de faydalıdır. VSM oluşturabilmek için ilk adım olarak ürün ailesinin belirlenmesiyle başlar. Sonrasında mevcut durum haritalandırılarak mevcut süreç analiz edilir ve gelecek durumu oluşturabilmek için gerekli bilgiler sağlanır. Mevcut durum ve gelecek durumdaki değişiklikler, birbirini etkileyen faaliyetler olarak dikkate alınır. Uygulanacak planın hazırlanması ve uygulamaya başlanması en son adımdır. Değer akışı haritalama, işletmelerin süreçlerindeki verimliliği artırma ve maliyetleri düşürme gibi hedeflere ulaşmalarına yardımcı olurken müşteri memnuniyetini artırmak ve rekabet avantajı elde etmek için stratejiler geliştirmelerini sağlar. VSM’de, süreci görselleştirmek için çeşitli semboller kullanılır. Bu semboller, materyal ve bilgi akışlarını, süreçleri ve diğer önemli unsurları temsil eder. İşte VSM’de yaygın olarak kullanılan bazı temel semboller Şekil 3.1’de verilmiştir (Kökten,2021; Ergüşen,2014; Demirci,2017):

 İyileştirme Çalışmaları 5S, KAIZEN, TPM, POKAYOKE gibi...	 Tampon / Emniyet Stoğu Plansız duruş gibi beklenmeyen durumlarda üretim akışını durdurmamak için tutulması gereken stok. Stok miktarı belirtilmelidir.
 Operatör Üstten bakılan bir operatörü, çalışanı gösterir.	 Elektronik Bilgi Akışı Bilgi akışının elektronik ortamdan yapıldığını gösterir, departmanlar arası, fabrikalar arası.
 Çekme kanbanı Malzeme taşıyıcıya, malzeme çekilmesi için taşıma kanbanının verilmesi.	 Üretim Kanbanı Hangi malzemeden kaç adet üretilmesi gerektiği üzerinde yazılı olan ve üretim izni veren kart..
 Sinyal kanbanı Yeniden sipariş noktasına ulaşıldığında sinyal verir, ve üretim başlar.	 Kanban Kutusu / Panosu Kanbanların tutulduğu veya dağıtıldığı yada duyurulduğu kutu yada pano.
 Konveyör / Taşıyıcı Bant / Montaj Hattı Hız, takt time belirtilmelidir.	 Yük Seviyelendirme HEIJUNKA Kutusu Üretim yükünün hem hacim hemde ürün karışımı bakımından düzgünleştirilmesi demektir.
 Süreç Kutusu Bir süreç kutusu bir akış alanına denk gelir. Bütün prosesler harita üzerinde belirtilmelidir. Ayrıca departmanlarda süreç kutusuyla gösterilir	 Lojistik (Sevkiyat/Nakliye) Sevkiyat yada nakliye sıklığı not edilmelidir.
 Dış Kaynaklar Müşteri, tedarikçi ve dışarıda gerçekleştirilen üretim faaliyetlerini göstermek için kullanılır.	 Üretilen Malzemenin İtme Hareketi Bir sonraki prosesin ihtiyacından önce üretilen ve ileriye doğru itilen iş akışını gösterir.
 Bilgi Kutusu Üretim prosesi, departman, müşteri ile ilgili bilgileri kaydetmek için kullanılır.	 Bitmiş Ürün Hareketi Müşteri için bitmiş ürünün hareketini gösterir.
 Stok İşareti Stok miktarı ve zamanı not edilmelidir. Örn. X Adet / X Gün	 FIFO Transferi İlk giren ilk çıkar prensibiyle malzemenin hareketini (akışını) gösterir.
 Süpermarket Daha önceki prosesin üretimini çizelgelemek için kullanılan kontrollü parça stoğu.	 Manuel Bilgi Akışı Üretim çizelgeleri, veya sevkiyat çizelgeleri gibi.

Şekil 3.1. VSM'de Kullanılan Semboller

Kaynak: Kökten,2021; Ergüşen,2014; Demirci,2017

VSM tekniği, işletmelerin süreçlerini daha verimli ve etkili hale getirmek için birçok avantaj sağlar. Bu avantajlar şu şekilde sıralanabilir:

- **Mevcut Durum Analizi ve Sorunların Açığa Çıkarılması:** Mevcut durumu analiz etmek ve sorunları tespit etmek için etkili bir araçtır.
- **Genel Resmi Görme ve Fikir Birliğine Varma:** İç iletişimi artırır ve tüm ekibin aynı hedefe yönelmesine yardımcı olur.
- **Öncelikleri Belirleme ve Odaklanma:** Hangi alanlarda iyileştirme yapılması gerektiğini belirleyerek odaklanma imkânı sağlar.
- **İyileştirme Planlarının Görsel Olarak Oluşturulması:** İyileştirme planlarını

görsel bir şekilde oluşturmayı sağlar, böylece daha anlaşılır ve takip edilebilir hale getirir.

- İş Sonuçlarını Köklü Şekilde Geliştirme: Süreç performansını kalite, maliyet ve süre açısından analiz ederek iş sonuçlarını köklü bir şekilde geliştirme fırsatı sunar.
- Bilgi Akışlarının ve Diğer Platformların Etkisi: Bilgi akışlarını ve diğer platformların sürece olan etkisini geniş bir bakış açısıyla yorumlamayı sağlar.
- Müşteri Odaklılık: Müşteriyi her zaman ön planda tutarak müşteri memnuniyetini artırır.
- Ekip Motivasyonu: Ekip motivasyonunu artırır ve çalışanların sürece daha fazla katılımını sağlar.

VSM, işletmelerin süreçlerini analiz ederek verimliliği artırmak ve israfı azaltmak için güçlü bir araçtır. Bu teknik, süreçlerin tüm yönlerini değerlendirerek sürekli iyileştirme ve yüksek müşteri memnuniyeti sağlamaya yönelik stratejiler geliştirmeye yardımcı olur.

3.3. Değer Akış Haritalamanın Amacı

VSM, üretimdeki farklı süreçleri, montaj ve kaynak gibi adımları görmeyi sağlar. Bu yöntem, işlemlerde israfa neden olan kaynakları tespit etmenize kolaylık sağlar ve yalın üretim kavramları ile yöntemleri birleştirerek üretim süreçlerini daha iyi anlamaya olanak tanır. Ortak bir dil oluşturarak üretim prosesleri hakkında etkili iletişim kurmayı sağlar. Değer akışı haritalama sayesinde akışla ilgili kararlar daha açık bir şekilde görünür ve böylece daha kolay tartışılabilir. VSM, yalın üretim anlayışının önemli bir faaliyeti ve belirleyici bir araçtır. İşletmelerde israfa neden olan süreçlerin ve proseslerin analizini yapar (Wolniak vd.,2014). Üretim süreçlerine genel bir bakış sunar ve süreç iyileştirmelerini ortaya çıkarmayı amaçlar (Morlock ve Meier,2015). VSM'nin temel amacı, üretim faaliyeti boyunca iş istasyonlarında hangi yöntemle ve ne kadar değer üretildiğini belirtmektir (Gürsoy,2020). Rother ve Shook, (1999) üretim sürecinde üç tür faaliyetten bahseder:

- Tüketicilerin istediği yönde dönüşüm sağlayan "değer oluşturan" faaliyetler (montaj, kaynak, boyama vb.),

- Tüketici açısından önemli olmayan ancak işin gerçekleştirilmesi için gerekli olan "değer oluşturmamayan ancak zorunlu" aktiviteler (makine ayarı, sevk işlemleri vb.),
- Sayma, sıralama, hata düzeltme, tamir ve bekleme gibi "değer oluşturmamayan ve kaçınılmaz" işler.

Önceki araştırmalar, üretim sürecinin her aşamasında büyük miktarda israf olduğunu ortaya koymuştur (Yıldırım,2017). Değer akışı haritasının gerçek gücü, doğru kişileri bir araya getirerek iş birliğini teşvik etmek, gelecek için gerçekçi bir vizyon oluşturmak ve işçilerin istekli bir şekilde faaliyet planına katılmasını sağlamaktır. Bu yöntem, işletmelerde verimliliği artırmak ve süreçleri iyileştirmek için önemli bir araçtır. Değer akışı haritası sayesinde ekipler, mevcut süreçleri daha iyi anlayabilir ve verimliliği artırıcı önlemler alabilirler. Gelecekteki hedeflere ulaşmak için etkili bir eylem planı oluşturmak ve tüm çalışanların katılımını sağlamak, başarıya giden yolda kritik bir rol oynar.

Değer akışı, bir ürünün veya hizmetin üretim veya geliştirme sürecinde yer alan tüm faaliyetlerin ve akışların bütünüdür. Bu akışlar, hammaddeden müşteriye kadar olan süreçleri içerebilir (Rother ve Shook,1998). Değer akışı haritalama, bu süreçlerin görsel bir haritasını çıkarmayı ve değeri artıran ve artırmayan faaliyetleri ortaya çıkarmayı amaçlar (Krajewski vd.,2013). VSM, işlemlerin akışını görselleştirerek israfı tespit etmek ve ortadan kaldırmak için bir araç olarak kullanılır. Böylece, süreçler optimize edilerek daha verimli bir değer akışı oluşturulabilir. Bu yöntem, süreçlerdeki israfları belirlemek ve geliştirme için eylem planları oluşturmak için kullanılabilir.

3.4. Değer Akış Haritalama Yöntemleri

VSM, ürün ailesini oluşturmak için dört farklı seviyede gerçekleştirilen ve her seviyede belirli bir perspektiften değer akışını gösteren bir yöntemdir. Bu seviyeler şunlardır (Jones ve Womack,2002):

1. Proses Düzeyi: Sürekli akışın sağlanması için haritalama yapılan önemli bir süreçtir. Bir ürün ailesine ait siparişlerin karşılandığı ve dış müşterilere ait taleplerin ele alındığı üretim adımını belirtir. Genellikle hücre seviyesinde haritalama gerçekleşir, yani parçaların sürekli bir akış içinde işlendiği ve

insan, makine, malzeme ve yöntemlerin düzenlendiği bir düzenlemedir. Fiziksel olarak en bilinen hücre biçimi "U" şeklinde olsa da, başka çeşitli şekiller de mümkündür. Pacemaker Proses, süreçlerin etkin ve verimli bir şekilde yönetilmesini sağlayarak üretimde kesintisiz bir akışın oluşturulmasına katkıda bulunur (Mike ve Rick,2001).

2. Tek Bir İşletmede: Bu akış, fabrikadaki üretim sürecinden başlayarak müşterilere ürün teslimatını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda yan sanayi parçalarının ve malzemelerinin tedarikini de içerir. "Kapıdan kapıya" üretim akışı, tedarik zinciri boyunca tüm ilgili süreçleri kapsar ve ürünlerin son kullanıcıya ulaşmasını sağlar. Bu şekilde, üretim ve tedarik süreçleri entegre bir şekilde yönetilir, süreçler arasında kesintisiz bir akış sağlanır ve müşteri talepleri hızlı bir şekilde karşılanır. Daha hızlı teslimat süreleri, düşük stok seviyeleri ve verimli üretim süreçleri sayesinde işletmeler rekabetçi avantaj elde eder.
3. Genişletilmiş Değer Akış Haritası: Bu teknikler genellikle genişletilmiş değer akış haritası olarak adlandırılır, farklı işletmeler arasında ve birden fazla işletmede kullanılır. Bir ürünün ham maddeden nihai ürüne müşteriye ulaşana kadar geçen tüm süreçlerine genişletilmiş değer akış haritası ifadesi kullanılır. Bu harita, şirketler arasında ortak maliyet, kalite, müşteri memnuniyeti ve iletişim gibi konularda etkili bilgi alışverişine olanak sağlar. Gerçek başarı, her bir şirketin kendi müşteri tabanı ve yan sanayicileriyle ilişkilerinde bu yöntemleri uygulamasıyla elde edilir. Bu sayede, iş birliği ve koordinasyonun artmasıyla tüm değer akışında verimlilik ve performans iyileştirmeleri sağlanabilir (Jones ve Womack,2002).
4. Mevcut Durum Haritası: Ürünü kullanan müşteriden başlayarak, ürünün ters yönde başlangıçtaki süreçlere kadar izlemeyi ve israfa neden olan süreçleri ve bilgi kayıplarını göstermeyi amaçlar. Mevcut durum aslında tüm sürecin bütünlüğünü haritalandırmalıdır. Mevcut değer akışı boyunca standart stok miktarı hesaplanır ve standarttan fazla ise stoklar hızla azaltılmaya çalışılır. Ardından, değişkenlik ve verimlilik konuları ele alındığında, gelecek durum taslaklarında belirtilen belirli stok miktarı düşürülür ve yeni standartlara göre azaltılır. Bu şekilde, ideal durum haritası sürekli olarak güncellenir ve süreçteki verimlilik ve performans iyileştirmelerine yönelik bir yol haritası

sağlar (Jones ve Womack,2002).

Geniştirilmiş VSM’de, temel odak noktası maliyetlerin düşürölmesi ve farklı israf türleri ile talep genişlemesinin katılımcı firmalar arasında geçen her bir ürün grubunu nasıl etkilediğidir. Bu haritanın temel amacı, belirli bir ürünün maliyetini düşürmek değil, sistematik sorunları fark etmek ve işlevlerin daha iyi performans göstermeleri için sistemli çözümler geliştirmektir. Bu şekilde, tüm sürecin daha verimli ve etkili bir şekilde işlenmesi ve sürekli olarak iyileştirme sağlanması hedeflenir (Jones ve Womack,2002).

3.5. Değer Akış Haritalama Süreci

Değer akışı perspektifindeki temel hedef, sadece süreçlerle sınırlı kalmayıp, geniş bir bakış açısıyla bütünü iyileştirmektir. Bu yaklaşımda odak noktası, değer yaratan akışı etkili bir şekilde analiz edip optimize etmektir (Rother ve Shook,1999). Bu düşünce tarzı, işletmelerin verimliliğini artırarak israfı minimize etmeyi ve tüm değer akışını iyileştirmeyi hedefler. Değer akışı haritalama, bu perspektifin somut bir aracıdır ve işletmelere, süreçlerdeki israfı tespit edip ortadan kaldırarak daha verimli ve etkili bir değer akışı oluşturma imkânı sağlar. Bu sayede, işletmeler sadece bireysel süreçlerde değil, bütünsel olarak tüm operasyonlarda iyileştirmeler yapabilirler.

Değer akışı perspektifindeki temel hedef şunları içerir:

- Bütünsel Yaklaşım: İşletmenin tüm süreçlerini göz önünde bulundurarak, her aşamada verimlilik ve kaliteyi artırmak.
- Değer Yaratan Akışın Analizi: Değer akışını oluşturan tüm adımların ayrıntılı bir şekilde incelenmesi ve optimize edilmesi.
- İsrafın Minimizasyonu: Değer yaratmayan tüm faaliyetlerin tespit edilip, ortadan kaldırılması veya minimize edilmesi.
- Verimliliğin Artırılması: Süreçlerin daha verimli hale getirilmesi, kaynakların daha etkin kullanılması.
- Sürekli İyileştirme: Değer akışının sürekli olarak gözden geçirilmesi ve iyileştirilmesi, böylece işletmenin rekabet gücünün artırılması.

Bu yaklaşımlar sayesinde işletmeler hem maliyetlerini düşürebilir hem de müşteri memnuniyetini artırarak rekabet avantajı elde edebilirler. Değer akışı haritalama, bu

hedeflere ulaşmada kritik bir araç olarak kullanılır ve işletmelerin süreçlerini daha iyi anlamalarını, israfı azaltmalarını ve genel verimliliklerini artırmalarını sağlar.

Tablo 3.1. VSM Yönteminin Uygulama Adımları

Adımlar	Yapılacak İşlemler
1.	Tek bir ürün ailesi seçilir
2.	Bir değer akış yöneticisi belirlenir.
3.	Haritalama faaliyetleri başlatılır.
4.	Haritalama çiziminde bilgi ve malzeme akışı birlikte takip edilerek planlanır.
5.	Mevcut duruma VSM tekniği uygulanır.
6.	Kalıp değiştirme süresi, stok durumu, çevrim süresi, operatör sayısı, vb. süreç bilgileri mevcut durum değer akışı haritalama sürecinde toplanarak haritaya kaydedilir.
7.	Mevcut durum değer akış haritasından yararlanarak israfa neden olan durumları ortadan kaldırılması ve tüketici açısından değer artırılması amacıyla yalın teknikler kullanılarak ileriye dönük durum değer akış haritası çizilir.
8.	Gelecek durum haritası için eylem planı oluşturulur.
9.	Sürekli iyileştirme çalışmaları ile gelecek durum oluşturulur.

Kaynak: Rocher ve Stock,1999; Allen vd.,2001.

VMS'nin temel adımları arasında, öncelikle bir ürün ailesinin belirlenmesi, mevcut durumun görselleştirilmesi, gelecek durumun oluşturulması ve son olarak da eylem planının oluşturulması yer almaktadır. Bu adımlar, VSM'nin etkili bir şekilde uygulanmasına yardımcı olur ve sürecin iyileştirilmesine katkı sağlar.

3.5.1. Malzeme ve Bilgi Akışı

İş yerindeki fiziksel işlemler gözlemlendiğinde katma değer sağlayan ve gereksiz israf olarak nitelendirilen adımlar belirlenir. Bilgi akışında ise, müşterinin perspektifinden değer sağlamayan bilgi işlem süreçleri tespit edilir. Ancak, müşteriye ürünün lojistiği hakkında bilgi verilmediğinde, müşteri memnuniyeti düzeyi azalabilir. İşlemleri yönetmek için mevcut bilgi, gereksiz bir israf olarak değerlendirilebilir (yardımcı iş). Yöneticiler, bilgi edinme sürecini en aza indirmeye çalışarak daha az miktarda ve önemli bilgilere odaklanmalıdır.

3.5.2. Ürün Ailesinin Seçimi

Alıcılar, şirketin üretimdeki tüm ürünlerle ilgili değil, sadece kendi özel

ürünleriyle ilgili oldukları için haritalandırmada tek bir ürün grubuna odaklanmak önemlidir. Eğer büyük ve çeşitli ürün yelpazesine sahip bir organizasyon iseniz, tüm ürün akışlarını tek bir harita üzerinde göstermeye çalışmak oldukça karmaşık olabilir. Bu nedenle, organizasyonunuz içinde geçen ürünlerin akışlarını ayrı ayrı haritalandırarak daha uygun bir yöntem kullanmalısınız. Bu şekilde, her bir ürün grubu için özelleştirilmiş haritalar oluşturarak analiz ve iyileştirme çalışmalarınızı daha etkili bir şekilde yönetebilirsiniz (Rother ve Shook,1999).

VSM ekibi, hangi üretilen ürün grubunun tercih edileceği konusunda karar verirken, ilerlemeyi en çok etkileyen, ürün geliştirmede veya üretimde en büyük azalmayı sağlayan, müşteri memnuniyetini en çok artıran, başarı için yüksek potansiyele sahip olan, yeni üretim hatları, hacim veya miktar gibi konulara dikkat etmelidir. Bu faktörler, değer akışında en büyük iyileştirmeleri yapma potansiyeline sahip ürün grubunun belirlenmesine yardımcı olacaktır (Manos,2006).

3.5.3. Değer Akışı Ekibi

Kuruluşlar, genellikle ürün ailelerine katkı sağlayacak, değer oluşturan adımları ürün akışına göre değil, bölümler ve işlevlere göre düzenleme eğilimindedir. Bu nedenle genellikle değer akışından sorumlu olan bir kişi bulunmamaktadır. Üretim tesisinde ürün akışı ve ürün malzemelerini bilen ve akışını takip eden bir kişi bulmak oldukça zordur. Bu gibi bir kişi olduğu takdirde, gerçek ürün akışının oluşturulabilmesi şansa bırakılacaktır (Rother ve Shook,1999). Dolayısıyla, etkin bir değer akışı yönetimi için bu sorumluluğun net olarak atanması ve uygun bir kişinin bu rolü üstlenmesi önemlidir.

VSM yaklaşımını uygulamak için; şirketin farklı birimlerinden üretim, proje, satın alma, kalite kontrol gibi konularda önemli bilgi ve tecrübeli olan yaklaşık 7 ile 10 kişilik bir değer akış ekibi oluşturulur. Bu ekip, ürün takibi ve üretim hattı için mevcut durumu ve hedeflenen gelecek durumu tanımlamakla görevlidir. Ekip, üç gün boyunca bir kaizen olayı düzenleyerek, mevcut ve gelecek durum haritalarını oluşturur. Bu süre genellikle yeterli olmaktadır (Manos,2006:65; McDonald vd.,2002).

3.5.4. Değer Akışında Kullanılan Yalın Ölçütler

Kriterler, verimli bir organizasyonu kontrol etmek için anlamlı veriler oluşturmali ve işleyişi olumsuz etkilememelidir. Aynı zamanda, çalışanları istenen davranışı teşvik etmeli ve yöneticilere karar verme süreçlerinde destek olacak bilgi sunulmalıdır. Yalın

değer akışında kullanılan temel değerlendirme ölçütleri şunlardır (Rother ve Shook,1999):

Üretim Hızı: Üretim sürecindeki hız ve işlemlerin ne kadar sürede tamamlandığını gösteren bir ölçüdür. Bu, müşteri taleplerine yetişmek ve ürünleri zamanında teslim etmek için önemlidir (Marchwinski ve Shook,2007).

Hammadde Kullanımı: Üretimde kullanılan hammadde miktarını belirleyen bir ölçüdür. Daha az hammadde kullanmak, maliyetleri düşürmeye ve israfı önlemeye yardımcı olur.

Hata Oranı: Üretim sürecinde oluşan hataların oranını belirleyen bir ölçüdür. Düşük hata oranı, kaliteyi artırır ve müşteri memnuniyetini artırır.

Üretim Akışı: Üretim sürecindeki akışın ne kadar düzgün ve kesintisiz olduğunu gösteren bir ölçüdür. Düzgün bir üretim akışı, verimliliği artırır ve zaman kayıplarını azaltır (Rother ve Shook,1999:21).

Stok Seviyeleri: Üretimdeki stok miktarını ve süresini belirleyen bir ölçüdür. Düşük stok seviyeleri, maliyetleri düşürmeye ve depolama alanını azaltmaya yardımcı olur.

Talep Karşılama Oranı: Müşteri taleplerinin ne kadarının zamanında ve tam olarak karşılandığını gösteren bir ölçüdür. Yüksek talep karşılama oranı, müşteri memnuniyetini artırır ve müşteri sadakatini güçlendirir. Bu ölçütler, işletmenin performansını değerlendirmek ve sürekli iyileştirme sağlamak için kullanılır. Yalın değer akışı yönetimi, işletmenin verimliliğini artırmak ve müşteri memnuniyetini sağlamak için bu ölçütleri kullanır.

Üretim Hızı (Production Rate): Bir işlem tarafından parça veya ürünün ne sıklıkla tamamlandığını ifade eder. Üretim hızı, bitmiş ürünlerin bir zaman aralığında kaç adet üretildiğini gösterir. Eğer üretim hızı, müşteri talep hızından daha yüksekse, fazla stok birikimi ve depolama sorunları ortaya çıkabilir. Aynı zamanda üretim hızı, işletmenin kapasitesini ve verimliliğini de yansıtır.

Katma Değer Zamanı (Value-Adding Time): Müşteri için gerçek değer yaratan faaliyetlerin süresini ifade eder. Bu süre, ürüne katma değer katan ve müşterinin ödeme yapmaya istekli olduğu işlemlerin süresidir. Katma değer zamanı, işletmenin üretim sürecindeki gerçek verimliliği ve müşteri odaklılığı gösterir.

Değer Katmayan Zaman (Non-Value-Adding Time): Müşteri için değer yaratmayan, ancak işletmeye maliyet ekleyen faaliyetler için harcanan süreyi gösterir. Bu

süre, israf ve gereksiz faaliyetlerin süresini temsil eder. Yalın üretim felsefesinde, değer katmayan zamanların azaltılması ve ortadan kaldırılması önemli bir hedeftir (Marchwinski ve Shook,2007).

Akış Zamanı (Flow Time): Bir ürünün oluşan değer akışında başlangıcından ürün sevkine hazır hale gelene kadar işlem boyunca geçen toplam süreyi ifade eder. Bu süre, bir ürünün sipariş alınmasından müşteriye teslim edilmesine kadar geçen süreyi kapsar. Akış zamanı, müşteri taleplerine hızlı ve etkili bir şekilde cevap vermenin önemli bir göstergesidir.

Üretim Lot Boyutu (PLB): Örnek verecek olursak haftalık olarak bir üründen diğerine model değiştiriyorsanız üretim lot boyutu bir haftalık parça demektir. Bu, üretimdeki lot büyüklüğünü ve model değiştirme sıklığını belirtir.

Model Değiştirme Süresi (MDS): Bir modelden diğerine geçiş süresini ifade eder. Üretimde farklı ürün modelleri arasında geçiş yaparken geçen süredir.

Verimlilik (Etkinlik): Makinanın kullanılabilirlik oranını ifade eder. Makina ne kadar süreyle kesintisiz ve verimli bir şekilde çalışıyorsa, verimlilik oranı o kadar yüksek olur.

İşçi Sayısı: Proseste çalışanların sayısını gösterir. İlgili işlemleri gerçekleştiren çalışanların sayısıdır.

Net Çalışma Süresi: Saniye cinsinden, mola, toplantı gibi durumlardan düşülmüş olan toplam çalışma süresini ifade eder. Bu süre, verimli çalışma süresini temsil eder.

3.6. Değer Akışı Haritasının Özellikleri

Yalın üretimde hedef, bir sürecin sadece bir sonraki aşamanın talep ettiği ürünü, talep edildiği anda üretmesini sağlamaktır. Süreçlerin akış süresi, en yüksek kalite ve en düşük maliyetle bağlantılı düzgün bir akışla optimize etmeye çalışmaktır. Değer akışının temel özellikleri şunlardır (Rother ve Shook,1999:43);

Üretim ritmine göre çalışmak, üretim hızını satış hızı ile senkronize etmeye yönelik bir yaklaşımdır. Üretim ritmi, müşteri taleplerini karşılamak için, ürün veya parçayı belirli bir sıklıkla üretmeniz gereken, satış hızıyla senkronize edilen bir zaman dilimini belirtir. Üretimin hangi hızda yapılacağına dair referans sağlar. Üretim ritmine göre çalışmak, basit görünebilir, ancak problemler, plansız duruşlar ve model değişiklikleri gibi durumlarda yoğun çaba gerektirebilir (Rother ve Shook,1999:43).

Her adımda sürekli akış sistemini kurmak; sürekli akış tek seferde bir parça

reterek hiç bekleme yapmadan bir sonraki aşamaya göndermeyi ifade eder. Sürekli akışı temsil etmek için kullanılan VSM sembolleri, proseslerin göstergesidir. Sürekli akışı kontrol altında tutmak isteyebilirsiniz, çünkü prosesleri birleştirmek aynı zamanda akış sürelerini ve duruş sürelerini birleştirmek anlamına gelir. Sürekli akış ve çekme (ilk giren ilk çıkar) sistemlerinde ilk adım atılabilir. Sonraki aşamada proses güvenilirliği arttıa, model değişim sürelerini minimum seviyede tuttukça sürekli akışın kapsamı genişletilir (Rother ve Shook,1999:45).

Değer akışın içerisinde bulunan sürekli akışın istenilen şekilde sağlanamadığı ve yığın üretimin zorunlu olduğu alanlar olabilir. Bazı süreçlerin çok hızlı çevrim sürelerine sahip olması veya çok yavaş çevrim sürelerine sahip olması, model değişimlerine ihtiyaç duyulması, tedarikçilerle ilgili zorluklar gibi bazı proseslerin sürekli akışa uygun olmaması nedeniyle böyle durumlar ortaya çıkabilir. Bu gibi durumlarda süpermarketler, üretimi kontrol altında tutmak ve talebi karşılamak için kullanılabilir (Rother ve Shook,1999:46).

BÖLÜM IV

UYGULAMA

Bu bölümde, bir işletmedeki üretim akışının mevcut durumu analiz edilerek bir harita oluşturulacak ve bu haritanın yorumlanması yapılacaktır. Mevcut durumun tespit edilmesi, işletmenin verimliliğini artırmak ve israfları ortadan kaldırmak için kritik öneme sahiptir. Haritalama süreci, üretim akışındaki tüm adımları ve bu adımlar arasındaki ilişkileri görselleştirerek daha etkili bir analiz yapılmasına olanak tanır.

4.1. İşletme Hakkında

Bu çalışmanın uygulanacağı işletme, geri dönüşüm sektöründe faaliyet göstermekte ve müşterilerine hizmet sunmaktadır. İşletme, çeşitli geri dönüşüm süreçleri aracılığıyla atık malzemeleri yeniden kullanılabilir hale getirerek çevreye katkıda bulunur ve aynı zamanda ekonomik değer yaratır. Geri dönüşüm sektörü, sürdürülebilirlik ve çevre koruma açısından büyük önem taşır. Bu nedenle, bu işletmenin verimliliğini artırmak ve operasyonel süreçlerini iyileştirmek, sadece ekonomik faydalar sağlamakla kalmaz, aynı zamanda çevresel etkilerini de olumlu yönde etkiler.

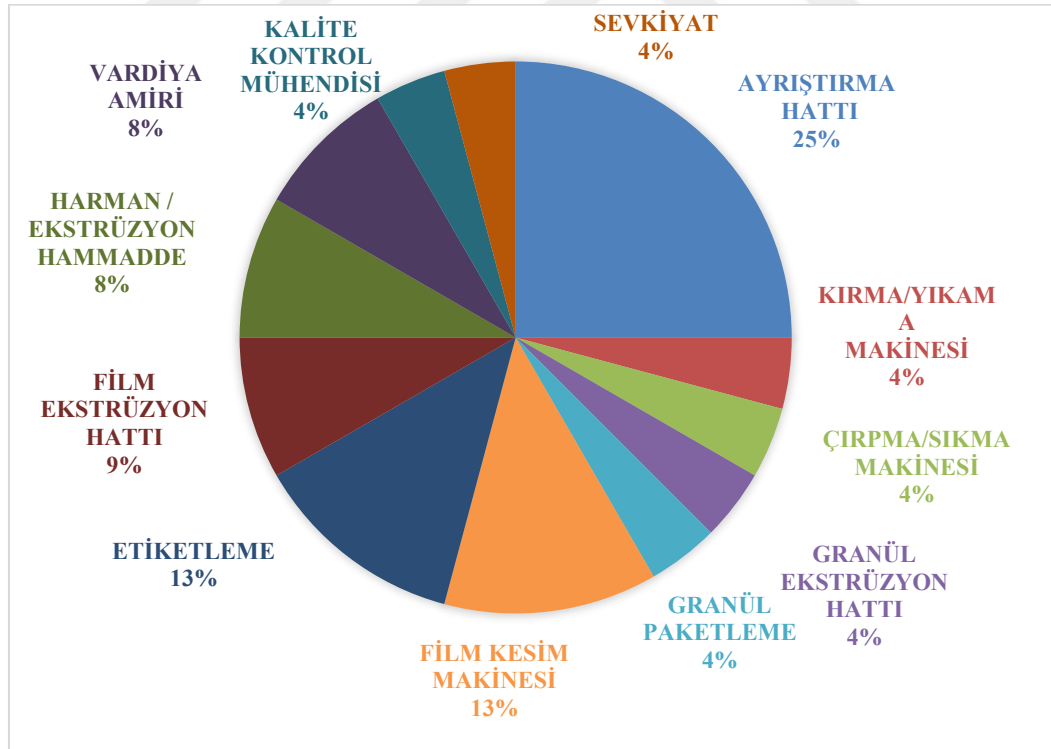
Bu çalışmada, işletmenin mevcut geri dönüşüm süreçleri detaylı bir şekilde incelenecek, israfları tespit edilerek azaltılması ve verimliliğin artırılması hedeflenecektir. İşletmenin üretim süreçlerinin analiz edilmesi, süreçlerdeki darboğazları belirleyerek, daha etkin bir üretim akışı oluşturmayı amaçlar. Bu kapsamda, çalışan sayıları, kullanılan makineler, malzeme akışı ve süreçlerin düzenlenmesi gibi çeşitli faktörler göz önünde bulundurulacaktır.

Şirketin üretim süreçleri, dört farklı departmana ayrılmıştır: Ön Hazırlık Hattı, Granül Ekstrüzyon Hattı, Film Ekstrüzyon Hattı, Film Kesim Makinesidir. Bu departmanlar, üretim süreçlerinin daha verimli ve düzenli bir şekilde işlemlerini sağlamak amacıyla oluşturulmuştur. Her bölüm, belirli bir aşamada uzmanlaşarak geri dönüşüm sürecinin tamamında etkin bir rol oynar.

Ön Hazırlık Hattında, geri dönüştürülecek malzemelerin türlerine göre ayrıştırılmasını, yıkama havuzunda temizlenmesini ve kurutulmasını sağlar. Bu aşama, geri dönüşüm sürecinin en kritik adımlarından biridir çünkü doğru ön hazırlığın uygulanması, sonraki işlemlerin başarısını doğrudan etkiler. Granül Ekstrüzyon Hattı, ön hazırlığı tamamlanmış yarı mamüllerin işlenerek yeniden kullanılabilir granül hammadde

haline getirilmesini sağlar. Bu bölümde, kurutmalı sıkma kompakt sistemi, duble kafa, kafadan kesme kullanılarak granüllerin şekil ve boyutları uygun hale getirilir. Film Ekstrüzyon Hattında ise elde edilen granüllerin yüksek sıcaklık ve basınç ile belirli kalıplar ve şekiller verilerek film haline dönüştürülmesini kapsar. Bu aşamada, ürünlerin kalitesi ve dayanıklılığı büyük önem taşır. Kesim makinesinde ise üretilen ürünlerin istenilen boyut ve şekillerde kesilmesini sağlar.

Bu dört departman, 24 saat boyunca aksamadan devam eden üretim akışını sağlamak için üç vardiya halinde çalışmaktadır. Vardiya sistemi, her an üretimde bulunan ve görevlerini titizlikle yerine getiren özverili ekiplerin katkısıyla geri dönüşümün kesintisiz bir şekilde gerçekleşmesini sağlar. Şirketin üretim süreçleri, geri dönüşümün karmaşık ve hassas bir süreç olduğunu açıkça göstermektedir. Her departman, uzmanlığı ve özverili çalışmalarıyla geri dönüşüm zincirinin bir halkasını oluşturarak, değerli hammaddelerin yeniden kullanılmasına ve çevrenin korunmasına katkıda bulunur. Personelin departmanlara göre dağılımı, Şekil 4.1'de çalışma saatleri ve vardiya düzenlemeleri, Tablo 4.1'de ayrıntılı olarak sunulmaktadır.



Şekil 4.1. Personelin Departmanlara Göre Dağılımı

Tablo 4.1. Personellerin Çalışma ve Dinlenme Saatleri

	3 Vardiya Çalışma			1 Vardiya Çalışma
	1. Vardiya	2.Vardiya	3.Vardiya	
Gün	6	6	6	5
Başlangıç Saati	08:00	16:00	00:00	08:00
Bitiş Saati	16:00	00:00	08:00	18:00
1.Çay Molası	-	-	-	15 Dk
Yemek Molası	30 Dk	30 Dk	30 Dk	30 Dk
2.Çay Molası	-	-	-	15 Dk
Net Çalışma Saati	7,5 Saat	7,5 Saat	7,5 Saat	9 Saat
Haftalık Çalışma Saati	45 Saat	45 Saat	45 Saat	45 Saat

Tablo 4.1’de gösterildiği gibi şirket, haftada 6 iş günü çalışmakta ve üretim birimlerinde 3 vardiya ve yönetim birimlerinde 1 vardiya düzeni uygulanmaktadır. Üretim vardiya çalışanlarının verimli bir şekilde çalışabilmesi için 8 saat sürmektedir. Vardiyalar arasında, çalışanların dinlenme ve yemek ihtiyaçlarını karşılamaları amacıyla 30 dakikalık yemek molaları bulunmaktadır. Gün içerisinde net çalışma süresi, yemek molaları çıkarıldığında toplam 22,5 saat olarak hesaplanmaktadır. Bu süre zarfında, üretim hatları sürekli olarak aktif halde tutulmakta ve yüksek verimlilikle çalıştırılmaktadır. Üretim süreçlerinde herhangi bir aksaklık veya duraklama yaşanmaması için sıkı bir takip ve kontrol mekanizması uygulanmaktadır.

4.1.1. Üretim Hakkında

Plastik tesisinde faaliyet gösteren şirket, düşük yoğunluklu polietilen granül ve çöp torbası üretimi yapmaktadır ve bu üretim tamamen müşteri taleplerine göre sipariş üzerine gerçekleştirilmektedir. Müşterilerden gelen siparişler, öncelikle pazarlama departmanı tarafından alınır ve bu siparişlerin her biri dikkatle kaydedilir. Pazarlama departmanı, müşteri taleplerini ve sipariş detaylarını alır almaz, bu bilgileri hızlı ve etkili bir şekilde e-posta yoluyla üretim departmanına iletir. Üretim departmanı, aldığı sipariş bilgilerini dikkatlice inceleyerek her bir sipariş için özel iş emirleri oluşturur.

Bu iş emirleri, üretim sürecinin doğru ve kesintisiz bir şekilde ilerlemesi için kritik öneme sahiptir. İş emirleri, sadece üretim departmanı ile sınırlı kalmaz, aynı zamanda satın alma departmanına, kalite kontrol departmanına ve ilgili bölüm amirlerine de dağıtılır. Satın alma departmanı, bu iş emirlerine dayanarak gerekli tüm hammaddelerin

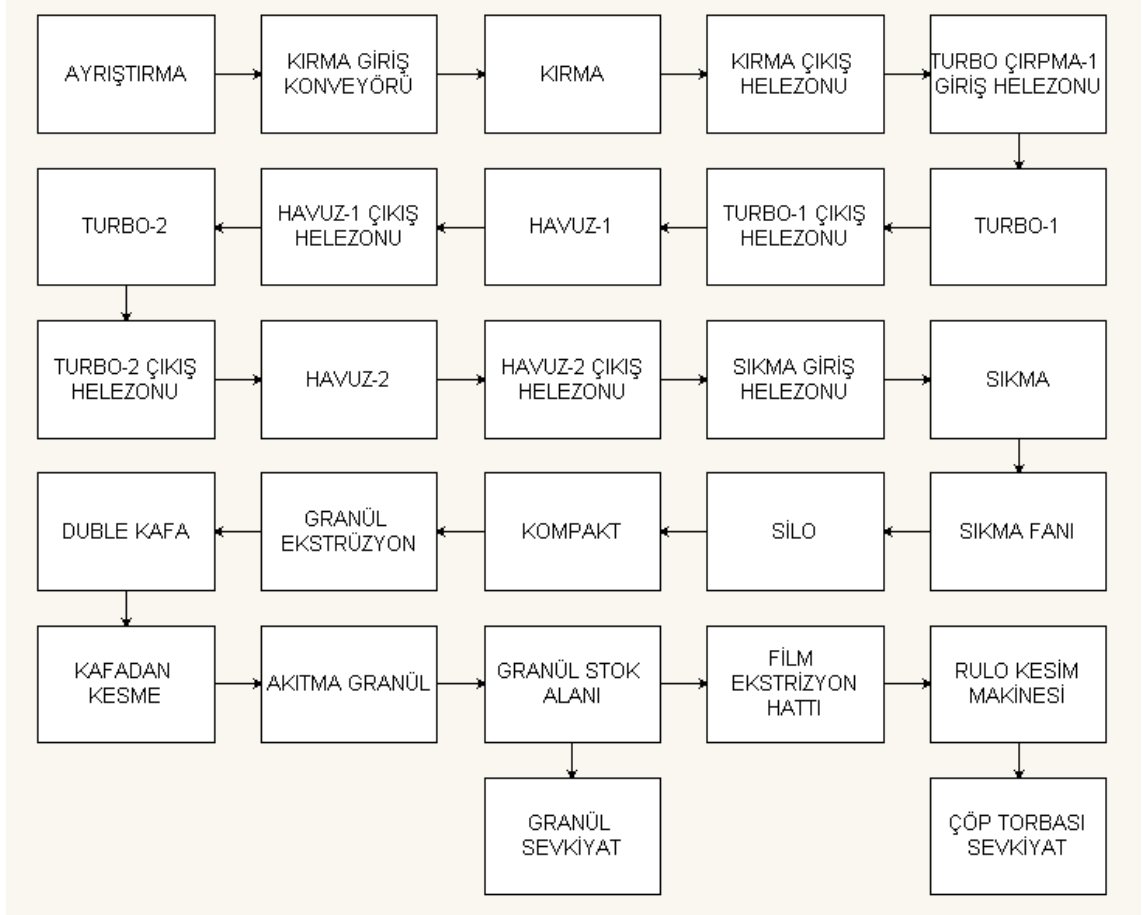
tedarik edilmesini sağlar. Bu süreç, hammaddelerin tedarik edilmesinden, üretim makinelerinin hazırlanmasına kadar her aşamayı kapsar.

Vardiya mühendisleri kalite kontrolleri yaparak üretim sürecinin her adımında kalite standartlarının karşılanmasını sağlamak için iş emirlerini alır ve süreç boyunca gerekli denetimleri gerçekleştirir. İlgili bölüm amirleri de iş emirlerini alır ve kendi bölümlerindeki çalışanlara talimatlar verir, böylece her bölüm kendi sorumluluklarını yerine getirir ve üretim süreci organize bir şekilde ilerler.

Bu sistem sayesinde, müşteri talepleri doğrultusunda üretim süreçleri başlatılır, hammaddelerin zamanında tedarik edilmesi ve yüksek kalite standartlarında üretim yapılması sağlanır. Sonuç olarak, şirket, müşteri memnuniyetini en üst düzeyde tutarak, düşük yoğunluklu polietilen granül ve çöp torbası üretiminde başarılı bir performans sergiler.

4.2. İşletmedeki Üretim Süreci

Düşük yoğunluklu polietilen granül hammaddesi ve çöp torbası üretimi Şekil 4.2’de gösterilmektedir. Bu şekil, üretim sürecinin her aşamasını görsel olarak temsil etmektedir. Üretim sürecinin her adımı, polietilen granüllerin hammadde olarak kullanılmasından başlayarak, çöp torbasına dönüşene kadar olan tüm işlemleri kapsamaktadır.



Şekil 4.2. Üretim Prosesleri

Bir sanayi şirketinde, granül hammaddeyi üretimi yapan plastik sektörüne ait bir ürün için mevcut VSM çalışması kapsamlı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma, üretim süreçlerinin verimliliğini artırmayı ve israfı en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Süreç, atık plastiklerin ayrıştırılmasıyla başlamaktadır. Bu aşamada, plastikler dikkatli bir şekilde sınıflandırılarak geri dönüştürülebilir malzemeler seçilmektedir. Geri dönüşüm sürecinin temelini oluşturan bu aşama, doğru ayrıştırmanın önemini vurgulamakta ve geri dönüştürülebilir malzemelerin etkin bir şekilde ayrıştırılmasını sağlamaktadır.

Ayrıştırma aşamasının ardından gelen kırma ve yıkama işlemlerinde, seçilen plastik malzemeler küçük parçalara ayrılmakta ve detaylı bir temizlik sürecine tabi tutulmaktadır. Bu süreçte, malzemeler önce havuzlarda yıkanmakta, ardından sıkma makinesinde nem seviyesini azaltmayı sağlar. Bu aşamalara, malzemelerin kaliteli granül üretimi için ön hazırlık hattıdır.

Daha sonra, kompakt ve ekstrüzyon aşamasına geçilmektedir. Temizlenmiş plastikler, bu aşamada yüksek sıcaklık ve basınç altında işlenerek eriyik hale getirilir.

Eriyik hale gelen plastiklerin nemi alınır ve eriyik plastik, duble kafa ve kafadan kesme makinelerinde şekil ve boyut olarak granül haline getirilir. Bu aşama, hammaddelerin nihai ürün haline gelmesinde kritik bir rol oynamaktadır.

Son olarak, paketlenme aşamasına geçilir. Üretilen granüller, dikkatlice ambalajlanarak sevkiyata veya şirket içindeki kullanım için hazır hale getirilir. Paketleme işlemi, ürünlerin taşınması ve depolanması sırasında zarar görmemesi için hayati öneme sahip bir adımdır.

VSM çalışması, her bir üretim aşamasının verimliliğini ve etkinliğini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bu analizler sonucunda, süreçlerdeki darboğazlar ve israf kaynakları belirlenmekte ve bunları ortadan kaldırmak için çeşitli iyileştirme önerileri geliştirilmektedir.

4.3. Uygulama Süreci

İşletme hakkında genel bilgiler ve üretim süreci aşamalarına dair detaylar edinilmiştir. Düşük yoğunluklu polietilen geri dönüşüm üretim süreçleri üzerinde incelemeler yapılmış ve bu incelemeler sonucunda, VSM tekniği uygulanacak uygun bir ürün grubu belirlenmiştir. Ürün grubunun belirlenmesiyle birlikte, gerekli tüm veriler toplanmış ve detaylı ölçümler ile gözlemler gerçekleştirilmiştir. Verilerin toplanması aşamasında, işletmede seçilen ürün grubuna ait tüm süreçler, başlangıçtan bitişe kadar dikkatle incelenmiş ve önemli bilgiler elde edilmiştir.

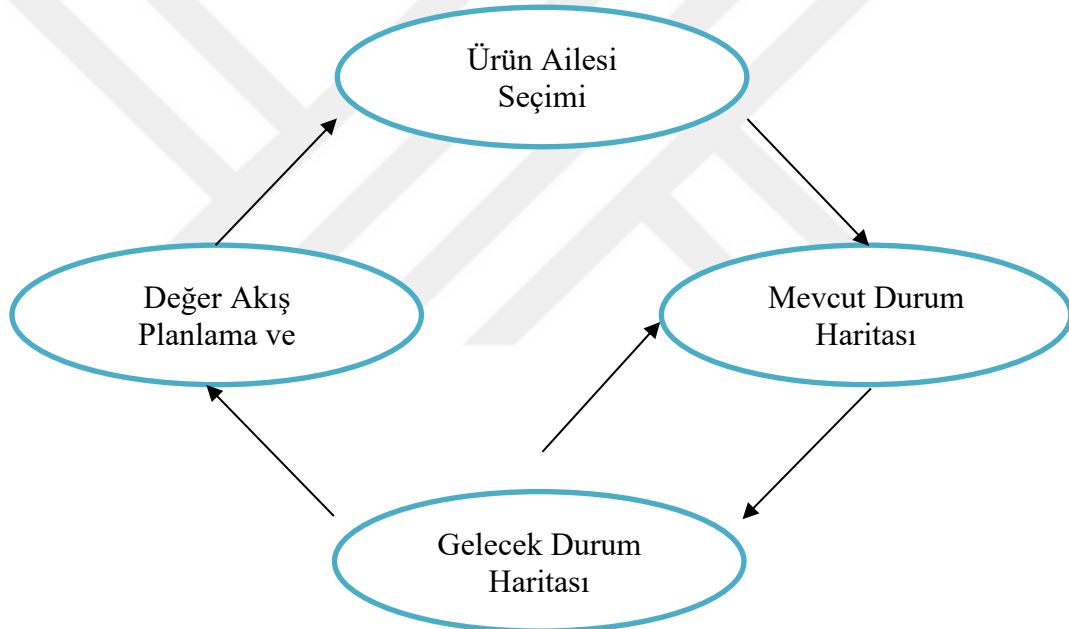
Elde edilen bilgiler, işletmenin mevcut durumunun haritasını oluşturmada temel teşkil etmiştir. Bu harita, süreçlerdeki eksikliklerin ve gereksiz aşamaların tespit edilmesini sağlamış, iyileştirme fırsatlarının belirlenmesine olanak tanımıştır. Yapılan iyileştirmelerle birlikte, VSM tekniğinin ana hedeflerini destekleyen bir gelecek durum haritası oluşturulmuştur. Bu önerilen gelecek durum haritasının uygulanabilmesi için işletmeye çeşitli tavsiyeler sunulmuştur.

Gelecek durum haritasının oluşturulması ve uygulanması, işletmenin verimliliğini artırmayı ve israfı minimize etmeyi amaçlamaktadır. Bu süreçte, üretim adımlarının daha etkin hale getirilmesi, kaynakların daha verimli kullanılması ve müşteri memnuniyetinin artırılması hedeflenmektedir. İşletmenin genel performansını yükseltmek için, tüm çalışanların katılımı ve iş birliği önem arz etmektedir. Uygulanan iyileştirmeler, işletmenin rekabet gücünü artıracak ve uzun vadede sürdürülebilir büyüme sağlayacaktır.

VSM tekniği, işletmenin sadece mevcut sorunlarını belirlemekle kalmayıp, aynı

zamanda gelecekteki potansiyel sorunları da önceden tespit etmeye yardımcı olmaktadır. Bu sayede, sürekli iyileştirme kültürü benimsenmiş ve işletmenin tüm süreçlerinde kalite artışı sağlanmıştır. İleriye dönük yapılan planlamalar ve uygulamalar, işletmenin sektördeki konumunu güçlendirecek ve daha başarılı bir işletme olmasına katkı sağlayacaktır.

Ayrıca, sürdürülebilir üretim hedeflerine ulaşmak için çevresel etkiler de göz önünde bulundurulmaktadır. Geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanımını artırmak ve atık miktarını azaltmak için stratejiler geliştirilmektedir. Bu çalışmalar, sanayi şirketinin rekabet gücünü artırmakta ve piyasada daha sağlam bir konuma gelmesini sağlamaktadır. Şirketin çevresel sorumluluk bilinciyle hareket etmesi hem toplumsal itibarını yükseltmekte hem de uzun vadeli başarı için önemli bir temel oluşturmaktadır.



Şekil 4.3. Değer Akış Haritalandırma Yönteminin Aşamaları

Kaynak: Rother ve Shook,1999.

4.3.1. Ürün Ailesi Seçimi

Aynı veya benzer üretim proseslerinden geçen ürünlerden oluşan ürün aileleri bulunmaktadır. Ürün çeşitliliğinin fazla olması, VSM tekniğini uygulamayı zorlaştırabilir. Bu nedenle, birçok araştırma yalnızca bir ürün ailesine odaklanarak bu aileye uygun uygulamalar gerçekleştirmektedir. İşletmede çeşitli ürün seçenekleri mevcut olup, ürünler müşteri taleplerine göre üretilmektedir. Üretim planlama biriminden iletilen miktarda ürün üretilir. Ürünlerin çeşitli olması, VSM yöntemini karmaşık hale getirebilir; ancak bu harita, süreçlerin daha etkin bir şekilde yönetilmesine katkı sağlar. Bu nedenle,

belirli bir ürün ailesi seçilerek bu aile için VSM oluşturulması daha kolay bir yaklaşım olacaktır. Ürün düşük yoğunluklu polietilen olduğu için renk farklılıkları bulunmakta ve üretim süreci müşteri talebine veya bir sonraki prosesin talebine göre değişmektedir.

İlk olarak, işletmede mevcut olan ürünlerin çeşitliliği ve kendi içindeki sınıflandırma açıklanmıştır. Bu ürünlerin her biri, farklı hammadde özelliklerine sahiptir. Üretim planlama birimi, müşteri taleplerine göre üretim gerçekleştirdiğinden, üretim sürecinde stok birikimi yaşanmamaktadır. Gelen siparişlere uygun olarak ayırıştırma hattı ayarlanmakta ve üretim süreci bu doğrultuda başlamaktadır.

Yapılan gözlemler sonucunda, Ön Hazırlık Hattı, Granül Ekstrüzyon Hattı, Film Ekstrüzyon Hattı ve Film Kesim Makinesi bölümlerinden oluşan Ön Hazırlık Hattı ve Granül Ekstrüzyon Hattı ürün ailesi seçilmiştir. Bu seçimin nedeni, gözlemlerin sonucu olarak Granül Ekstrüzyon Hattındaki sorunlardan kaynaklanmaktadır. Ayrıca, Ön Hazırlık Hattı ve Granül Ekstrüzyon Hattı verimliliği ve ürün kalitesi bakımından daha uygun olduğu belirlenmiştir. Bu seçim, üretim sürecinin iyileştirilmesi ve müşteri memnuniyetinin artırılması amacıyla yapılmıştır.

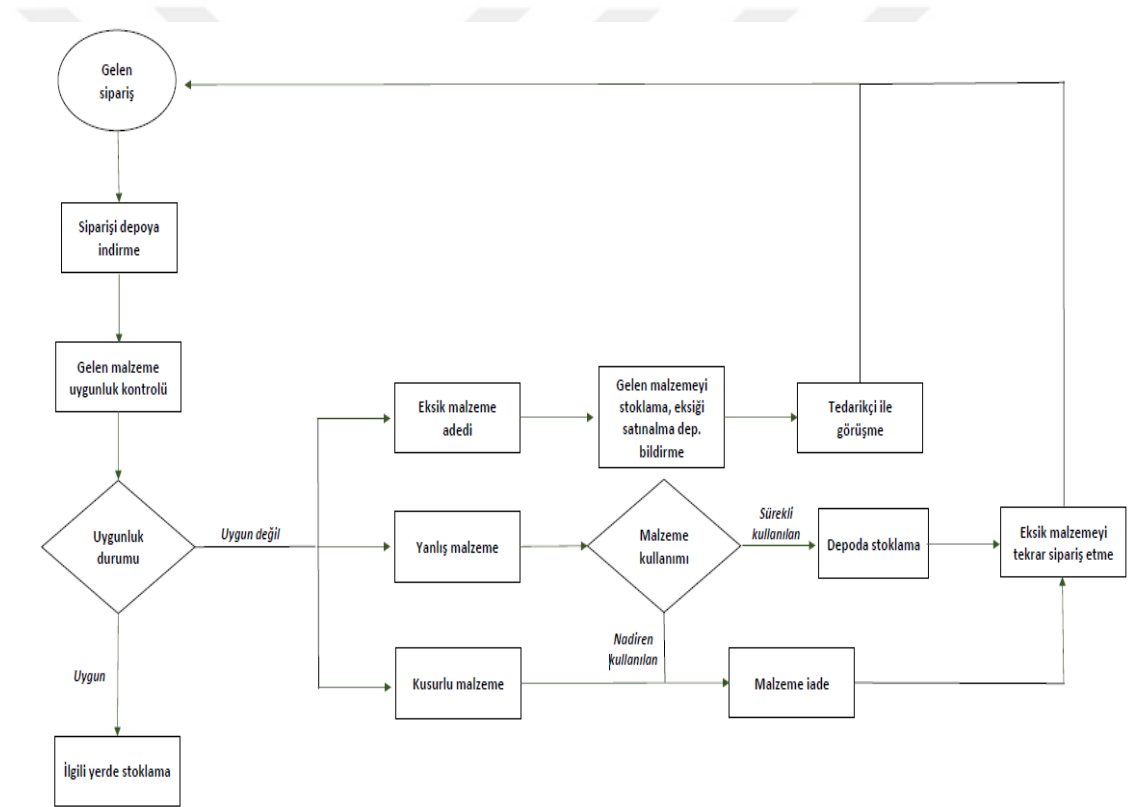
Düşük yoğunluklu polietilen (AYPE) üretiminde kullanılan renk çeşitleri, genellikle geri dönüşüm işlemlerinde elde edilen plastik atıkların özelliklerine ve müşteri taleplerine bağlı olarak çeşitlenir. AYPE geri dönüşümünde yaygın olarak kullanılan renkler şunlardır:

- Doğal (Şeffaf/Beyaz): En saf haliyle, boyasız veya renksiz AYPE'dir. Bu, genellikle en yüksek saflık ve kaliteye sahip olan geri dönüştürülmüş AYPE'dir.
- Siyah: Siyah pigment veya karışık renkli atıklardan elde edilen AYPE. Genellikle, çeşitli renklerdeki plastik atıkların karışımından üretilir ve boyanır.
- Beyaz: Saf veya hafif renkli atıklardan elde edilen beyaz renkli AYPE.
- Renkli (Karışık Renkler): Çeşitli renklerdeki atıklardan üretilen karışık renkli AYPE. Bu kategoride mavi, kırmızı, yeşil, sarı gibi farklı renklerde geri dönüştürülmüş AYPE bulunabilir.

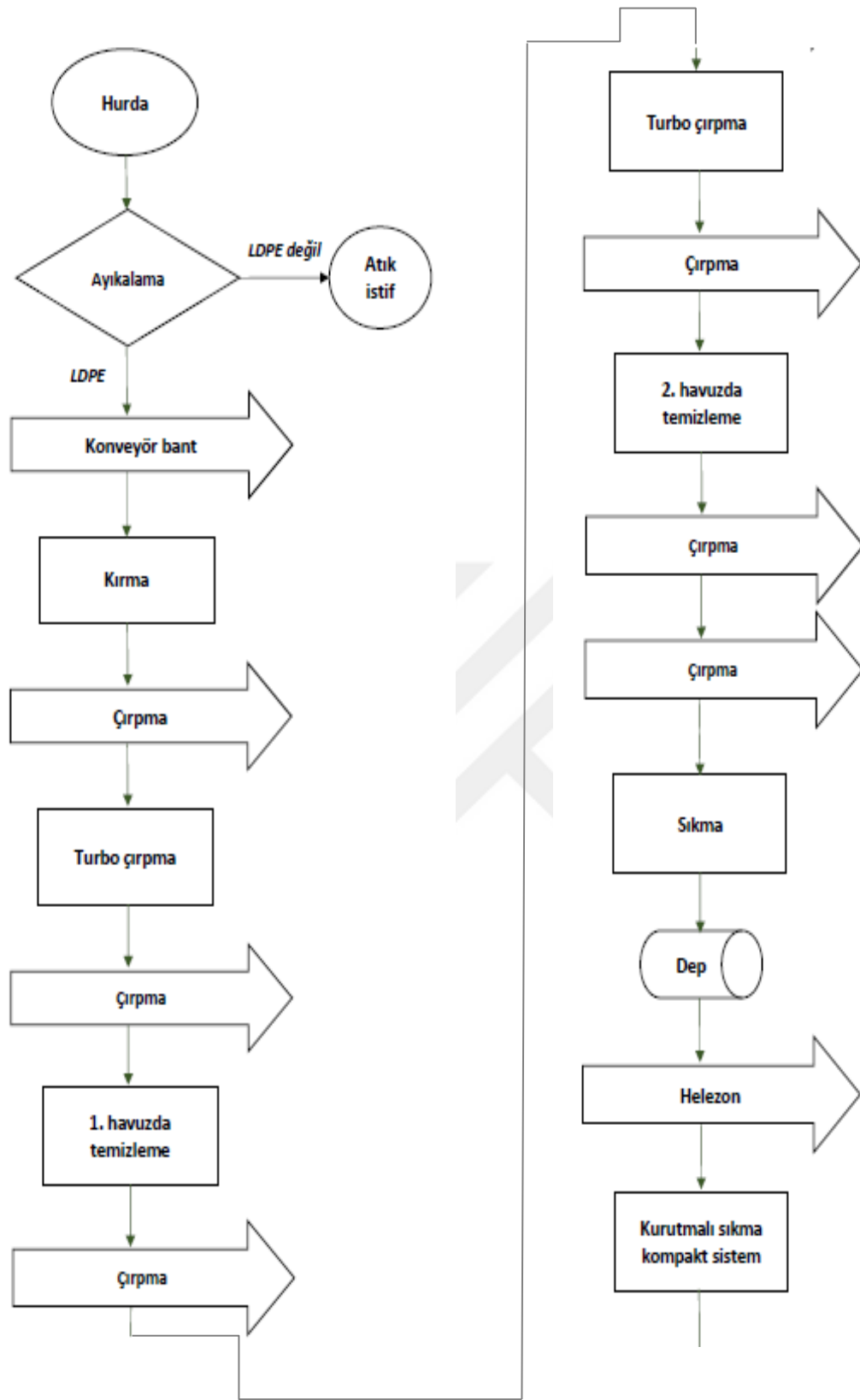
Renk çeşitliliği, geri dönüşüm işlemlerinin doğasına ve kullanılan hammaddeye göre değişiklik gösterebilir. Bazı geri dönüşüm tesisleri, spesifik müşteri taleplerine göre

özel renkler de üretebilir. İşletmenin, bu renk çeşitliliği ve üretim sürecindeki farklılıkları dikkate alarak daha verimli ve sürdürülebilir bir üretim gerçekleştirmesi, müşteri memnuniyetini artırmada ve çevresel etkileri azaltmada önemli rol oynamaktadır. VSM çalışması, tüm bu süreçlerin daha iyi anlaşılmasını ve iyileştirilmesini sağlamaktadır. Üretim adımlarının her birinde yapılan detaylı analizler, darboğazların ve israf kaynaklarının tespit edilmesine yardımcı olmakta ve bu sorunları ortadan kaldırmak için çeşitli iyileştirme önerileri sunmaktadır. Böylece, işletmenin genel üretim performansı yükseltilmekte ve müşteri memnuniyeti sağlanmaktadır.

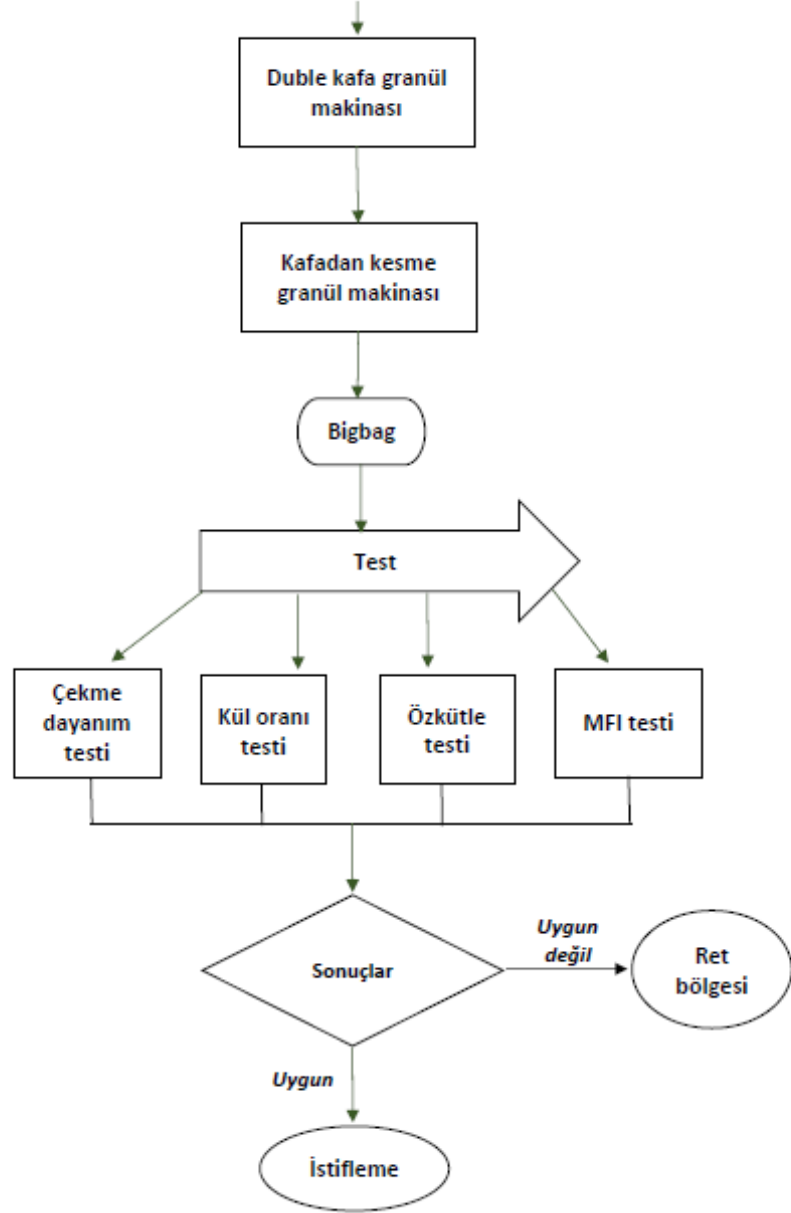
4.3.2. Seçilen Ürün Ailesinin İş Akış



Şekil 4.4. İş Akış Şeması



Şekil 4.4. İş Akış Şeması Devamı



Şekil 4.4. İş Akış Şeması Devamı

4.4. Mevcut Durum Haritası

Fabrika içinde gerçekleştirilen ölçümler, yerinde yapılan gözlemler ve vardiya amirleri ile yapılan görüşmeler sonucunda üretimle ilgili veriler toplanmıştır. Bu çalışma kapsamında fabrikanın mevcut durumunu değerlendirmek amacıyla gerekli bilgiler elde edilmiş ve ürün ailesi belirlenmiştir. Müşteri talepleri doğrultusunda takt zamanı hesaplanmıştır. Mevcut durumun haritaya net bir şekilde aktarılabilmesi için temel sorulara yanıt verilmesi gerekmektedir. Çalışmanın odaklandığı geri kazanım süreci yarı otomatik bir prosestir. Üretim bandı boyunca otomatik hattın tüm aşamalarını kontrol

eden dört çalışan bulunmaktadır. Bu çalışanlar, bantta meydana gelebilecek sorunlara müdahale ederek sürecin akışını sürdürmektedirler. Fabrikada yapılan gözlemler sırasında her aşamada defalarca süre ölçümü yapılmıştır. Her aşamanın ortalama tamamlanma süresi, bu gözlemler sonucunda hesaplanarak belirlenmiştir.

Müşteri siparişi olmadan fabrika içinde kullanım için stok tutulmaktadır ve her zaman için bir emniyet stoku bulundurulmaktadır. Üretim planlama departmanı, haftalık stok kontrollerine dayanarak, o hafta yapılacak üretimi planlamaktadır. Bu plana göre üretim gerçekleştirilir. Müşteri siparişlerinin dışında, belirlenen granül üretimi yapılmayan haftalarda oluşacak müşteri taleplerini veya fabrika içindeki ihtiyaçları karşılamak için fazladan üretim yapılmaktadır. Bu şekilde, stoktan satış yapılabilir. Renk değişimlerinden kaynaklı sürekli renk değişimi yapılarak fireye verilmektense, fazla üretim yapılarak bir sonraki üretim planlamasında diğer ürüne odaklanılmaktadır. Üretim planlama departmanı, hazırlık süresinden kaynaklanan zaman kaybını göz önünde bulundurarak planlama yapmaktadır. Aynı hafta içinde farklı granül renklerinde üretim var ise ona göre değerlendirilmelidir çünkü değişim süreleri uzundur. Ayrıca, müşteriden gelen sipariş miktarlarının ve zamanlamasının düzensiz olması, dolum sürecinde sık değişiklik yapmayı zorlaştırmaktadır. Bu sebeple, işletme talep doğrultusunda üretim planlaması yapmak yerine stok kontrollü bir plan izlemektedir.

Mevcut durum haritası, prosesin tamamını gözlemlemeye ve israfları görmemize yardımcı olur. Bu bölümde seçilen ürün ailesi için değer akış haritası çizilmiş ve bu doğrultuda prosesin değer yaratan ve yaratmayan operasyonları incelenerek gerekli bilgiler haritada sunulmuştur. Sanayi şirketinde granül hammaddeyi üreten plastik sektörünün bir ürününe ait mevcut VSM çalışması yapılmıştır. VSM, pazarlama departmanından bildirilen sipariş miktarına göre üretim planlama departmanının gerekli hammaddeyi tedarikçiye bildirmesi ile süreç başlar. Seçilen ürün ailesi için gerekli hammadde, bir hafta içinde tedarik edilerek düşük yoğunluklu polietilen üretimi başlar. Ürün kalitesi için üretilen granüllerin testleri yapılır. Tedarikçiden her pazartesi günleri teslim alınan balyalar, müşteriye paketlenmiş granül ürünleri pazartesi ve perşembe günleri sevk edilmektedir. Taşımacılığın çoğunluğu karayolu ile gerçekleştirilmektedir. Mevcut durumda haftalık 35 tonluk bir üretim için çevrim süreleri, takt zamanı ve ara stoklar haritalandırılmıştır.

İşletmede toplanan verilere göre, verilen üretim emri doğrultusunda düşük yoğunluklu polietilen üretimi aktarılmaktadır. Sürecin ilk aşamasında balya halinde olan

hammadde, ayrıştırma aşamasında bozulmaktadır. Ortalama bir balya 500 kg ağırlığındadır. Balyanın ayrıştırma bölümüne girişi, forklift operatörü veya vardiya amiri tarafından gerçekleştirilmektedir ve gözlemler sonucunda balyanın tamamen bozulma süresi ortalama 5 dakikadır. İlk olarak, tedarikçiler tarafından işletmeye teslim edilen balyalar stok alanına düzenli şekilde dizilmektedir. Depo alanının 100 adet (50.000 kg) balya depo etme kapasitesi mevcuttur. Dağılmış balyayı 2 işçi bant üzerine yerleştirirken 4 işçi ise yürüyen bant üzerindeki hammadde içindeki istenmeyen maddeleri ayrıştırır. Bir balyanın bitirilmesi 105 dakika olarak ölçülmüştür, yani 15 saniyede 1 kg ürün ayrıştırılmaktadır. Üretim bandını engelleyen herhangi bir durum olmadıkça, sürekli akış halindedir.

Ayrıştırma hattı, atık plastiklerin geri kazanımlarını sağlayarak tekrardan işlenebilir hale getirilmesini sağlayan ilk prodestir. Balya halinde kabulü yapılan ambalaj atıklarının, ayıklama konveyöründe insan gücü ile ayıklanmakta ve içerisinde bulunan kâğıt, metal, karton, cam vb. istenmeyen ürünleri hurdaya ayrıştırılmaktadır. Ayıklama işlemi sırasında, her bir çalışan belirli bir malzemeyi ayrıştırmakla görevlendirilmiştir, bu sayede süreç daha hızlı ve verimli bir şekilde ilerlemektedir. Ayrıştırılan plastikler, temizleme işlemine tabi tutulmadan önce, kalite kontrol ekibi tarafından kontrol edilmektedir. Kalite kontrol ekibi, ayrıştırma işleminin doğru ve eksiksiz yapıldığını garanti altına alarak, üretim hattında herhangi bir aksaklık yaşanmasını önlemektedir. Ayrıştırma bölümü, geri dönüşüm sürecinin temel taşı oluşturmaktadır. Bu bölümdeki etkin ve verimli çalışma, genel üretim sürecinin başarısını doğrudan etkilemektedir. Ayrıştırma işlemi bittikten sonra, temizlenmiş ve ayrıştırılmış plastikler bir sonraki işleme aşamasına gönderilerek, geri dönüşüm süreci devam ettirilmektedir. Bu süreç, plastiklerin daha sonraki işlemler için uygun hale getirilmesini ve üretim hattında kullanılabilir olmasını sağlamaktadır.

Kırma makinası aşamasında, geri kazanım hattında plastik malzemeyi elek çapına bağlı olarak altı adet döner ve dört adet sabit bıçak yardımıyla hurdanın boyutlarını parçalayarak küçültür. Elektrik motorunun dönüş yönünü kayış kasnağı ile rotora iletir. Rotor miline bağlı olan döner bıçaklar dönmeye başladığında, hurda makinenin hareketli bıçak ile sabit bıçak arasından geçer. Bu esnada kırma işlemi gerçekleşir. Üst hazneden su püskürtülerek, kirli olan mamul kırma makinasında yıkanır. Kırma makinasının alt kısmında bulunan kırma çıkış helezonu ile çırpıya taşınır. Ortalama 12 saniyede 1 kg malzeme parçalanarak küçültülmektedir. Her balyanın bitişi ile bu işlem

tekrarlanmaktadır.

Yıkama havuzu, kırma hattından gelen plastiklerin yıkanması, temizlenmesi ve ayrıştırılamamış istenmeyen malzemelerden arındırılması sürecidir. Kırma hattından aktarılan malzemeler genellikle kirli olduğu için yıkama işlemine ihtiyaç duyulmaktadır. Giren üründeki kirlilikler çıkan ürünün kalitesini etkilediği için bu aşama oldukça kritiktir. Turbo çırpma sürecinde bulunan rotor, elek yapılandırması ve döner hız ile birleştirildiğinde, malzemelerin temizlenmesi ve mamulün artık nem içeriğinin giderilmesi sağlanır. Kirlenmiş parçacıklar ve su, elek deliklerinden dışarı atılarak, mamulde istenmeyen maddeler ayrıştırılır ve saflaştırılır. Bu süreç, yüksek hızda dönen rotorun oluşturduğu santrifüj kuvveti sayesinde etkili bir şekilde gerçekleştirilir. Atık su, kurutucunun alt tahliye deliğinden dışarı çıkar ve böylece geri kazanılan plastiklerin nem içeriği minimuma indirilir.

Bu yöntem, malzemelerin sonraki işleme aşamalarında daha yüksek kaliteli olmasını sağlar ve nihai ürünün standartlara uygun olmasını temin eder. Turbo çırpma işlemi, üretim hattındaki verimliliği artırarak hem zaman tasarrufu sağlar hem de enerji maliyetlerini düşürür. Ayrıca, bu sürecin etkin bir şekilde yürütülmesi, ürünlerin dayanıklılığını ve müşteri memnuniyetini artıran önemli bir faktördür. Sonuç olarak, turbo çırpma, geri dönüşüm süreçlerinde kritik bir rol oynar ve çevresel sürdürülebilirliğe de katkıda bulunur. Sıkma makinası, mekanik tork uygulayarak parçalanmış mamulün susuzlaştırılmasını sağlar ve nem oranını %85- %90 oranında azaltarak kurutur. Bu işlem, malzemelerin verimli bir şekilde kurutulmasına olanak tanır ve mamulün sonraki aşamalarda daha kaliteli olmasını temin eder.

Sıkma makinası, düşük yoğunluklu geri dönüşüm mamulünün kalitesini artırarak daha dayanıklı ve kullanılabilir hale gelmesini sağlar. Bu, geri dönüşüm sürecinde önemli bir adım olup, malzemelerin nihai ürün olarak kullanılmasında büyük bir avantaj sağlar. Kırma yıkama hattının hızını artırarak granül ekstrüzyon hattında bekleme süresini en aza indirmek mümkündür. Bu sayede, bıçak değiştirme süreleri için gerekli zamanı kazanarak, hattın durdurulmasına gerek kalmadan üretime kesintisiz devam edebiliriz. Granül ekstrüzyon hattında bekleme israfını ortadan kaldırmak, üretim sürecinin daha verimli ve etkili olmasını sağlar. Bu iyileştirme hem zaman tasarrufu sağlar hem de genel üretim maliyetlerini düşürür. Hattın durdurulmasına gerek kalmadan üretime devam edilebilmesi, işletmenin üretim kapasitesini artırarak müşteri taleplerini daha hızlı ve etkili bir şekilde karşılamasına olanak tanır. Böylece, işletmenin rekabet gücü artar ve

pazar payı genişler.

Sıkma makinasının kullanımı, geri dönüşüm sürecinde hem malzeme kalitesini artırmakta hem de üretim verimliliğini yükseltmektedir. Sıkma işlemi, geri dönüşüm hattının hızını artırarak ekstrüzyon hattında bekleme süresini azaltmakta ve bıçak değiştirme süresi yaratmaktadır. Sürekli ve kesintisiz bir üretim akışı oluşturarak hem üretim süresini kısaltır hem de üretim maliyetlerini optimize eder. Bu nedenle, sıkma makinasının etkin bir şekilde kullanılması, geri dönüşüm süreçlerinde kritik bir rol oynamaktadır.

Sıkma işlemi tamamlandıktan sonra, malzemelerin siloya taşınması sırasında kullanılan fan, mamulün daha da kuru hale gelmesini sağlar. Bu fan, malzemelerin taşınması esnasında ilave bir kurutma etkisi yaratarak, malzeme kalitesinin korunmasına yardımcı olur.

Silo, hammaddelerin ve ara ürünlerin depolanmasında önemli bir rol oynar. Fabrika içinde kullanım için stok tutmak ve emniyet stokları bulundurmak, üretim süreçlerinin aksamadan devam etmesini sağlar.

Granül Ekstrüzyon Hattında ise, plastik atıklar, ekstrüderde eritilir ve homojen bir eriyik haline getirilir. Bu işlem sırasında ısıtıcılar ve vidalar kullanılarak plastik malzeme istenen sıcaklık ve basınca getirilir. Ekstrüder vidaları, malzemeyi ileri doğru taşıırken aynı zamanda karıştırma ve homojenleştirme işlemi gerçekleştirir. Bu aşama, plastiklerin tam anlamıyla erimesini ve homojen bir karışım oluşturmasını sağlar. Eriyik hale gelen plastik, granül ekstrüzyon hattının bir sonraki aşamasında duble kafa granül ve kafadan kesme kalıplarından geçirilir. Kalıp, plastiğin istenen şekle ve boyuta getirilmesini sağlar. Eriyik plastik, kalıptan çıktıktan sonra soğutma işlemine tabi tutulur. Su soğutma sistemleri kullanılarak plastik granüller hızla soğutulur ve katılaşır. Bu soğutma işlemi, granüllerin şeklinin korunmasını ve sertleşmesini sağlar. Soğutulan plastik eriyik, kesici makineler yardımıyla istenen boyutlarda granüllere dönüştürülür. Bu granüller, plastik malzemeyi küçük, kullanışlı parçalara ayırır ve depolamaya hazır hale getirir. Granüller, paketleme üniteleri tarafından toplanır ve depolanır. Depolama sürecinde, granüller kullanım veya satış için hazır hale getirilir.

Üretim hattında verimsizliğe ve üretim hızının azalmasına neden olan durumlar gözlemlenmektedir. Mevcut durum haritasının temelini oluşturan ilk adım, takt zamanının belirlenmesidir. Takt zamanı, müşterinin ürün talep sıklığı olarak tanımlanmaktadır. İşletmeler, takt zamanı ile mevcut üretim hızı arasında bir denge

kurarak üretim faaliyetlerini yönetmelidir. Takt zamanı, net çalışma süresinin ortalama bir siparişe bölünmesiyle hesaplanmaktadır.

$$\text{Takt Zamanı} = \text{Kullanılabilir Çalışma Süresi} / \text{Müşteri Talebi}$$

$$\text{Takt Zamanı} = 81000 / 5833.3 \text{ kg} = 13,88 \text{ saniye/kilogram}$$

Müşteri talepleri doğrultusunda hammadde üretim takt zamanı 13,88 saniye olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak, talebin altında ürün üretiminin yol açtığı fazla mesai yapılması gerektiği göstermektedir.

Tablo 4.2. Bölümlere Göre Çalışan Sayısı ve Çevrim Süresi

Bölüm	Çalışan Sayısı	Çevrim Süresi
Ayrıştırma	6	15 sn
Kırma / Yıkama	1	12 sn
Havuz	1	25 sn
Çırpma / Sıkma	1	7,5 sn
Ekstrüzyon Hattı	1	14,4 sn
Paketleme	1	14,4 sn

Üretim sürecindeki verimliliği ve zaman yönetimini ele almak, işletmenin rekabet gücünü artırmak için kritik öneme sahiptir. İşletme içindeki tüm süreçler, farklı makinelerin ve operatörlerin verimlilikleri açısından detaylıca incelenmiş ve bu değerlendirmeler sonucunda üretim planlaması, akış süreleri ve sipariştten ürünün müşteriye ulaşmasına kadar olan tüm süreçler kapsamlı bir şekilde analiz edilmiştir. Geri dönüşüm sürecinde kullanılan makineler ve operatörlerin performanslarına göre, kapasite, işlem süreleri ve fire oranları belirlenmiş ve bu veriler kullanılarak OEE (Overall Equipment Effectiveness) değerleri hesaplanmıştır. OEE, ekipmanların ne kadar verimli kullanıldığını ölçen bir metriktir ve üç temel bileşenden oluşur: kullanılabilirlik, performans ve kalite. Bu bileşenler dikkate alınarak işletmenin genel verimliliği değerlendirilmiştir.

- Kullanılabilirlik (Availability)

$$= \text{Çalışma Süresi} / \text{Planlanan Üretim Süresi}$$

Çalışma Süresi: Planlanan üretim süresinden planlı duruş sürelerinin

çıkarılmasıyla elde edilen süredir.

Planlanan Üretim Süresi: Üretim için planlanan toplam süredir.

- Performans (Performance)
$$= [(\text{Üretilen Toplam Parça Sayısı} * \text{Çevrim Süresi}) / \text{Çalışılan Süre}] * 100$$
- Kalite (Quality)
$$= \text{Kabul Edilebilir Parça Sayısı} / \text{Üretilen Toplam Parça Sayısı}$$

Kabul Edilebilir Parça Sayısı: Kalite kontrolünden geçen ve kabul edilen parça sayısıdır.

Üretilen Toplam Parça Sayısı: Toplam üretilen parça sayısıdır.

$$\text{OEE} = \text{Kullanılabilirlik} * \text{Performans} * \text{Kalite}$$

Üretim akış süreleri ve toplam çevrim süresi dikkate alınarak, işletmedeki operasyonel verimlilik hesaplanmış ve bu verimlilik değerleri ışığında iyileştirme alanları tespit edilmiştir. Çevrim süresi, bir ürünün üretim hattında tamamlanması için geçen toplam süredir ve bu süre içerisinde tüm üretim aşamaları, bekleme zamanları ve taşımalar yer alır. Çevrim süresi, üretim sürecinin etkinliğini ve hızını doğrudan etkileyen bir faktördür. Bu nedenle, çevrim süresinin optimize edilmesi, üretim hattındaki darboğazların tespit edilmesi ve giderilmesi için önemlidir.

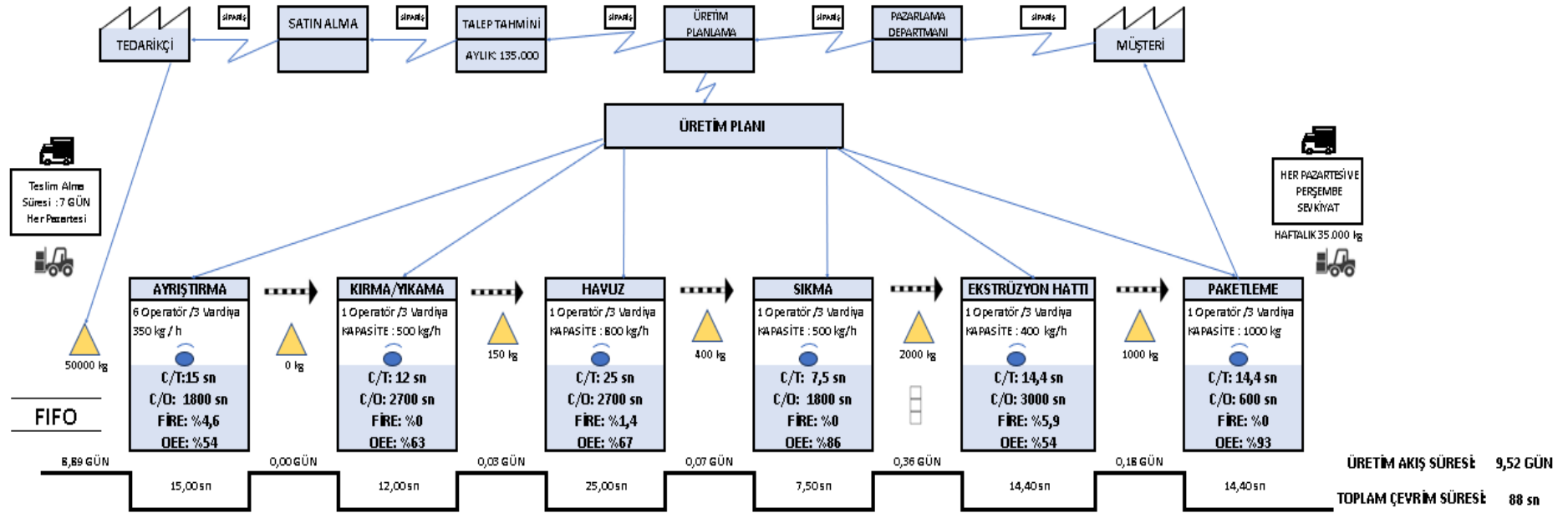
- Çevrim Süresi (Cycle Time)
$$= \text{Toplam Üretim Süresi} / \text{Üretilen Toplam Parça Sayısı}$$

Üretim sürecinde sipariştten ürünün müşteriye sevkiyatına kadar olan tüm süreçler, planlama, üretim ve lojistik departmanları arasında koordineli şekilde yürütülmektedir. Bu koordinasyon, her bir departmanın kendi görevlerini en etkili şekilde yerine getirmesini sağlar ve sürecin aksamadan ilerlemesine katkıda bulunur. Planlama departmanı, müşteri siparişlerini alır ve üretim programını oluşturur; üretim departmanı, bu program doğrultusunda üretimi gerçekleştirir ve lojistik departmanı, tamamlanan ürünlerin müşterilere zamanında ve doğru şekilde sevk edilmesini sağlar. Bu süreçteki her aşamanın optimize edilmesi, işletmenin genel performansını artırır ve müşteri

memnuniyetini sağlar.

Ek olarak, üretim hattında meydana gelen her türlü gecikme veya verimsizlik, çevrim süresini olumsuz etkiler ve bu nedenle sürekli izleme ve iyileştirme faaliyetleri büyük önem taşır. Üretim hattında yapılan gözlemler ve veri analizleri sonucunda, süreçlerin her bir aşamasındaki süreler detaylı bir şekilde hesaplanarak, üretim sürecinin toplam çevrim süresi belirlenir. Bu veriler, işletmenin operasyonel verimliliğini artırmak ve sürekli iyileştirme sağlamak için kullanılır.



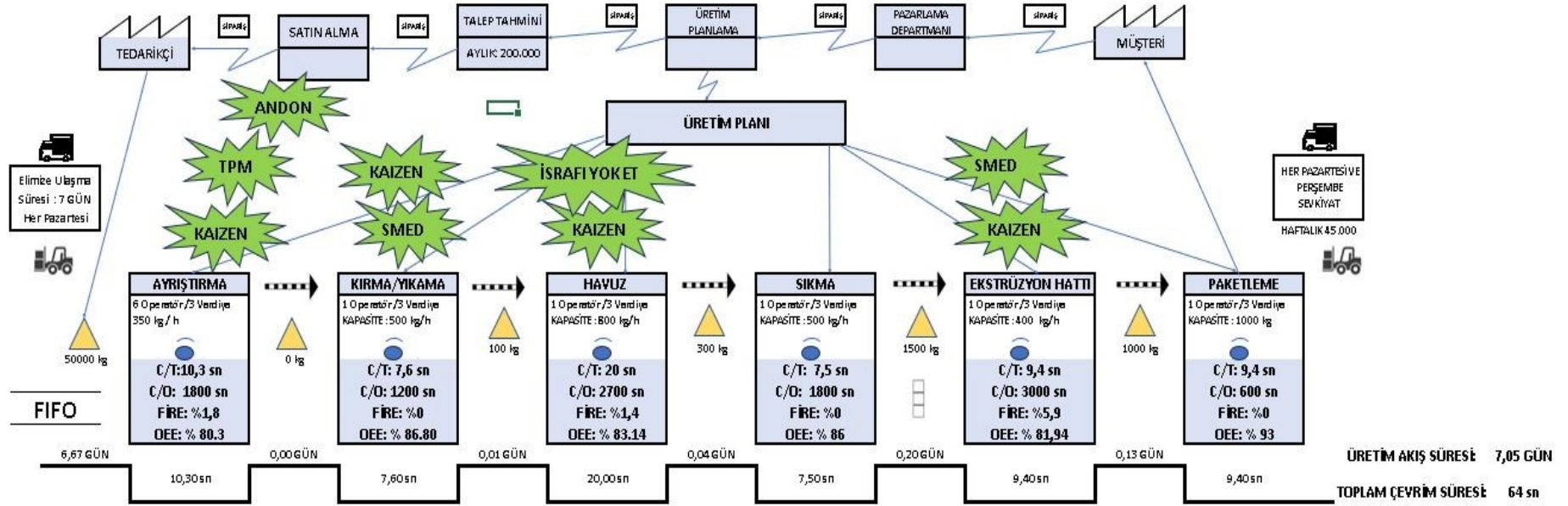


Şekil 4.5. Mevcut Durum Değer Akış Haritası

4.5. Gelecek Durum Haritası

Mevcut durum analizinin sonucunda, üretim akışında iyileştirmelerin belirtildiği ve gelecek durum haritasının oluşturulduğu bu bölümde, israfların ortadan kaldırılması için öneriler sunulmuştur. Mevcut durum değer akış haritasının çizilmesiyle işletmedeki akışın belirlenmesi sonucunda, israflar ve kayıplar açıkça ortaya çıkmıştır. Bu iyileştirmelerle, yalın üretimle değiştirilmek istenen katma değerli ve katma değersiz faaliyetler tespit edilmiştir. Gelecek durumda zaman kayıplarını en aza indirmek ve süreci daha verimli hale getirmek hedeflenirken, önerilen teknikler ve uygulamalarla yalın üretimin benimsenmesi teşvik edilmiştir.

İşletmede mevcut durumda uygulanan itme sistemi, üretimde verimsizliğe ve hızın düşmesine yol açabileceği için ele alınmıştır. Gelecek durum haritasında ilk adım olarak takt zamanı belirlenmiştir; yani müşteri taleplerine uygun üretim hızının saptanmasıdır ve böylelikle yeni müşteri taleplerine karşılık verilebilecektir. İşletmeler, takt zamanını kullanarak üretimi müşteri talepleriyle uyumlu hale getirmelidir.



Şekil 4.6. Gelecek Durum Değer Akış Haritası

4.4.1. İyileştirme Çalışmaları

Ayrıştırma Hattı

Hat verimini etkileyecek faktörler;

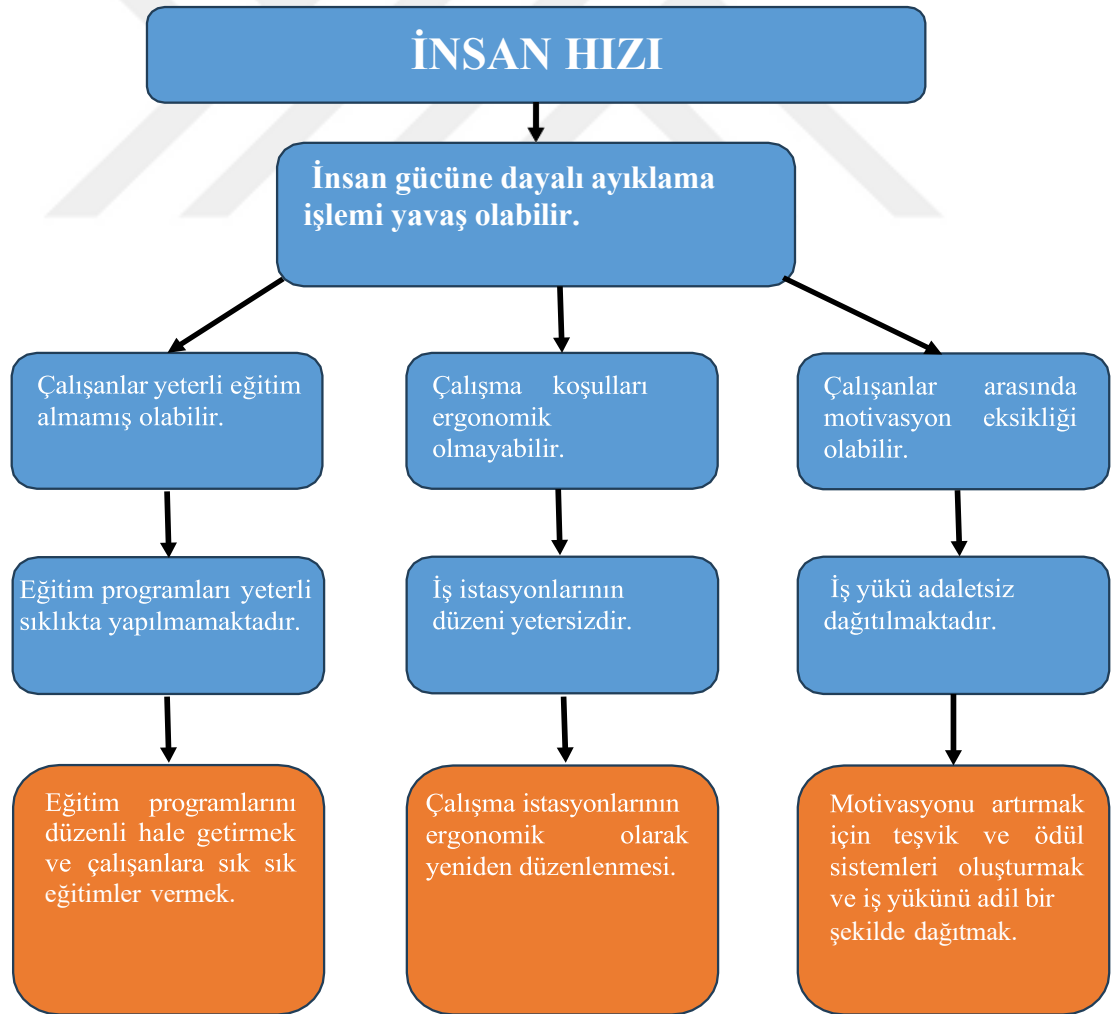
- İnsan hızı
- Hurda kontaminasyonu (hurda içerisinde istenmeyen maddeler)
- Ayrıştırma bant hızı
- Hammadde oranı (örneğin %70 iyi mal %30 kötü mal)

Ayrıştırma bölümünde hat verimliliğini en çok etkileyen faktörün insan olduğu öngörülmüştür. Ayrıştırma bandının çalışanları olumsuz etkileyecek hızda çalıştırılması, üretim verimliliğini belirlenen nedenlerden dolayı olumsuz etkilemektedir. Bandın hızlı çalışması nedeniyle personellerin yetişemediği durumlarda, daha dikkatli olamadıkları için metal vb. ürünler kırma hattına ulaşmakta ve kırma bıçaklarına ile taşıma helezonlarına zarar verebilmektedir. Kırma bıçaklarının değiştirilmesi ve yeniden kullanılabilir hale getirilmesi, üretimde yavaşlamalara, duraklamalara, maliyetin yükselmesine ve üretimin durmasına yol açarak çalışanların boşta beklemesine neden olmaktadır. Bu da sonuç olarak verimliliği olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle, ayrıştırma bant hızını bu durumlara karşı optimize etmek amacıyla analizler yapılmıştır.

Ayrıca, ayrıştırma hattındaki personel performansını ve motivasyonunu artırmak amacıyla eğitim ve ergonomik düzenlemeler yapılması planlanmıştır. Ayrıştırma sürecinin iyileştirilmesi için yapılan neden-sonuç analizi sonucunda, mevcut düzenin verimliliğini artırmak ve israfı en aza indirmek için gerekli düzenlemeler gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda, çalışanların geri bildirimleri dikkate alınmış ve süreçler üzerinde yapılan değişikliklerin etkinliği sürekli olarak izlenmiştir. Ayrıştırma hattındaki iyileştirme çalışmaları hem kısa vadede hem de uzun vadede işletmenin verimliliğini artırmaya yönelik stratejiler olarak uygulanmıştır.



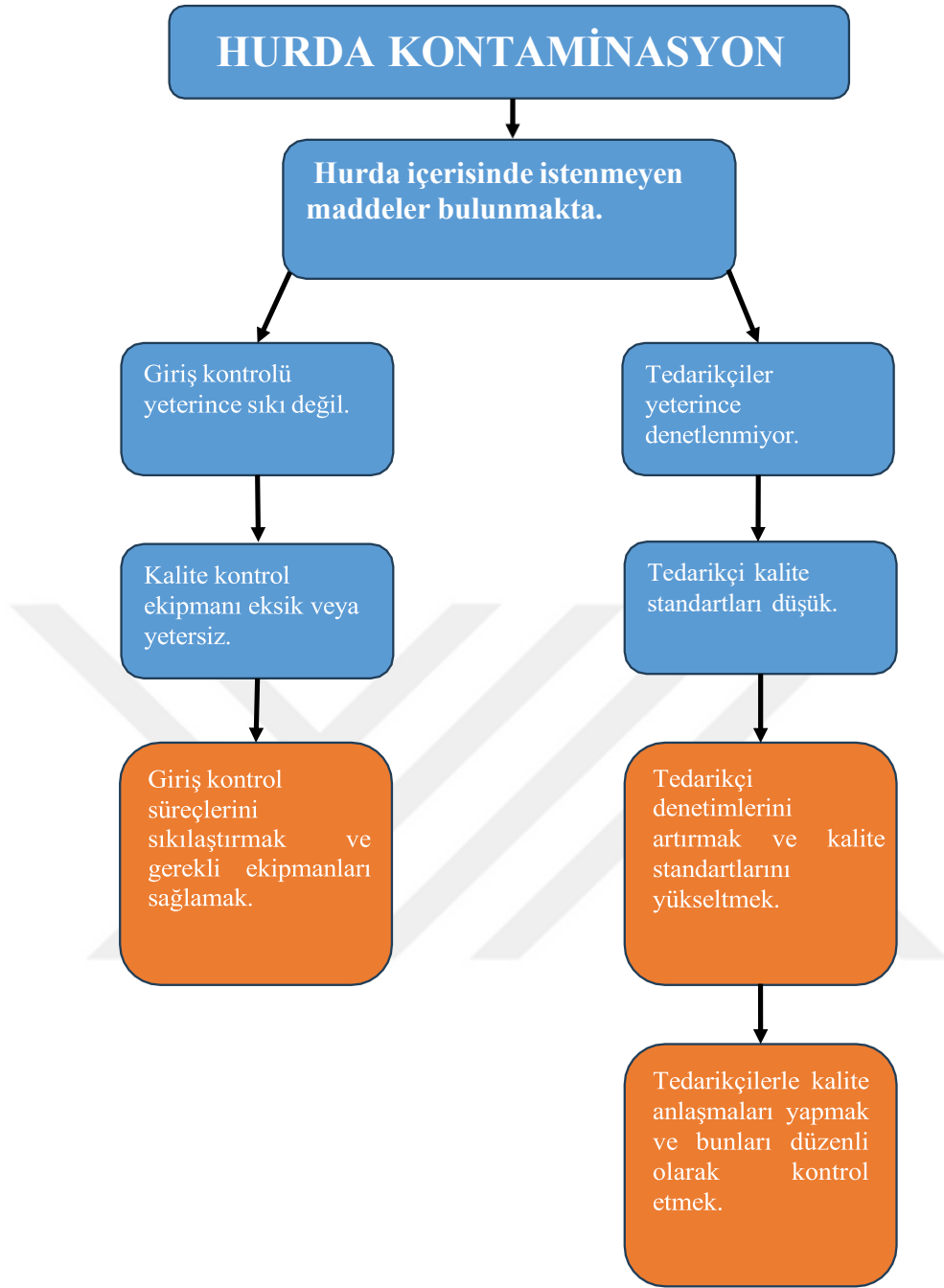
Şekil 4.7. Ayrıştırma Hattı Bölümüne Ait Görseller



Şekil 4.8. İnsan Hızını Etkileyen Faktörler

İnsan hızını artırmak ve ayıklama işlemlerindeki yavaşlığı gidermek için neden neden analizi yapılmıştır. İlk olarak, insan gücüne dayalı ayıklama işlemlerinin yavaş olmasının birincil nedeni çalışanların yeterli eğitim almamış olmasıdır. Bu durum, eğitim programlarının yeterli sıklıkta yapılmamasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, çalışma koşullarının ergonomik olmaması ve iş istasyonlarının düzeninin yetersizliği de süreci olumsuz etkilemektedir. Çalışanlar arasında motivasyon eksikliği ve iş yükünün adaletsiz dağıtılması da önemli diğer faktörlerdir. Bu sorunları gidermek için bir dizi iyileştirme önerisi sunulmuştur: eğitim programlarının düzenli hale getirilmesi ve sık sık eğitimlerin verilmesi, çalışma istasyonlarının ergonomik olarak yeniden düzenlenmesi, motivasyonu artırmak için teşvik ve ödül sistemlerinin oluşturulması ve iş yükünün adil bir şekilde dağıtılması. Bu iyileştirmeler, insan hızını artırarak ayıklama işlemlerinin daha verimli bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayacaktır.

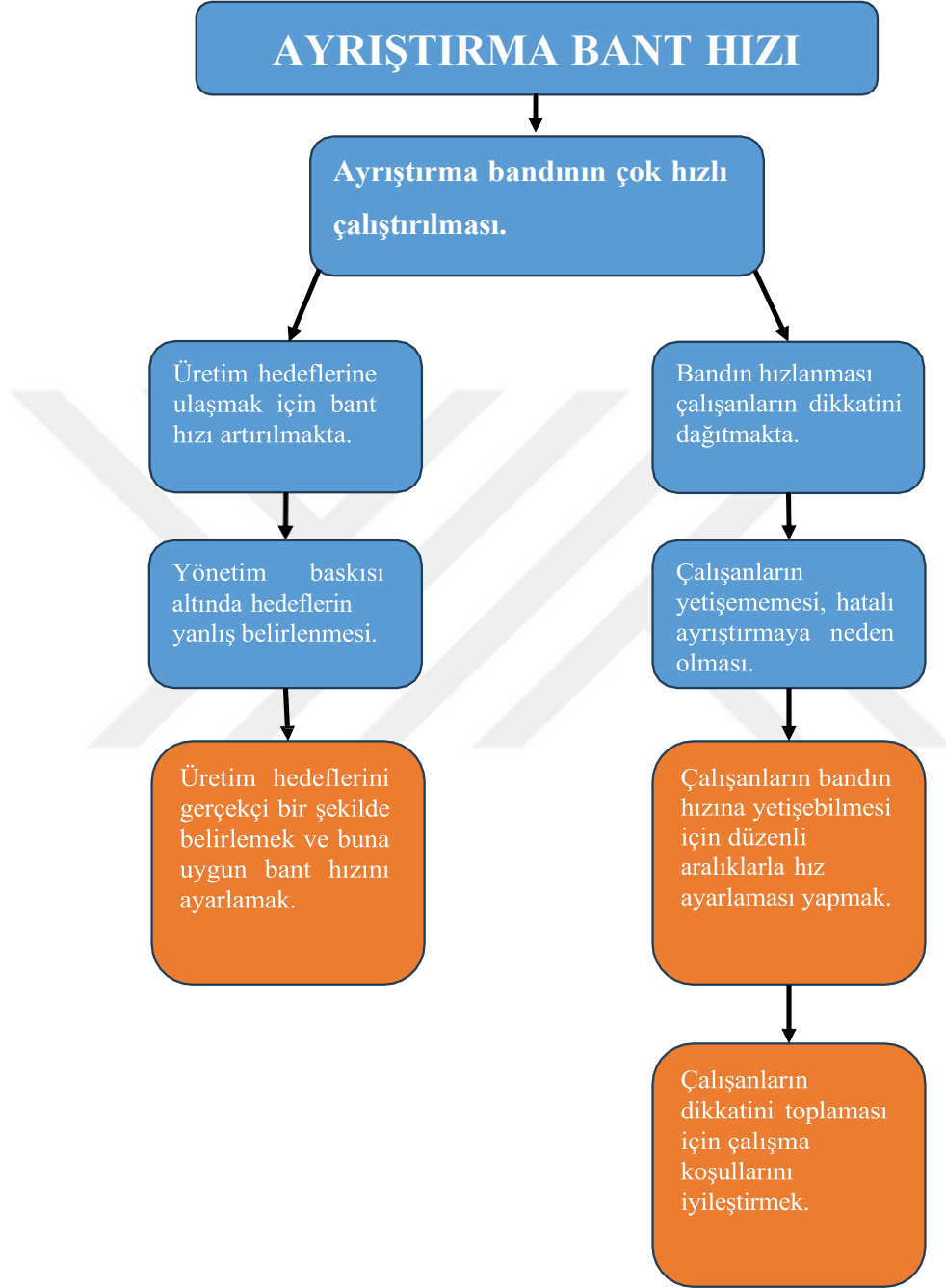




Şekil 4.9. Hurda Kontaminasyonu Etkileyen Faktörler

Hurda kontaminasyonu sorununu çözmek için neden neden analizi yapılmıştır. İlk olarak, hurda içerisinde istenmeyen maddelerin bulunmasının nedeni giriş kontrolünün yeterince sıkı olmamasıdır. Bu durum, kalite kontrol ekipmanının eksik veya yetersiz olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, tedarikçilerin yeterince denetlenmemesi ve tedarikçi kalite standartlarının düşük olması da önemli faktörlerdir. Bu sorunları gidermek için bir dizi iyileştirme önerisi sunulmuştur: giriş kontrol süreçlerinin sıkılaştırılması ve bu süreçlerde kullanılacak gerekli ekipmanların sağlanması, tedarikçi denetimlerinin

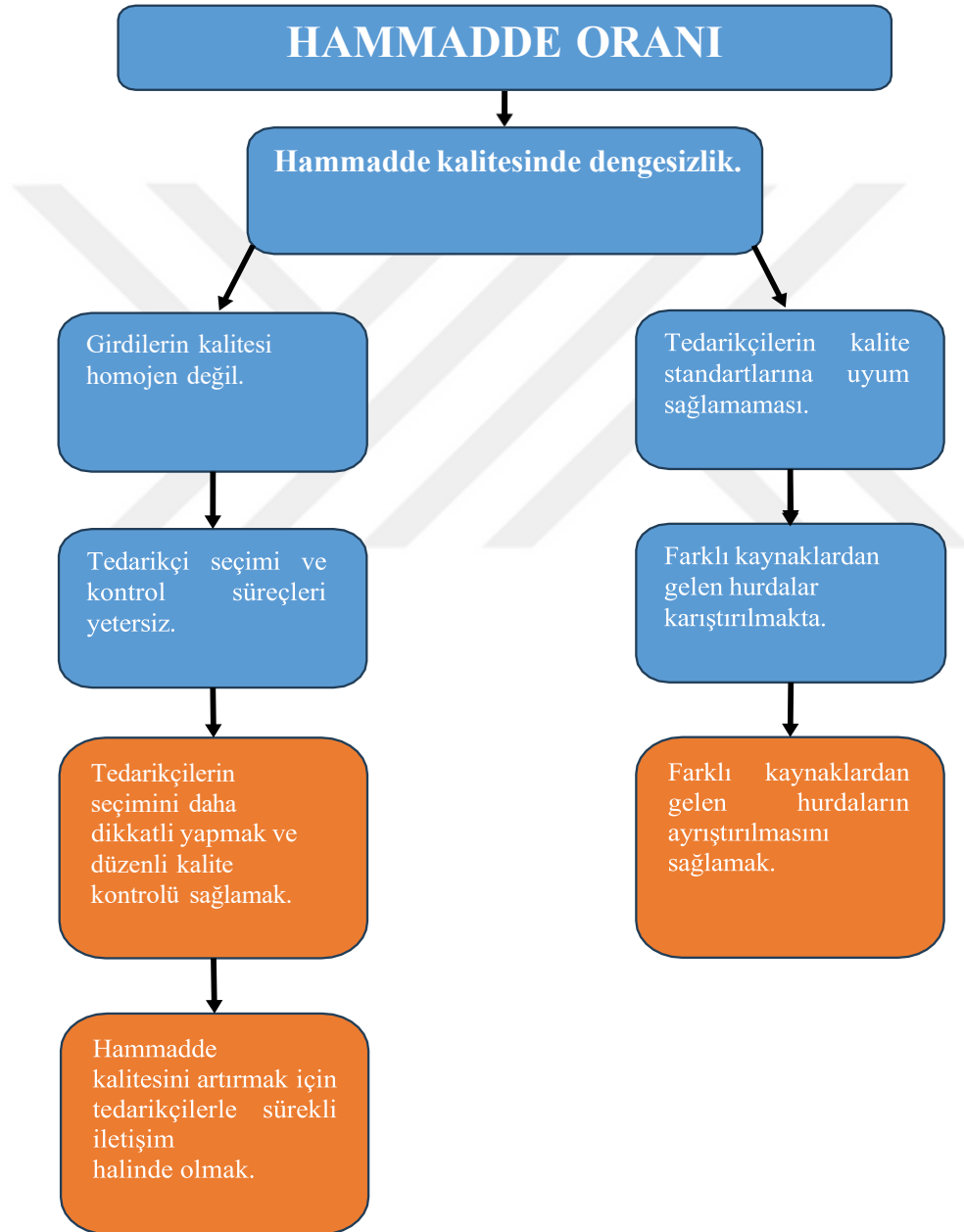
artırılması ve kalite standartlarının yükseltilmesi, tedarikçilerle kalite anlaşmaları yapmak ve bu anlaşmaları düzenli olarak kontrol etmek. Bu iyileştirmeler, hurda kontaminasyonunu azaltarak genel üretim kalitesini ve verimliliğini artıracaktır.



Şekil 4.10. Ayırıştırma Bant Hızını Etkileyen Faktörler

Ayırıştırma bant hızı sorunu için neden neden analizi yapılmıştır. İlk olarak, ayırıştırma bandının çok hızlı çalıştırılması, üretim hedeflerine ulaşmak için bant hızının artırılmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum, yönetim baskısı altında hedeflerin

yanlış belirlenmesiyle ilişkilidir. Bandın hızlanması, çalışanların dikkatini dağıtmakta ve çalışanların bant hızına yetişememesi hatalı ayarlırmaya neden olmaktadır. Bu sorunları gidermek için bir dizi iyileştirme önerisi sunulmuştur: üretim hedeflerini gerçekçi bir şekilde belirlemek ve buna uygun bant hızını ayarlamak, çalışanların bandın hızına yetişebilmesi için düzenli aralıklarla hız ayarlaması yapmak ve çalışanların dikkatini toplamaları için çalışma koşullarını iyileştirmek. Bu iyileştirmeler, ayrıştırma sürecinin daha verimli ve hatasız bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayacaktır.



Şekil 4.11. Hammadde Oranını Etkileyen Faktörler

Hammadde oranında dengesizlik sorununu çözmek için neden neden analizi yapılmıştır. İlk olarak, hammadde kalitesindeki dengesizlik, girdilerin kalitesinin homojen olmamasından kaynaklanmaktadır. Bu durum, tedarikçi seçimi ve kontrol süreçlerinin yetersiz olmasından ileri gelmektedir. Ayrıca, tedarikçilerin kalite standartlarına uyum sağlamaması ve farklı kaynaklardan gelen hurdaların karıştırılması da önemli faktörlerdir. Bu sorunları gidermek için bir dizi iyileştirme önerisi sunulmuştur: tedarikçilerin seçiminde daha dikkatli olmak ve düzenli kalite kontrolü sağlamak, hammadde kalitesini artırmak için tedarikçilerle sürekli iletişim halinde olmak ve farklı kaynaklardan gelen hurdaların ayrıştırılmasını sağlamak. Bu iyileştirmeler, hammadde kalitesinin dengeli hale gelmesini ve üretim sürecinin daha verimli işlenmesini sağlayacaktır.



Şekil 4.12. Kırma Bıçağının Hasar Görmesi

Yapılan neden-neden analizi, ayrıştırma hattındaki verimlilik sorunlarının kökenini ortaya çıkarmış ve bu sorunlara yönelik çözüm önerileri sunmuştur. Bu çözümler, verimliliği artırmayı ve israfı minimize etmeyi hedeflemektedir. Gerçekleştirilen iyileştirmeler sonucunda, Andon sistemleri kullanılarak bant hızı ve insan hızının kontrol altında tutulması sağlanmış ve bu sayede çevrim süresi 15 saniyeden 10,3 saniyeye düşürülmüştür. Ayrıca, tedarikçilerin denetimden geçirilmesiyle fire oranı %4,6'dan %1,8'e düşürülmüştür. Bu sayede OEE (Overall Equipment Effectiveness) değerleri %54'ten %80,3'e yükselmiştir. Çalışanlardan gelen geri bildirimler doğrultusunda gerçekleştirilen iyileştirmeler hem kısa vadede hem de uzun vadede

işletmenin performansını önemli ölçüde artıracaktır.

Kırma Makinası

Kırma makinasının verimli çalışabilmesi için düzenli bakım ve temizlik önemlidir. Bıçakların keskinliğini koruması ve hareketli parçaların sorunsuz çalışması, kırma işleminin etkinliğini artırır. Operatörler, makinanın doğru şekilde çalışmasını sağlamak için düzenli olarak eğitim almalı ve güvenlik protokollerine uymalıdır. Ayrıca, kırma makinasının çalışması sırasında oluşan gürültü seviyesinin de kontrol altında tutulması, iş sağlığı ve güvenliği açısından önemlidir.

Kırma makinasının performansını etkileyen diğer bir faktör ise, malzemenin homojenliği ve yoğunluğudur. Farklı yoğunluk ve boyutlardaki malzemelerin aynı anda kırılması, bıçaklara zarar verebilir ve kırma süresini uzatabilir. Bu nedenle, malzemenin önceden ayrıştırılması ve homojen hale getirilmesi kırma işleminin verimliliğini artıracaktır. Kırma makinası, geri dönüşüm sürecinde önemli bir rol oynar ve doğru kullanım ve bakım ile uzun ömürlü ve verimli bir şekilde çalışabilir.

Kırmada üretimin verimini etkileyen unsurlar şunlardır:

- Elek Çapı
- Bıçak Kalitesi
- Suyun Şiddeti

Elek Çapı

Üç farklı elek denenerek altı günlük bir analiz yapılmıştır: 100 mm, 80 mm ve 60 mm elek çapları denenmiştir.

Tablo 4.3. Optimum Elek Çapı Neden Neden Analizi

PROSES	POTANSİYEL KÖK NEDENLER						
	NEDEN?	NEDEN?	NEDEN?	NEDEN?	NEDEN?	KÖK NEDEN	ÇÖZÜM
ELEK ÇAPI	Kırmada üretim verimliliğinin düşük olması.	100 mm'lik elek çapı kullanılması	Büyük çap, yarı mamul ürünlerin helezonlara sarılmasına neden oluyor.	Motorların zorlanması, yanması ve kayışların kopması.	Hattın durmasına sebep oluyor.	Elek çapının uygun olmaması.	80 mm'lik elek çapı: en optimum hat verimini sağlıyor.
		60 mm'lik elek çapı kullanılması	Küçük çap, hat hızını yavaşlatıyor	Ürünlerin daha ince hale gelmesi için daha fazla işlenmesi gerekiyor.	Verim düşüyor.		
		80 mm'lik elek çapı kullanılması	Hız ve arıza oranı dengelenmiş oluyor		Arızalar ve duruşlar %34 oranında düşmüştür		

Tablo 4.3'de 100 mm'lik elek çapında, kırmadan geçen yarı mamul çapı büyük olduğu için hat hızlanacaktır. Ancak yarı mamul ürünler taşıma helezonlarına dolandığından, helezona bağlı motorların zorlanması, yanması ve kayışların kopması gibi sorunlar ortaya çıkar, bu da hattın durmasına sebep olur.

60 mm'lik elek çapı kullanıldığında, kırmadan geçen yarı mamul elek çapı küçüldüğünden dolayı daha fazla inceltmeye çalışır ve bu nedenle hat yavaşlar ve verim düşer.

80 mm'lik elek çapı kullanıldığında, en optimum hat verimini dengelediği ve arızaları, duruşları %50 oranında düşürdüğü tespit edilmiştir.



Şekil 4.13. Kırma Yıkama Hattı Eleği

Tablo 4.4. Bıçak Kalitesi Neden Neden Analizi

PROSES ADIMI	POTANSİYEL KÖK NEDENLER				
	NEDEN?	NEDEN?	NEDEN?	KÖK NEDEN	ÇÖZÜM
KIRMA BİÇAKLARI	Kırma bıçakları çabuk köreliyor.	Kullanılan malzeme yeterli sertlikte değil.	Yalın karbonlu çelik kullanılıyor.	Bıçak kalitesinin yetersiz olması.	Hardox 500 sertleştirilmiş çelik kullanımı ile üretim duruşları %60 verim sağlanmıştır.
	El aletleri ve kullanılacak malzemeler hazır değil.	Bıçak değişimine hazırlık yapılmamıştır	Vardiya değişimi nedeni ile bir sonraki vardiyaya bilmesi gereken kırma bıçakları bırakılmıştır.	Bıçak değişim süreleri uzun (30 dakika).	Takım değiştirme sürelerini minimum seviyeye indirebilmek için yedek takımların önceden işlem görmesi ve kullanılmaya hazır hale getirmesi gerekmektedir. Ayrıca el aletlerinin kolayca bulunabilmesi için belirli yer ve tezgâh ayarlanmalıdır.

Bıçak Kalitesi

Kırma bıçaklarının kalitesinin üretime etkisinin neden neden analizi Tablo 4.4'te yapılmıştır.

Üretim raporları incelendiğinde, kırma bıçaklarının hızla köreldiği ve bu nedenle günde üç defa değiştirilmesi gerektiği, her değişim süresinin 30 dakika olduğu belirlenmiştir. Yapılan kök neden analizi, asıl sorunun kırma bıçaklarının çabuk körelmesi ve fabrika üretimi olan kırma bıçağının yeterli sertlikte olmaması olduğunu ortaya koymuştur.

Bu sorunu çözmek amacıyla, bıçak dayanıklılığını artırmak için yalın karbonlu çelik yerine Hardox 500 sertleştirilmiş çelik kullanılmış ve üretim duruşları takip edilmiştir. Bu iyileştirme, bıçak değiştirme sıklığını günde üç defadan iki defaya düşürmüştür. Ayrıca, SMED yöntemi ile bıçak değişiminde kullanılacak el aletlerinin yerlerinin sabitlenmesi, bıçak değişiminden önce kullanıma hazır hale getirilmesi ve takılacak bıçakların önceden bilinmesi ile bıçak değişim süresi 90 dakikadan 40 dakikaya indirilmiştir.

Bu iyileştirmeler, üretim sürecinin kesintisiz ve daha verimli bir şekilde devam etmesini sağlamıştır. Hem duruş sürelerinin azaltılması hem de bıçak değiştirme sıklığının düşürülmesi, üretim hattının genel performansını artırarak daha verimli bir çalışma ortamı oluşturmuştur.



Şekil 4.14. Kırma Bıçağı

Kırma Suyu Şiddeti

Kırma suyu şiddetinin üretime etkisinin neden neden analizi Tablo 4.5'te yapılmıştır.

Tablo 4.5. Kırma Suyu Şiddetinin Neden Neden Analizi

PROSES ADIMI	POTANSİYEL KÖK NEDENLER				
	NEDEN?	NEDEN?	NEDEN?	KÖK NEDEN	ÇÖZÜM
KIRMA SUYU ŞİDDETİ	Tıkanmalardan dolayı hat duruyor.	Su yetersiz kaldığında ürün kırmada kalıyor.	Suyun şiddeti az olduğunda kırmadan sonraki mamul helezona inmiyor.	Suyun şiddetinin yanlış ayarlanması.	Suyun şiddeti optimum seviyede ayarlandı. Zaman kaybı ve üretim verimliliği düşüşü minimize edildi.
		Suyun şiddeti fazla olduğunda helezonda birikme yapıyor.	Fazla su, mamulün helezonda birikmesine yol açıyor.		

Üretim raporlarından elde edilen veriler doğrultusunda, duruşlar analiz edilerek üretim verimliliğini artırmak için çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Üst hazneden verilen suyun şiddetinin az olması durumunda, kırmadan sonraki kesilen mamul helezona doğru inemeyerek kırmada kalır. Öte yandan, suyun şiddeti fazla verilirse, helezonda birikme yapar ve tıkanmalara yol açar, bu da hattın durdurulup boşaltılmasını gerektirir. Her iki durumda da zaman kaybı ve üretim verimliliğinde düşüş yaşandığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.15. Kırma Yıkama Hattı

Kırma makinasının verimliliğini artırmak için suyun şiddeti, bıçak kalitesi ve elek

apı gibi kritik faktörlerin dikkatle ayarlanması gerekmektedir. Yapılan analizler ve iyileştirmeler sonucunda, üretim hattındaki duruşlar ve verim kaybı minimize edilerek genel üretim verimliliği önemli ölçüde artırılmıştır. Elek çapının 80 mm olarak belirlenmesi ve su şiddetinin optimum seviyede ayarlanması, helezonların tıkanması, motorların zorlanma arızaları ve duruşları %36 oranında azaltmıştır. Bu ayarlamalar sayesinde çevrim süresi 12 saniyeden 7,6 saniyeye indirilmiştir.

Ayrıca, bıçak değişiminde uygulanan SMED çalışması sayesinde bıçak değişim süresi %44 oranında düşürülmüştür. Bu unsurların dikkatle optimize edilmesi, üretim hattının genel performansını yükselterek OEE (Overall Equipment Effectiveness) değerlerini %63'ten %86,8'e çıkarmıştır.

Yıkama Havuzu

Yıkama havuzlarındaki su miktarının optimum seviyede tutulması gerekmektedir. Su miktarı az olduğunda hammadde ilerlemesi gecikir ve bu durum hat hızını yavaşlatır. Öte yandan, su miktarı fazla olduğunda havuzdan taşma meydana gelir ve bu da fireye neden olur. Su seviyesinin personel tarafından manuel olarak ayarlanması yerine, otomatik su seviyelendirme sensörü ile su seviyesi ayarlanarak hem hat verimi artırılmış hem de havuz dışına taşma yapmasının önüne geçilmiştir.

Yıkama havuzunda kirli ve kötü kokulu olan yarı mamuller, granül ekstrüzyon hattından çıkan hammaddenin de kötü kokmasına neden olabilir, bu da ürün kalitesini ve müşteri memnuniyetini olumsuz etkiler. Bu sorunun önüne geçmek için sodyum hipoklorit (NaOCl) ve katı kostik kullanılarak, yıkama havuzunda hammaddenin kötü kokusunun giderilmesi ve suyun dezenfeksiyonu sağlanmıştır. Bu iyileştirme sayesinde, nihai ürün kalitesinde belirgin bir artış sağlanmış ve müşteri memnuniyeti artırılmıştır.

Ayrıca, yıkama havuzunun periyodik olarak temizlenmesi ve bakımının yapılması gereklidir. Bu bakım işlemleri, havuzun içinde biriken tortuların ve kalıntıların temizlenmesini, filtrelerin kontrol edilmesini ve sistemin genel olarak sorunsuz çalışmasını sağlar. Düzenli bakım sayesinde, yıkama havuzu her zaman en yüksek verimlilikte çalışır ve uzun ömürlü olur.

Yıkama havuzunda gerçekleştirilen bu iyileştirmeler, üretim sürecinin verimliliğini artırmış, ürün kalitesini yükseltmiş ve müşteri memnuniyetini sağlamıştır. Otomatik su seviyelendirme sensörleri, sodyum hipoklorit ve katı kostik kullanımı ve düzenli bakım gibi uygulamalar, yıkama havuzunun performansını optimize ederek genel üretim sürecine önemli katkılar sağlamıştır.



Şekil 4.16. Yıkama Havuzu

Granül Ekstrüzyon Hattı

Granül ekstrüzyon üretim hattında hız düşümüne neden olan faktörler çeşitli kategorilerde toplanmıştır. Bu faktörler, makina, metot, çevre, malzeme ve insan faktörlerinden kaynaklanmaktadır.

Balık kılçığı diyagramı, yedi kalite aracından biridir ve hataların kökenlerini tespit etmek için kullanılır. Ana kategorilere ayrılarak oluşturulan bu diyagram, ürün tasarımı ve kalite hatalarının azaltılmasına yönelik çözümler sunar. Balık kılçığı diyagramı oluşturulurken alt başlıkların neden olduğu kısıtlamalar göz önünde bulundurulur.

- Metot
- İnsan
- Makine
- Ölçüm
- Çevre

Verilen kategoriler dikkate alınarak, sorunların ana nedenleri hakkında ekip üyeleriyle beyin fırtınası yapılır. Balık kılçığı diyagramı, problemlerin olası tüm nedenlerini ve bunlar arasındaki ilişkileri bu şekilde incelemeyi sağlar.

Bu yaklaşımın;

- Sorunun nedenlerini daha net bir şekilde görmeyi,
- Açık tartışma ortamı yaratmayı,
- Takım içi iletişimi geliştirmeyi sağlayan faydaları bulunmaktadır.



Şekil 4.17. Granül Ekstrüzyon Hattında Balık Kılçığı Diyagramı Uygulaması

İlk olarak, meydana gelen olayın gerçek nedenlerini tespit etmek için süreci ve sistemi analiz eder. Bu analiz, olayın ardındaki gizli tehlikeleri ve nedensel faktörleri belirlemeye odaklanır. Sürekli iyileştirme felsefesi olan Kaizen, küçük ve sürekli adımlarla süreçleri iyileştirmeyi hedefler. Bu bağlamda, elde edilen bulgulara dayanarak gelecekte benzer olayların olasılığını azaltacak çözümler ve önerilen değişiklikler geliştirilir.

Kaizen çalışmaları, ekiplerin günlük iş akışında verimlilik ve kaliteyi artıracak küçük ama etkili değişiklikler yapmalarını teşvik eder. Bu şekilde, tehlikenin ortadan kaldırılması veya azaltılması için pratik adımlar atılır ve benzer olayların tekrarlanmasının önüne geçilir. Kaizen, organizasyonlara sürekli iyileştirme fırsatları sunar ve gelecekteki hataları veya sorunları önceden tespit ederek daha güvenli ve verimli bir çalışma ortamı sağlar.

Standarda göre, Kaizen çalışmaları, olayın tekrarlanmasını önlemek veya riski azaltmak için altta yatan nedenleri belirlemek için yapılır ve sonuçlarına göre yönetim aksiyon alır. Bu çalışmalar, ekiplerin katılımıyla gerçekleştirildiğinden, çalışanların süreçlere olan bağlılığı ve motivasyonu artar, böylece işletmenin genel performansı iyileşir.

Tüm sorunların potansiyel kökenleri bölümünde, her bir sorun türü için tespit edilen tüm olası kökenler belirlenmelidir. Sorunların kökenlerini tespit etmek için kullanılan yöntemlerden biri de kök neden analizidir.

Tablo 4.6. Granül Ekstrüzyon Hattının Neden Neden Analizi

ADIM NO	PROSES	POTANSİYEL KÖK NEDENLER		
		NEDEN?	NEDEN?	NEDEN?
1	Hammadde Dozajlama	Çekilen filmin gazlı olması	Granülün gazlı olması	Vakum nem alma ünitesinin etkin çalışmaması
2	Hammadde Dozajlama	Çekilen filmin gazlı olması	Granülün gazlı olması	Vakum nem alma ünitesinin etkin çalışmaması
3	Hammadde Dozajlama	Çekilen filmin gazlı olması	Granülün gazlı olması	Vakum nem alma ünitesinin etkin çalışmaması
4	Hammadde Dozajlama	Çekilen filmin gazlı olması	Granülün nemli olması ve granüllerin yeterince kurutulmaması	Kurutma ünitesinin tam kapasitede çalışmaması
5	Hammadde Dozajlama	Granülün yanık olması	Vida kovanı nedeniyle oluşan sorun	Vida kovanına yabancı (metal) maddelerin girmesi
6	Hammadde Dozajlama	Granülün yanık olması	Granül eleği tıkanıldığında operatör eleği değiştirmek yerine rezistans sıcaklığını artırıyor veya eriyik basıncını değiştiriyor, bu da malzemenin elekten geçmesini sağlıyor ancak eriyik malzemenin kalitesini bozuyor	
8	Hammaddelerin Granül Ekstruderde Erimesi	Operatörün makine devrini kendi inisiyatifıyla düşürmesi		
9	Hammaddelerin Granül Ekstruderde Erimesi	Operatörün makine devrini kendi inisiyatifıyla düşürmesi		

10	Hammaddelerin Granül Ekstruderde Erimesi	Her operatörün granül makinesini farklı şekilde ayarlaması		
11	Hammaddelerin Granül Ekstruderde Erimesi	Her operatörün granül makinesini farklı şekilde ayarlaması		
NEDEN?		NEDEN?	KÖK NEDEN	
Vakum kapağının sızdırması			Orijinal silikon yerine farklı bir malzeme kullanılmıştır	
Vakum kapağının sızdırması			Vakum kapağını açarken ve kapatırken doğru yöntemin kullanılmaması tespit edilmiştir	
Vakum saati arızalı ve hatalı veri veriyor			Vakum saati, personel hatası nedeniyle hasar görmüştür	
Kurutma eleği süzgeci sık sık tıkanıyor		Kesim sırasında oluşan kepeklerin elekleri tıkaması	Operatör, akıtma ayarını düzgün şekilde yapılmamaktadır	
			Satın alınan yarı mamulde ayrıştırılamayan yabancı maddeler mevcuttur	
Eleğin doğru zamanda değiştirilmemesi			Granül hattında elek değişimi için bir standart bulunmamaktadır	
			Granül ekstrüder ayarının her operatör tarafından farklı yapılmaktadır	
			Granül ekstrüder hattında otomatik hız devri kontrol sistemi bulunmamaktadır	
			Granül ekstrüder hattında standart makine çalıştırma talimatının bulunmamaktadır	
			Operatörlerin yetkinlik düzeyleri arasında fark bulunmaktadır	

Makina ve Metot Faktörleri

- Vakum kapağıyla ilgili problemler hem makina hem de metot kategorisinde yer almaktadır. Orijinal silikon kullanılmaması ve vakum kapağının doğru metotla açılıp kapanmaması, makina ekipmanının zarar görmesine neden olabilir.
- Granül ekstrüzyon hattı makinelerinde otomatik hız devri kontrol sisteminin eksikliği ve elek değişimi için bir standardın olmaması, üretim sürecinin

tutarsız çalışmasına neden olabilir.

- Standart makine çalışma talimatlarının eksikliği, operatörlerin makinaları etkin kullanamamalarına yol açabilir.
- Çevre ve Malzeme Faktörleri
- Gelen mamullerin içerisinde ayrıştırılamayan yabancı cisimlerin bulunması hem çevre hem de malzeme kategorisinde sorun yaratmaktadır. Bu durum, üretim sürecinde yabancı maddelerin neden olduğu duraklamalara ve ekipman hasarlarına yol açabilir.

İnsan Faktörleri

- Operatörlerin aktarma ayarını düzgün yapamaması ve her operatörün farklı yetkinliğe sahip olması, üretim hattının verimli çalışmasını engelleyebilir.
- Personelin dikkatsizliği nedeniyle vakum saatinin zarar görmesi, ekipmanın düzgün çalışmamasına ve sonuçta hız düşümüne neden olabilir.

Kai-zen Uygulamaları

- Vakum kapağında orijinal silikon kullanımı sağlanmalı ve vakum kapağının doğru metotlarla açılıp kapandığından emin olunmalıdır.
- Granül ekstrüzyon hattı makinelerinde otomatik hız devri kontrol sistemi kurulmalı ve elek değişimi için standart bir prosedür oluşturulmalıdır.
- Granül ekstrüzyon hattı makineleri için standart makine çalışma talimatları hazırlanmalı ve operatörlere eğitim verilmelidir.
- Gelen mamullerdeki yabancı cisimlerin ayrıştırılması için ek önlemler alınmalı ve kontroller sıkılaştırılmalıdır.
- Operatörlerin aktarma ayarlarını doğru yapabilmesi için eğitimler verilmelidir ve operatörlerin yetkinlik seviyeleri standart hale getirilmelidir.
- Personelin dikkatli çalışmasını teşvik edecek önlemler alınmalı ve vakum saatinin zarar görmemesi için koruyucu tedbirler geliştirilmelidir.

Bu adımlar, granül ekstrüzyon üretim hattının verimliliğini artıracak ve hız düşümünü minimize edecektir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

İşletmeler, varlıklarını sürdürebilmek amacıyla değer akışında gizli israfları yok etmek, üretim etkinliğini artırmak ve sürekli iyileştirme prensibini benimsemek istemektedir. Bu çalışmada, esas olarak geri dönüşüm proseslerine yalın üretim tekniklerinin uygulanması amaçlanmaktadır. Bunu yaparken, VSM ile mevcut durum analizlerini yapmayı planlamaktadır. Yalın üretimde temel olarak, süreçlerde israfların ortadan kaldırılması, müşteri ihtiyaçlarının karşılanması, operasyonel verimliliğin artırılması ve maliyetlerin azaltılması üzerinde durulmaktadır. Bu nedenle, yalın üretim tekniklerinden yararlanarak VSM tekniği uygulamayı planlamaktadır. Mevcut durum analizi, sayısal verilere dönüştürülüp gelecek durum analizi için bir plan oluşturmak istenmektedir.

Yalın üretim araçları, maliyetlerini, kalitelerini ve performanslarını iyileştirmek isteyen işletmeler tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmanın uygulama bölümünde, siparişlerini zamanında hazırlamakta güçlük çeken ve üretim hataları gibi sorunları bulunan bir işletmede, yalın üretime geçiş yolunda israf kaynaklarının tespit edilmesini sağlayan VSM yönteminden yararlanarak, bilinen veya bilinmeyen israfları göz önüne çıkarak sorunun nerede olduğunu tespit etmek ve bir çözüm uygulamak amaçlanmaktadır.

Geçmiş çalışmalar gözlemlendiğinde, genel olarak VSM çalışmalarında, üretim sürecinde rasyonel bir planlama kararının bulunmamasının kurulum süresinin ve ara stokların artmasına, hatalı ürün üretimine, hareket israfına, hammadde kaybına ve üretim süresinin uzamasına neden olduğu görülmektedir. Sorunlara çözüm olarak, gelecek durum değer akış haritası ile çalışmaların getirileri ile ulaşılacak noktayı temsil edecek şekilde oluşturulması hedeflenmektedir.

İşletmelerin üretim süreçlerinde gözlemlenebilecek israf kaynakları belirlenerek, iyileştirme çalışmalarında işlem süresinin kısaltılması, hammadde kaybının azaltılması, yarı mamul stok düzeyinin düşürülmesi, üretim hatalarının azaltılması, üretim akışını olumsuz etkileyen faktörlerin ortadan kaldırılması ve kalitenin iyileştirilmesi planlanmaktadır. İyileştirme faaliyetleri ile hammadde kullanımına bağlı maliyetlerden tasarruf, üretim akış süresi ve işlem süresinde kısalma, geciken teslimatlarda azalma, stoklarda azalma ve hatalı üretimde iyileşme gibi kazanımlar elde etmek istenmektedir.

Plastik geri kazanım hammadde imalatında AYPE üretilmektedir. VSM ile mevcut durumu analiz edip geri kazanım proseslerinde iyileştirmeler uygulamak

hedeflenmektedir. İşletmeden edinilen bilgiler doğrultusunda öncelikle ürün ailesi belirlenmiş ve gözlemler sonucunda mevcut durum haritası çizilmiştir. Bu harita incelendiğinde, işletmenin gün sonunda müşteri taleplerine yetersiz kaldığı ve mevcut üretim hattının ürün üretilmediği için sürekli fazla mesai yapıldığı tespit edilmiştir. Bu durum, müşteri kaybına yol açtığı gözlemlenmiştir. Sürekli akışın olduğu süreçlerde gereksiz duruşların meydana geldiği de belirlenmiştir. Harita, sürecin her aşamasında gözlenen eksiklikleri ve darboğazları ortaya koyarak işletmenin performansını artırmak için gerekli iyileştirmelerin belirlenmesine yardımcı olmuştur. Üretim hattındaki bu aksaklıkların giderilmesi, müşteri memnuniyetini artırarak işletmenin rekabet gücünü yükseltecektir. Ayrıca, fazla mesailerin azaltılması iş gücü maliyetlerini düşürecek ve çalışan memnuniyetini artıracaktır. Bu doğrultuda, yapılan analizler ve iyileştirme önerileri ile işletmenin verimliliğini artırmak için adımlar atılacaktır.

Mevcut durum haritasında gün boyunca üretilen ürün miktarının süresinde gereksiz duruşlar dikkate alınarak iyileştirmeler önerilmiştir. Ayırıştırma hattına andon sistemi uygulanarak, kırma makinesinin çektiği akıma göre hammadde yükü altında kalmadığında siren öterek hattın yavaşladığını bildiriyor. Bu sayede çalışanların verimleri belirli bir seviyede tutuluyor ve hat kontrolü, siren sesi ile gerçekleştiriliyor. Ayrıca, TPM ile personelin performansını ve motivasyonunu artırmak amacıyla eğitim ve ergonomik düzenlemeler planlanmıştır. Ayırıştırma sürecinin iyileştirilmesi için yapılan neden-sonuç analizi sonucunda, verimliliği artırmak ve israfı en aza indirmek için gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Bu çalışmalar sırasında, çalışanların geri bildirimleri dikkate alınmış ve süreçlerde yapılan değişikliklerin etkinliği sürekli izlenmiştir. Hurda kontaminasyonu sorununu çözmek için yapılan analizler, giriş kontrolünün yetersizliğini ve kalite kontrol ekipmanının eksikliğini ortaya koymuştur. Ayrıca, tedarikçilerin denetiminin yetersizliği ve düşük kalite standartları da önemli faktörler olarak belirlenmiştir. Bu sorunları çözmek için, tedarikçilerin daha dikkatli seçilmesi, düzenli kalite kontrolü sağlanması ve tedarikçilerle sürekli iletişim halinde olunması gerektiği ortaya konulmuştur. Bu iyileştirmeler, hammadde kalitesini dengeli hale getirerek üretim sürecinin daha verimli işlenmesini sağlayacaktır. Andon sistemleri kullanılarak bant hızı ve insan hızının kontrol altında tutulması sağlanmış ve bu sayede çevrim süresi 15 saniyeden 10,3 saniyeye düşürülmüştür. Ayrıca, tedarikçilerin denetimden geçirilmesiyle fire oranı %4,6'dan %1,8'e düşürülmüştür. Sonuç olarak ayırıştırma hattının OEE değerleri %54'ten %80,3'e yükselmiştir.

Kırma hat hızının optimum verimlilik ile çalışması için 80 mm çapında elek kullanımı ile arızaları ve duruşları %36,7 oranında azaltarak hattın stabilitesini sağladığı belirlenmiştir. Kırma bıçaklarının sık körelmesi problemi üzerine yapılan kök neden analizi, bıçakların yeterince sert olmamasını ortaya çıkarmıştır. Bu sorunu çözmek için yalın karbonlu çelik yerine hardox 500 sertleştirilmiş çelik kullanılmış ve üretimdeki duruşlar takip edilmiştir. Üretim verimliliğini artırmak amacıyla suyun şiddetinin doğru ayarlanması ile helezonların tıkanması, motorların zorlanma arızaları ve duruşları %36 oranında azaltmıştır. Bu süreçte çevrim süresi 12 sn olan hattın 7,6 sn düşürülerek % 36,7 oranında iyileşme sağlamıştır. Ayrıca, bıçak değişiminde uygulanan SMED çalışması sayesinde bıçak değişim süresi %44 oranında düşürülmüştür. Bu unsurların dikkatle optimize edilmesi, üretim hattının genel performansını yükselterek OEE değerlerini %63'ten %86,8'e çıkarmıştır.

Yıkama havuzlarında Kaizen uygulanarak su miktarının optimum seviyede tutulması, hat hızını ve verimliliğini artırır. Otomatik su seviyelendirme sensörleri, taşmayı önlerken, sodyum hipoklorit ve katı kostik kullanımı kötü kokuyu giderir ve suyu dezenfekte eder. Düzenli bakım, havuzun verimliliğini ve ömrünü uzatır. Bu iyileştirmeler, üretim sürecinin verimliliğini ve ürün kalitesini artırarak müşteri memnuniyetini sağlar. Son olarak granül ekstrüzyon üretim hattının verimliliğini artıracak ve hız düşümünü minimize edecek iyileştirmeler yapılarak toplam çevrim süresini 88 sn'den 64 sn'ye düşürerek süreç hızlanmıştır.

Önerilen diğer bir çalışma ise, kirli gelen geri dönüştürülebilir plastiklerin yeniden işlenebilmesi için su ile temizlenmesi gerekmektedir. Bu noktada, kirli suyun yeniden kullanılabilir bir suya dönüştürülmesi için bir yöntem geliştirmeyi ve gerekli araştırmalar yapıldıktan sonra üretim akışına en uygun yerleşim planını hazırlamayı planlamaktadır. Proseslerdeki kalıp değişimi veya ürün değişimi sonucu oluşan teleflerin veya yeniden işlenmesi gereken ara mamullerin en aza indirilmesi hedeflenmektedir.

KAYNAKÇA

- Abdulmaged, A. (2009). İş yeri düzenlemesinde 5s yaklaşımı ve derin kuyu pompası imal eden bir işletmede bir uygulama. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, s.15.
- Acar, N., (2003). *Tam Zamanında Üretim*. Milli Prodüktivite Merkezi, Ankara, s.153.
- Aguilar-Escobar, V. G., Bourque, S., and 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.
- Ahuja, I., and Khamba, J. (2008). Total productive maintenance: Literature review and directions. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 25(7):709–756.
- Akarsu, Y., ve Alacahan, N. D. (2019). Döviz kuru riski ve Türkiye ekonomisi açısından değerlendirmesi. *Journal of Life Economics*, 6(1):79-90.
- Akçacı, T., ve Özyurt, S. (2021). Yalın üretime geçiş: İplik sektöründe bir uygulama. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 9(2):85-103.
- Aktaş, O. (2022). Çeşitli az hacimde atölye tipi üretim yapan işletmelerde değer akış haritalama ve bir üretim işletmesinde uygulama. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, s.17.
- Akın, N. G. (2020). Değer akış haritalama yöntemi ile yalın uygulamalar: Tekstil sektörü örneği / Lean applications with value stream mapping method: Example of textile sector. *Uluslararası Ekonomi İşletme ve Politika Dergisi*, 4(2):477-492.
- Alanyüz, E. (2023). Zeytinyağı işletmesinde yalın üretimde değer akış haritalama Uygulaması. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, s.10.
- Allen, J., Robinson, C., ve Stewart, D. (2001). *Lean Manufacturing: A Plant Floor Guide*. Society of manufacturing engineering press, Michigan, Dearborn, USA, p.174-

Alp, F., ve Akalın, B. (2023). Yalın yönetim alanında yürütülen lisansüstü tezlerin bibliyometrik analizi (1996-2022), *Sağlık ve Sosyal Refah Araştırmaları Dergisi*, 5(1):114-125.

Andon Industrial Production Line Monitoring System, (2005-2011). Erişim Tarihi: 04 Haziran 2024 <http://www.andon.pl/> adresinden erişildi.

Andon, B. (2013). Bir otomotiv yan sanayi fabrikasında andon sistemi ve uygulaması, Andon system application in automotive supply industry. 13. *Üretim Araştırmaları Sempozyumu*, s.186-192.

Ansal, H. (1994). Kapitalist üretim esneklik kazanıyor: Postfordizm, *İktisat Dergisi*, (346):28-36.

Apiliogullari, L. (2010). *Lean transformation: The code of productivity*, System Publishing, İstanbul, p.237.

Arslandere, M. (2017). Yalın üretime geçiş çalışmaları; değer akış haritalama. Bireysel öneri sistemi, kaizen çalışmaları: Büyük ölçekli firmalarda uygulamalar, s.8-25.

Arslandere, M. (2018). *Yalın üretim ve yalın üretime geçiş çalışmaları: büyük ölçekli gıda firmalarında uygulamalar*. Eğitim Yayınevi, s.254.

Arslandere, M., ve Tekin, M. (2017). Üretimde hata önleme aracı olarak POKA-YOKE sistemi ve bir uygulama örneği. *Kesit Akademi Dergisi*, (11):339-350.

Aslantaş, T. (2014). Yalın üretim felsefesi, yöntemleri ve kanban tekniğinin otomotiv sektörüne uygulanması. Gazi Üniversitesi, Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, ABD, s.61.

Ayçin, E. (2016). Yalın üretim uygulamalarında israfın azaltılması ile performans ölçütleri arasındaki ilişkilerin ve etkileşimin analizi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, s.24.

Ayçin, E., ve 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.

Başak, E. E., Yılmaz, İ. S., ve Deniz, N. (2019). Endüstriyel ürün imalatı yapan bir işletmede yalın üretim uygulaması. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 30(3):157-172.

Bay, M., ve Çiçek, E. (2007). Tam zamanında üretim sistemlerinde hata önleyiciler: poka. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2007(3):53-62.

Bhasin, S., ve Burcher, P. (2006). Lean viewed as a philosophy. *Journal of manufacturing technology management*, 17(1):56-72.

Bilici, S. (2019). Değer akış haritalama yöntemi kullanılarak tekstil sektöründe yalın üretim uygulaması. Yalova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s.77.

Bilici, S., ve Kosanoğlu, F. (2021). Değer akış haritalama ve fmea yöntemleri kullanılarak tekstil sektöründe yalın üretim uygulaması. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 33(1):131-142.

Birgün, S., Gülen K. G. ve 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

Black, J. (2008). *Lean Production: Implementing A World-Class System*. Industrial Press Inc, New York, p.94.

Bodek, N. (2004). *Kaikaku: The power and magic of lean: a study in knowledge transfer*. PCS Press, USA, p.392.

Bozdemir, E., ve Orhan, M. S. (2011). Üretim maliyetlerinin düşürülmesinde kaizen maliyetleme yönteminin rolü ve uygulanabilirliğine yönelik bir araştırma. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(2):463-480.

Brinker, B. (1996). *Handbook of Cost Management*. Warren Gorham ve Lamont, New York.

- Brook, O. R., Kruskal, J. B., Eisenberg, R. L., and Larson, D. B. (2015). Root Cause Analysis: Learning From Adverse Safety Events. *Radiographics*, 35(6):1655-1667.
- Brunet, A. P., and New, S. (2003). Kaizen in Japan: An Empirical Study. *International Journal Of Operations Ve Production Management*, 23(12):1426-1446.
- Bulut, F., ve Yıldız, M. S. (2018). Sağlık profesyonellerinin yalın uygulamalara direncini belirlemeye yönelik bir araştırma. *İşletme Bilimi Dergisi*, 6(3):239-272.
- Bulut, S. (2012). Beyaz eşya yan sanayi sektöründe Erp ve yalın üretim olgunluğu analizi ve otomotiv yan sanayi ile kıyaslama. İstanbul Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s.185.
- Büyükarıkan, U. (2021). Elma üretimi yapan bir tarım işletmesinde değer akış maliyetleme yöntemine göre örnek uygulama. *Alanya Akademik Bakış*, 5(1):161-175.
- Carlborg, P., Kindström, D., and Kowalkowski, C. (2013). A lean approach for service productivity improvements: synergy or oxymoron?. *Managing Service Quality: An International Journal*, 23(4):291-304.
- Chen, J. C., Li, Y., and Shady, B. D. (2010). From value stream mapping toward a lean/sigma continuous improvement process: an industrial case study. *International Journal of Production Research*, 48(4):1069-1086.
- Chiarini, A. (2012). *Lean organization: from the tools of the Toyota Production System to lean office*. Springer Science and Business Media, p.168.
- Chourasia, R., and Nema, A. (2016). Review on implementation of, 5S methodology in the services sector. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 3(4):1245-1249.
- Comm, C. L., and Mathaisel, D. F. (2005). A case study in applying lean sustainability concepts to universities. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 6(2):134-146.
- Coşkun, E., ve Özcan, S. (2023). Değer akış haritalama yöntemi ve bir imalat işletmesinde

uygulanması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26(4):881-894.

Crawford, K. M., and Cox, J. F. (1991). Addressing manufacturing problems through the implementation of just-in-time. *Production and Inventory Management Journal*, 32(3):14–35.

Cudney, E. (2009). *Using hoshin kanri to improve the value stream*. Productivity Press, New York, p.160.

Çanakçıoğlu, M., (2019). Yalın düşünce felsefesinde israfla mücadele araçları, *Social Sciences Research Journal*, 8(3):270-282.

Çavmak, D. Ç. (2018). Sağlık hizmetlerinde yalın yönetim: bir özel hastane koroner yoğun bakımı değerlendirmesi. *Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi*, 4(1):54-73.

Çelebi, G., ve Yıldız, M. S. (2020). Bir imalat işletmesinde AHP tabanlı yalın üretim tekniği seçimi. *İşletme Bilimi Dergisi*, 8(2):227-256.

Çelenk, O., Topoyan, M., ve Kaynak, K. K. (2019). Yalın düşünce bakış açısıyla acil servis iş akışlarının değerlendirilmesi. *Dokuz Eylül University Journal of Graduate School of Social Sciences*, 21(2):585–604.

Çilhoroz, Y., ve Arslan, İ. (2018). Yalın yönetim yaklaşımı ve sağlık hizmetlerinde uygulamaları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(32):156-185.

Deming, W. E. (1996). *Krizden Çıkış*, Cem Akış (çev).Arçelik AŞ, İstanbul, s.418.

Demirci, Ö. (2017). Tekstil sektöründe değer akış haritalama ve MTM-UAS metotlarının uygulamalı kombinasyonu. Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, s.63.

Dillon, A. P., and Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. New York, p.384.

Doğan, N. Ö., ve Ersoy, Y. (2016). Hizmet sektöründe değer akış haritalama uygulaması:

bir üniversite araştırma ve uygulama merkezi örneği. *Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi*, (48):103-116.

Doğan, N. Ö., ve Yağlı, B. Ş. (2019). Sağlık sektöründe yalın düşünce: bir literatür derlemesi. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 22(2):467-490.

Dudek-Burlikowska, M., and 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.

Duzdar Argun, İ., ve Çelik, S. (2023). Değer akışı haritalama yöntemiyle otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın teslimat süresinin azaltılması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 22(43):94-112.

Efe, Ö. F., ve Engin, O. (2012). Yalın hizmet-değer akış haritalama ve bir acil serviste uygulama. *Verimlilik Dergisi*, (4):79-107.

Eraydın, C., Tezcan, B., ve Koç, Z. (2019). Hasta düşmelerinin değerlendirilmesinde balık kılçığı yöntemi ile kök neden analizi. *Sağlık ve Hemşirelik Yönetimi Dergisi*, 6(3):266-272.

Erdem, S. (2023) Yazılım geliştirme sürecinde değer akış haritalama yöntemi uygulama çalışması. Aselsan A.Ş., Ankara, s.488:493

Ergüneş, E. (2014). Gemi inşaatında yalın üretim ve değer akış haritalaması. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli.

Erkek, S. (2008). Yalın üretim anlayışı. Konya Ticaret Odası-Araştırma Raporu. (36): s.465.

Erozan, İ. (2019). Çekme sistemleri için karşılaştırmalı bir analiz ve bir karar destek sistemi önerisi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 7(3):523-539.

Eser, S., ve Yıldız, M. S. (2017). Denim pantolonu üretiminde değer akış haritalandırma yönteminin uygulaması. *İşletme Bilimi Dergisi*, 5(3):1-23.

Eşme, S., ve İlhan, E. (2003). Toplam verimli yönetim anlayışı ile ekipman verimliliğinin

arttırılması. *SAU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2):236-240.

Ford Üretim Sistemi Eğitim Notları.

Gerger, A. (2019). Endüstri 4.0 üretim sürecinde süreç değişkenliğinin optimizasyonunda heijunka yöntemi. *Izmir Democracy University Social Sciences Journal Idusos*, 8(15):173-198.

Gönen, K. (2013). Otomotiv endüstrisinde yalın üretim ve eşzamanlı mühendislik yaklaşımıyla değer akış haritalandırma. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. (Yayınlanmamış), s.167.

Görener, A., ve Yenen, V. Z. (2007). İşletmelerde toplam verimli bakım çalışmaları kapsamında yapılan faaliyetler ve verimliliğe katkıları. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(11):47-63.

Gürsoy, Ö. (2020). Yalın üretim sisteminde dijitalleşme ve endüstri 4.0 uygulamaları ile süreç iyileştirme analizi: Bir imalat işletmesinde uygulama. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Aydın. (Yayınlanmamış), s.405.

Hakansson, J., Skoog, E., and Eriksson, K. (2008). A review of assembly line balancing and sequencing including line layouts. *University West Department Of Engineering Science*, p.12.

Hiranabe, K. (2008). Kanban applied to software development: From agile to lean. InfoQ. Retrieved July 7, 2024 from URL: <http://www.infoq.com/articles/hiranabe-lean-agile-kanban>

Hicks, B. J. (2007). Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management*, 27(4):233-249.

Hines, P., and Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations ve Production Management*, 17(1):46-64.

Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace: The Sourcebook for 5S Implementation*, Productivity Press, New York, p.347.

- Hüttmeir, A., De Treville, S., Van Ackere, A., Monnier, L., and Prenninger, J. (2009). Trading off between heijunka and just-in-sequence. *International Journal Of Production Economics*, 118(2):501-507.
- Imai, M. (2003). *Kaizen: Japonya'nın rekabetteki başarısının anahtarı*. KalDer, s.266.
- İnternet: https://www.odyakademi.com/?page_id=8006, Erişim Tarihi: 10.06.2024
- İşbeceren, A. (2012). İşletme süreçlerinde israf ve yalınlık. *Anahtar dergisi*, T.C. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 278: s. 12-17.
- James, M., ve Morgan, J. K. (2007). *Toyota Ürün Geliştirme Sistemi* (A. Yılmaz, Çev.). Orhan Holding Yayınları, İstanbul, s.382.
- Jones, D., ve Womack, J. (2002). *Bütünü görmek: Genişletilmiş değer akışı haritalama*. The Lean Enterprise Institute, s.111.
- Monks, J. G. (2001). *İşlemler Yönetimi–Teori ve Problemler*, (Çev. Sevinç Üreten). Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, s.429.
- Kama, A., ve Doğan, N. Ö. (2021). Tedarik zincirinde değer katmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılması: İmalat sektöründe bir değer akış haritalama uygulaması. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(1):91-99.
- İkiz, A. K., & Abacı, E. (2022). Otel işletmeciliğinde yalın ilkelerin 14001: 2015 çevre yönetim sistemine entegrasyonu. *International Journal of Contemporary Tourism Research*, 6(2):137-147.
- Karlı, H., ve Tanyaş, M. (2020). Lojistik yönetiminin dijital dönüşümü: Akıllı lojistik üzerine sistematik literatür haritalaması. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 7(2):613-632.
- Kellogg, K. M., Hettinger, Z., Shah, M., Wears, R. L., Sellers, C. R., Squires, M., and Fairbanks, R. J. (2017). Our current approach to root cause analysis: is it contributing to our failure to improve patient safety? *BMJ quality and safety*, 26(5):381-387.

- Kemmer, S. L., Saraiva, M. A., Heineck, L. F., Pacheco, A. V. L., Novaes, M. D. V., Mourão, C. A. M. A., and Moreira, L. C. R. (2006). The use of andon in high rise building. *In proceedings of the 14th annual conference of the international group for lean construction*, Santiago.
- Khalilov, M. C. K., ve Gündebahar, M. (2012). Kritik finansal sistem dönüşümlerine süreç optimizasyonlarının etkisi. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 4(1):55-64.
- Khanna V (2009) 5S and TQM status in Indian Organizations. *The TQM journal*, 21(5):486-501.
- Kılıç, A. (2014). Yalın üretimin gıda sektöründe uygulanabilirliği: Gaziantep ve Kahramanmaraş illerinde bir araştırma. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s.131.
- Kobu, B. (2006). *Üretim Yönetimi*, 13. Baskı, Beta Basım, İstanbul, s.639.
- Kökten, E. S. (2021). Değer akış haritalama yöntemi ile işletmelerde üretim kayıplarının azaltılması: ahşap sektöründe bir uygulama. Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Doktora Tezi, Karabük, s.110.
- Kömürçü, A. M., 2007. İnşaat Sektöründe Yalın Proje Yönetimi. Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Kayseri, s.239.
- Krajewski, L., Ritzman, L., and Malhotra, M. (2013). *Operations Management*. Pearson Education Limited, Essex, p.666.
- Kuğu, S., ve Köse, R. (2021). Isı Değiştirici Üretim Hattında Değer Akış Haritalama Uygulamasının Etkileri. *Kırklareli Üniversitesi Mühendislik Ve Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1):135-146.
- Kumar, R., and Kumar, V. (2012). *Lean manufacturing: elements and its benefits for manufacturing industry*, Group, p.16:27.
- Kumar, R., Dwivedi, R., and Verma, A. (2016). Poka-Yoke technique, methodology ve design. *Indian Journal of Engineering*, p.362-370.
- Mülayim, Y., ve İntepeler, Ş. S. (2011). Bir üniversite hastanesinde düşmelerin sıklığı ve

- kök neden analizi. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 27(3), 21-34.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer* McGraw-Hill Education, p.352.
- Mahto, D. ve Kumar, A. (2008). Ürün kalitesinin ve üretkenliğin iyileştirilmesinde kök neden analizinin uygulanması. *Endüstri Mühendisliği ve Yönetimi Dergisi (JIEM)*, 1(2):16-53.
- Manos, T. (2006). Value stream mapping-an introduction. *Quality Progress*, 39(6):64-69.
- Maraşlı, H., Akça, C., ve Kama, A. (2016). Yalın Düşünce ve Değer Akış Haritalamasının Dondurma Üretim İşletmesinde Uygulanması. *International Journal of Academic Values Studies*, (5):106-120.
- Marchwinski, C., ve Shook, J. (2007). *Yalın kavramlar sözlüğü*. Ayşe Soydan ve Regaip Baran (çev.), Yalın Enstitü Yayınları, İstanbul.
- McDonald, T., Van Aken, E. M., and Rentes, A. F. (2002). Utilising simulation to enhance value stream mapping: a manufacturing case application. *International Journal of Logistics*, 5(2):213-232.
- McNair, C., Polutnik, L., and Silvi, R. (2006). Customer-Driven Lean Cost Management, *Journal of cost management*, 20:9-21
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: what lean thinking has to offer the process industries. *Chemical engineering research and design*, 83(6), 662-673.
- Meier D. and Liker J. K., (2006). *The Toyota Way Fieldbook: A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps*. McGraw-Hill Companies, New York, p.498.
- Miltenburg, J. (2001). U-shaped production lines: A review of theory and practice. *International journal of production economics*, 70(3):201-214.
- Monden, Y. (1983). *Toyota Production System*. Industrial engineering and management press, institute of industrial engineers, University of Michigan, p.247.
- Monden, Y. (2011). *Toyota production system: an integrated approach to just-in-time*.

Productivity Press, New York, p.566.

Monroe, D. J. (2006). Analyzing value streams: value stream attribute mapping presents a new way to characterize value streams. *Quality*, 45(1):50-56.

Morgan, M. James ve Jeffrey K. Liker (2007). *Toyota Ürün Geliştirme Sistemi*. Aysel Yılmaz(çev.). Farba Yayınları, İstanbul, s.382.

Morlock, F., and Meier, H. (2015). Service value stream mapping in industrial product-service system performance management. *Procedia CIRP*, 30:457-461.

Motwani, J. (2003). A business process change framework for examining lean manufacturing: A case study. *Industrial Management ve Data Systems*, 103(5): 339-346.

Naufal, A., Jaffar, A., Yusoff, N., ve Hayati, N. (2012). Development of kanban system at local manufacturing company in Malaysia – case study. *Procedia Engineering*, 41:1721-1726.

Nefes, K. F. (2019). Mevcut üretim sürecinin yalın üretim teknikleri ile yeniden yapılandırılması ve bir uygulama. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, s.14.

Oğuz, E. M. İ. R., ve Gergin, Z. (2021). Yalın sistem tasarımı için simülasyon destekli değer akış haritalama. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 32(1):108.

Ohno, T. (1988). *The Toyota production system: Beyond large-scale production*. Productivity Press, Portland, p.176.

Ohno, T. (2015). *Toyota ruhu, toyota üretim sistemi'nin doğuşu ve evrimi* (C. Feyyat, Çev.). Scala Yayıncılık, İstanbul, s.204.

Okur, A. S. (1997). *Yalın üretim -2000'li yıllara doğru Türkiye sanayi için yapılanma modeli*. Söz Yayınları, İstanbul, s.235.

Orr, L. M., and Orr, D. J. (2014). *Eliminating Waste in Business: Run Lean, Boost Profitability*. Apress, Berkeley, p.372.

- Osono, E., Shimizu, N., ve Takeuchi, H. (2008). *Extreme Toyota: Radical contradictions that drive success at the world's best manufacturer*. John Wiley and Sons, p.306.
- Ömürgönülşen, M., ve Çatman, R. (2018). Bir kamu kurumunda değer akış haritalama ve simülasyon yöntemiyle hizmet sürelerinin değerlendirilmesi. *Finans politik ve ekonomik yorumlar*, (636):47-70.
- Özdağoglu, A., ve Rebiş, S. (2016). Applications of kaizen and cycle time reduction as lean production techniques in a semi-flexible PVC film producer. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 12(28):25-37.
- Özkan, A., ve Esmeray, M. (2002). Bir maliyet kontrol sistemi olarak JIT üretim sistemi ve muhasebe uygulamaları. Erciyes Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Kayseri, s.129-146.
- Özkan, O., Bayın, G., & Yeşilaydın, G. (2015). Sağlık sektöründe yalın tedarik zinciri yönetimi. *AJIT-e: Academic Journal of Information Technology*, 6(18):71-94.
- Öztürk, H., ve Elevli, B. (2017). Madencilik sektöründe yalın üretim felsefesi. *Mühendis Beyinler Dergisi*, 1(2):24-32.
- Papadopoulou, T. C., ve Özbayrak, M. (2005). Leanness: experiences from the journey to date. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 16(7), 784-807.
- Pekin, E. (2015). *Kauçuk endüstrisinde bir yalın üretim uygulaması*. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s.211.
- Pieńkowski, M. (2014). Waste Measurement Techniques for Lean Companies. *International Journal of Lean Thinking*, 5(1):9-24.
- Rahman, N. A., ve Esa, M. M. (2013). Lean Manufacturing case study with Kanban system implementation. *Procedia Economics and Finance*, 7:174-180.
- Refa, (2003). *Refa sistemi ve süreç düzenleme*. İstanbul, MESS Yayınları. 1(9):1-52.
- Ricondo, I.I., Serrano, I.L., De Castro, R.V. (2016). Takt time as a lever to introduce lean production in mixed engineer-to-order/make-to-order machine tool

manufacturing companies. *International Journal of Industrial Engineering*, 23 (2): 94-107.

Rother, M., and Harris, R. (2001). *Sürekli Akış Yaratmak*, (Çev. Kulaç Ülkü), Yalın Enstitü Derneği, The Lean Enterprise Institute, İstanbul, s.111.

Rother, M., and Shook, J. (1998). *Learning to see: Value stream mapping to create value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute, Cambridge, p.122.

Rother, M., ve Shook, J. (1999). *Görmeyi Öğrenmek*. Yalın Enstitü Derneği, İstanbul, s.102.

Rymaszewska, A. D. (2014). The challenges of lean manufacturing implementation in SMEs. *Benchmarking: An International Journal*, 21(6):987-1002.

Sarı, E. B. (2018). Üretim hattı tasarımında değer akış haritalama tekniğinin kullanılması. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (56):67-81.

Sarı, E. B. (2022). Endüstri 4.0 ile şekillenen üretim sistemlerinde değer akış haritalama: sistematik literatür analizi ve kavramsal model önerisi. *Journal Of Business In The Digital Age*, 5(2):76-84.

Sayek, F. (2010). *Hasta güvenliği: Türkiye ve Dünya*, Füsun Sayek TIB raporları, Ankara, Türk Tabipleri Yayınları, (1):15.

Sayer N. J., and Williams, B. (2007). *Lean for Dummies*, Wiley Publishing, p.384.

Serdarasan, Ş., ve Ertek, E. (2021). Yazılım geliştirme sürecinde değer odaklı iyileştirme. *Endüstri Mühendisliği*, 32(1): 90-107.

Seth, D., Seth, N., and Dhariwal, P. (2017). Application of value stream mapping (VSM) for lean and cycle time reduction in complex production environments: a case study. *Production Planning ve Control*, 28(5):398–419.

Sevgili, A., ve Antmen, Z. F. (2019). Yalın üretim tekniklerinden değer akış haritalandırmanın bir metal işleme fabrikasında süreç iyileştirme amacıyla uygulanması. *Avrupa Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, (16):219-228.

- Shah, R., and Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2):129-149.
- Shaqdan, K., Aran, S., Besheli, L. D., and Abujudeh, H. (2014). Root-cause analysis and health failure mode and effect analysis: two leading techniques in health care quality assessment. *Journal of the American College of Radiology*, 11(6):572-579.
- Shingo, S. (1985) A revolution in manufacturing: The SMED System. Productivity, p.386.
- Shingo, S. (1996). Quick changeover for operators: the SMED system. Productivity Press, p.96.
- Silva, S.K.P.N. (2012). Applicability of value stream mapping (VSM) in the apparel industry. *International Journal of Lean Thinking* 3(1):36-41.
- Singh, J., and Singh, H. (2009). Kaizen philosophy: a review of literature. *IUP Journal of Operations Management*, 8(2):51.
- Singh, R., Gohil, A. M., Shah, D. B., and Desai, S. (2013). Total productive maintenance (TPM) implementation in a machine shop: A case study. *Procedia Engineering*, p.592-599.
- Sivaslı, E. (2006). İşletme süreçlerinde yalın tekniklerin kullanılması üzerine bir araştırma. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, s.182.
- Soba, M., Taştepe, Ö., ve Emet, F. (2018). Yalın Düşüncenin Sağlık Kuruluşlarında Uygulanmasına Duyulan İhtiyacın Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma: İzmir İli Özel Medifema Hastanesi Örneği. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(C-İASOS Özel Sayısı):71-79.
- Sui Pheng, L. (2001). Towards TQM—integrating Japanese 5-S principles with ISO 9001: 2000 requirements. *The TQM magazine*, 13(5):334-341.
- Suzaki, K. (1987). *New manufacturing challenge: Techniques for continuous improvement*. Simon and Schuster, p.260.

- Suzaki, K. (2005). *İmalatta mükemmellik yolu: Sürekli iyileştirme teknikleri*. Otoyol Sanayi AŞ, s.269.
- Teece, D., Pisano, G., and Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, s.509-533.
- Timurtas, M. (2020). Hastanelerde yalın altı sigma uygulamalarının verimlilik ve performansa etkisi; bir sistematik derleme. *Sağlıkta Kalite ve Akreditasyon Dergisi*, 3(2):1-9.
- Turhan, B., ve Unalan, D. (2022). Hasta Düşmelerinin Sıklığının Kök Neden Analizi ile İncelenmesi: Kayseri Şehir Hastanesi Örneği. *Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı Dergisi*, 5(2):26-38.
- Türkan, Ö. U. (2010). Üretimde Yalın Dönüşümün Temel Performans Kriterleri. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(2):28-41.
- Türkön, B. F., ve Toraman, A. (2023). Sağlık kurumlarında yalın yönetim: Bursa ilinde bir uygulama örneği. *Verimlilik Dergisi*, 57(1):211-238.
- Uygun, M., Taş, Ü., ve Pak, E. (2019). Değer akışı haritalandırma yöntemi ile verimliliğin artırılması: otomotiv sektöründe bir vaka çalışması. *Verimlilik Dergisi*, (3):7-39.
- Veiga, G. L., de Lima, E. P., & Gouvea da Costa, S. E. (2008). A discussion about the strategic role of the Lean Production Model. *Sistemas And Gestao*, 3(2):92-113.
- Werma. (2022). www.werma.com, Erişim Tarihi: 04.07.2024
- Wolniak, R., ve Skotnicka-Zasadzien, B. (2014). The use of value stream mapping to introduction of organizational innovation in industry. *Metallurgija*, 53(4):709-712.
- Womack, J. P., ve Jones, D. T. (1996). *Yalın Düşünce*. Optimist Yayınları, İstanbul, s.464.
- Womack, J. P., ve Jones, D. T. (1998). *Yalın Düşünce* (N. Aras, Çev.). Sistem Yayınları, İstanbul, s.420.

- Womack, J. P., Jones, D. T., ve Ross, D. (1990). *The machine that change the world*. Macmillan Publishing Company, New York, s.352.
- Womack, J.P., Jones, D.T. 2010. *Yalın düşünce*. Optimist Yayım Dağıtım, İstanbul, s.462
- Yasuhiro, M. (1983). *Toyota Production System. Industrial Engineering and Management Press*, New York, s.15.
- Yazgan, H., Sarı, Ö., ve Seri, V. (1998). Toyota Üretim Sisteminin Özellikleri. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, s.129-134.
- Yıldırım, M. A. (2017). Sanayi işletmelerinde yalın üretim teknikleri ve uygulamaları, s.39
- Yıldız, S., ve Yalman, A. G. F. (2015). Sağlık işletmelerinde yalın uygulamalar üzerine genel bir literatür taraması. *Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi*, 1(1):5-20.
- Yılmaz, I. (2010). Comparison of landslide susceptibility mapping methodologies for Koyulhisar, Turkey: conditional probability, logistic regression, artificial neural networks, and support vector machine. *Environmental Earth Sciences*, 61:821-836.
- Yurtseven, Ç., Aydın, D., Ekici, M., Aktepe, S., vd. (2024). Değer akış haritalama tekniğinin otomotiv sektöründe bir uygulaması. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 29(1):19-36.
- Zerenler, M., ve İraz, R. (2006). Japon yönetim anlayışı ve şirket ağları Keiretsu analizi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (16):757-776.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : EMRE CAN TEMİZ

Öğrenim Durumu :

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
2,92/4	Elektronik Teknolojileri	Çukurova Üniversitesi Adana MYO	2017
2,93/4	Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği	Aksaray Üniversitesi	2020

Görevler :

Görev Ünvanı	Görev Yeri	Yıl
Üretim Mühendisi	Gramis Plastik Ambalaj Endüstri San. ve Tic. A.Ş.	2021-2022
Kalite Kontrol Mühendisi	Netral Elektrik San. ve Tic. A.Ş.	2023-2024