



YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİ VE KARŞILAŞILAN PROBLEMLER

HÜSEYİN CAN USLU

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Kemal Güven GÜLEN

2022

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİ VE KARŞILAŞILAN PROBLEMLER

HÜSEYİN CAN USLU

ORCID: 0000-0002-0682-791X

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman: Prof. Dr. Kemal Güven GÜLEN

TEMMUZ-2022

Her hakkı saklıdır.

ÖZET

YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİ VE KARŞILAŞILAN PROBLEMLER

Hüseyin Can USLU

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Kemal Güven GÜLEN

Son yıllarda teknolojinin hızla gelişmesine bağlı olarak işletmeler arası rekabet artmaya başlamıştır. İşletmeler rekabet ortamında varlıklarını sürdürebilmeleri için yalın üretim sistemlerine ihtiyaç duymaktadır. Yalın üretim yapısında gereksiz unsur barındırmamakla birlikte hata, maliyet, stok, işçilik geliştirme süreci, üretim alanı, fire, müşteri memnuniyetsizliği gibi sebepleri sürekli iyileştirmeler yaparak minimize etmeyi hedefleyen bir üretim sistemidir. Yalın üretimde amaç; kaliteyi artırmak, maliyeti düşürmek ve teslimat sürelerini kısaltmaktır. Bu sistemin prensipleri müşteri istek ve ihtiyaçları doğrultusunda şekillenir. Bu çalışmada, yalın üretimim temel ilkeleri, yedi temel israf kavramı, yalın üretim teknikleri, yalın üretimde karşılaşılan problemler ve yalın üretim ile Endüstri 4.0 ilişkisi üzerinde durulmuştur. Konuyla ilgili literatürdeki güncel çalışmalar incelenerek, yalın üretim sistemlerinin kullanıldığı sektörler, yalın üretime geçişte kullanılan teknikler ve şirketlerin yalın üretime geçmek istemesinin sebepleri araştırılmıştır. Organizasyon kültürü ve yalın uygulama başarısı arasında bir araştırma modeli taslağı oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yalın Üretim Sistemi, Yalın Üretim Yaklaşımları, Yalın Üretim Sisteminde Karşılaşılan Problemler

ABSTRACT

LEAN MANUFACTURING TECHNIQUES AND ENCOUNTERED PROBLEMS

Hüseyin Can USLU

Department of Industrial Engineering

MSc Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Kemal Güven GÜLEN

In recent years, depending on the rapid development of technology, the competitive environment among businesses has begun to increase. In order for businesses to survive in a competitive environment, lean production systems are needed. It is a production system that does not contain any unnecessary elements in the lean production structure, but minimizes the causes such as error, cost, stock, workmanship development process, production area, waste, customer dissatisfaction by making continuous improvements. The purpose of lean production is to increase flow quality, reduce costs and shorten delivery times. The principles of this system are determined in line with customer requests and needs. In this study, the basic principles of lean production, seven basic waste concepts, lean production techniques, problems encountered in lean production and the relationship between lean production and Industry 4.0 are emphasized. By examining the current studies in the literature related to lean production, the sectors in which lean production systems are used, the techniques used in the transition to lean production, and the reasons why companies want to switch to lean production are investigated. A research model is outlined between organizational culture and lean implementation success.

Keywords: Lean Production System, Lean Production Approaches, Problems Encountered in Lean Production System.

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|-------------|
| ÖZET | i |
| ABSTRACT..... | ii |
| İÇİNDEKİLER..... | iii |
| ÇİZELGELER DİZİNİ..... | vi |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | vii |
| KISALTMALAR DİZİNİ..... | viii |
| TEŞEKKÜR..... | ix |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 1.1. Literatür Özeti..... | 1 |
| 1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı..... | 5 |
| 2. YALIN ÜRETİM..... | 7 |
| 2.1. Yalın Üretimin Ortaya Çıkışı..... | 7 |
| 2.2. Yalın Üretim Kavramı..... | 7 |
| 2.3. Yalın Üretim İlkeleri..... | 10 |
| 2.3.1. Değer Akımı..... | 11 |
| 2.3.2. Değer..... | 12 |
| 2.3.3. Akış..... | 12 |
| 2.3.4. Çekme..... | 12 |

| | | |
|---------|---|----|
| 2.3.5. | Mükemmellik..... | 13 |
| 2.4. | Yalın Üretimde Yedi Temel İsrar | 14 |
| 2.4.1. | Fazla Üretim | 15 |
| 2.4.2. | Gereksiz Taşıma | 15 |
| 2.4.3. | Bekleme | 16 |
| 2.4.4. | Fazla Stok | 16 |
| 2.4.5. | Gereksiz İşlem | 16 |
| 2.4.6. | Ürün/Süreç Kusurları..... | 17 |
| 2.4.7. | Gereksiz Hareket | 17 |
| 2.5. | Yalın Üretim Teknikleri..... | 17 |
| 2.5.1. | Kalite Çemberleri..... | 18 |
| 2.5.2. | Değer Akış Haritalama | 20 |
| 2.5.3. | Kaizen..... | 22 |
| 2.5.4. | 5S - İşyeri Organizasyonu | 24 |
| 2.5.5. | Görsel Kontrol | 25 |
| 2.5.6. | Andon | 26 |
| 2.5.7. | Kanban..... | 27 |
| 2.5.8. | Tam Zamanında Üretim..... | 28 |
| 2.5.9. | Toplam Verimli Bakım..... | 31 |
| 2.5.10. | Jidoka..... | 34 |
| 2.5.11. | SMED – Tekli Dakikalarda Kalıp Değişirme..... | 34 |
| 2.5.12. | Poka-Yoke (Hata Önleyici Düzenekler)..... | 35 |
| 2.5.13. | Heijunka (Üretim Dengeleme) | 36 |
| 2.6. | Yalın Üretim Uygulama Taslağı..... | 37 |

| | |
|--|-----------|
| 2.7. Yalın Üretime Geçişteki Temel Aşamalar | 38 |
| 2.8. Yalın Üretimde Karşılaşılan Problemler | 40 |
| 2.8.1. Yalın Üretim Uygulama Öncesindeki Sorunlar..... | 41 |
| 2.8.2. Yalın Üretim Uygulama Sırasında Karşılaşılan Problemler..... | 42 |
| 2.8.3. Yalın Üretim Sonrasında Karşılaşılan Problemler | 42 |
| 2.8.4. Yalın Üretimde Kültürel Problemler | 43 |
| 2.9. Yalın Üretim Departmanlarda İşleyiş Süreçleri..... | 44 |
| 2.9.1. Organizasyon | 44 |
| 2.9.2. Satın Alma ve Satış Süreçleri | 46 |
| 2.9.3. Üretim ve Depolama..... | 47 |
| 2.10. Yalın Üretim ve Endüstri 4.0 İlişkisi | 48 |
| 2.11. Literatürde Yalın Üretimde Karşılaşılan Problemlerin İncelenmesi | 50 |
| 3. ARAŞTIRMA MODELİ VE HİPOTEZLERİ | 59 |
| 4. SONUÇ VE ÖNERİLER | 62 |
| KAYNAKLAR | 64 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Çizelge 2.1. TPM bakım prosedürü örneği..... | 32 |
| Çizelge 2.2. Yalın üretim uygulama taslağı | 38 |
| Çizelge 2.3. Yalın üretimde karşılaşılan problemler | 44 |
| Çizelge 2.4. Literatürde son üç yılda yalın üretimde karşılaşılan problemler | 51 |



ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Şekil 2.1. Hidrolik kapak değer akışı haritalama örneği | 21 |
| Şekil 2.2. Değer akışı haritalama döngüsü | 22 |
| Şekil 2.3. Kaizen problem çözme adımları..... | 24 |
| Şekil 2.4. Örnek kanban kartı | 27 |
| Şekil 2.5. Kanban çekme sistemi..... | 28 |
| Şekil 2.6. Tam zamanında düşüncesinin prensipleri | 30 |
| Şekil 2.7. Bakım kayıpları | 33 |
| Şekil 2.8. Yalın üretim geçiş aşamaları | 39 |
| Şekil 2.9. Yalın üretim araçlarının uygulama sırası | 40 |
| Şekil 2.10. Yalın Üretim alanında yapılan çalışmaların sektör ile ilişkisi | 53 |
| Şekil 2.11. Yalın üretime geçiş nedenleri..... | 54 |
| Şekil 2.12. İncelenen çalışmalarda kullanılan yalın üretim teknikleri | 54 |
| Şekil 3.1. Araştırma modeli..... | 59 |

KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|------|------------------------------|
| VSM | Değer Akış Haritası |
| SMED | Tek Dakikada Kalıp Değişimi |
| JIT | Tam Zamanında Üretim |
| TPM | Toplam Verimli Bakım |
| TKY | Toplam Kalite Yönetimi |
| İKY | İnsan Kaynakları Yönetimi |
| RFID | Radyo Frekansı ile Tanımlama |

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleőmesinde, değerli bilgilerini benimle paylaőan, kendisine ne zaman danıősam kıymetli vaktini bana ayırıp, ilgiyle ve sabırla beni dinleyen, bu çalıőmamı hazırlamamda elinden geleni yapan ve verdiği bütün bilgiler ıőında bana yol gösteren saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Kemal Güven GÜLEN'e teőekkürü bir borç biliyor ve őükranlarımı sunuyorum. Ayrıca beni destekleyen ve bu tez çalıőmasının bitmesi için elinden gelen yapan aileme de desteklerinden dolayı teőekkürü ederim.

Hüseyin Can USLU

Elektrik-Elektronik Mühendisi

1. GİRİŞ

Bu bölümde yalın üretim ilgili literatürde yapılan çalışmalar incelenmiştir. Ayrıca bu çalışmanın amacı ve kapsamı da anlatılmaktadır.

1.1. Literatür Özeti

Birçok işletme tarafından hedeflenen bir yaklaşım olan Yalın Üretim Yaklaşımları literatürde birçok araştırmacı tarafından ele alınmıştır.

Sönmez (2022) tarafından yapılan bu çalışmada, yalın üretim sistemlerinin kullanılmasının diğer işletmelerle rekabet edebilmekte ne kadar önemli bir rol oynadığı üzerinde durulmuştur. Yalın üretim yaklaşımlarının az maliyetle, yüksek kalite ürünü istenilen zamanda teslim edilmesine olanak sağladığından bahsedilmiştir. Bir konfeksiyon işletmesindeki proseslerdeki akış süreleri incelenmiştir. Değer akışı haritalama yapılarak, mevcut durum ve gelecek durum haritaları çıkartılmıştır. Değer akışı haritalama kanban sistemiyle kullanılarak akış süresinde ne kadarlık bir azalışın olduğu gösterilmiş ve bu sayede yalın üretim sistemlerinin uygulanmasına katkıda bulunulmuştur.

Akçacı ve Özyurt (2021) tarafından yapılan çalışmada, günümüzde sürekli değişen tüketici ihtiyaçlarını karşılamak için geleneksel üretim yöntemlerinin yeterli olmadığı, firmanın yoğun rekabet ortamında ayakta kalabilmesi için sürekli iyileştirme ve geliştirmeye ihtiyacı olduğu vurgulanmıştır. Sürdürülebilirlik açısından şirketler, sürekli değişen talebi karşılamak için daha esnek ve daha hızlı üretim sistemlerine uyum sağlayarak yalın üretime geçiş yapmalıdır. Bu çalışma, Gaziantep'te organize sanayi bölgesinde faaliyet gösteren bir sentetik iplik üreticisinin yalın üretim sistemine geçiş sürecini ve bu süreçten elde edilen avantajları belirlemeyi amaçlamaktadır. İşletme tarafından seçilen pilot alan ve ürünlere göre mevcut sistem analiz edilmiştir. Her süreçte yapılan işler standartlaştırılmıştır. VSM uygulaması, değer katmayan çalışmalar ve faaliyetlerdeki hataları tespit etmek için kullanılmıştır.

Çandır (2020) tarafından yapılan çalışmada, otomotiv elektroniği şirketinin mevcut durum değer akış şeması oluşturulmuş, yalın üretim sistemi teknolojisi kullanılarak bazı iyileştirmeler yapılmış ve gelecek için değer akış şeması önerilmiştir. Kullanılan tekniklerden bazıları iyileştirme, kök neden analizi, 5S ve tek dakikalık kalıp değiştirme (SMED) aktivitelerini içerir.

Açikkollu (2008), yalın üretim kavramı dışında bir ortamda yapılan bakım ve onarım çalışmasını ele almaktadır. Bu araştırmanın amacı, israfı tespit edip ortadan kaldırarak finansal performansı, verimliliği, kaliteyi, iş güvenliğini ve iş sağlığını iyileştirmek için yalın üretim araçlarının BTR (firma) ortamına nasıl uyum sağladığını incelemektir.

Kesit (2020) tarafından yapılan bu çalışmada atölye tipi kitle üretimi yapan bir firma yalın üretim sistemine geçmiştir. Bu fabrikada hat mantığı olmadığı için montaj hattı tasarımı, kurulumu ve bu hattın dengelenmesi için bir lojistik sistem kurulmuştur. Montaj hattı dengelendikten sonra transport kanban sistemi kullanılarak hattaki bilgilerin takip edilmesi kolaylaşmıştır.

Demirkıran (2019) tarafından yapılan bu çalışmada, Porsche şirketindeki yalın üretim sistemi değerlendirilerek stratejik analizler yapılmıştır. Araştırmalar sonucunda Porsche firmasının operasyonlarında yalın üretimi uyguladığı görülmüştür. Toplu üretim yapmaması, yalın üretim sonrasında yalınlaşma stratejisini bozmaması ve arge çalışmalarında hibrit araba üretimi için daha fazla çalışma yapılması gibi önerilerde bulunulmuştur.

Nefes (2019) tarafından yapılan araştırmada, yalın üretim sistemi kavramı, yalın üretim sistemlerinin amacı ve yalın üretim teknikleri anlatılmaktadır. Dayanıklı tüketim malları ve otomotiv tedarik endüstrilerinde faaliyet gösteren bir şirket, yalın üretim teknikleriyle gelişmiştir. Uygulama sonucunda, kalıp değiştirme süresi, döngü süresi, genel ekipman verimliliği ve kalite iyileştirmesi üzerinde olumlu bir iyileşme gözlemlenmiştir.

Mutluer (2018) tarafından yapılan çalışmada, yalın üretim tekniklerinden biri olan kalite geliştirme metotları, toz boya endüstrisinde faaliyet gösteren Özel Efekt tesisinde incelenmiştir. Uygulamalı bir proje olduğu için proje yaklaşım metodu kullanılarak kalite geliştirme aşamaları irdelenmiştir.

Yıldız ve Atanoğlu (2011) tarafından yapılan çalışmada, yalın üretim yaklaşımlarında biri olan tam zamanında üretim sistemlerinin maliyet muhasebesi uygulamasının Çorlu bölgesinde yer alan işletmeler üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada, 42 işletmeye 26 sorudan oluşan bir anket uygulanmıştır. Anket değerlendirmeleri sonucunda, tam zamanında üretim sisteminin üretim maliyetlerini aşağı çekebildiği ve rekabet ortamı için avantaj sağladığı görülmüştür.

Tekin ve Yücel (2011) tarafından yapılan çalışmada, Malatya, Kahramanmaraş ve Gaziantep illerinde faaliyet gösteren tekstil işletmelerinde Tam Zamanda Üretim Sisteminin uygulanma aşamasında karşılaşılan sorunların önem düzeylerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. 45 işletmede Tam Zamanında Üretim Sistemini hangi ölçüde bilindiği ve nasıl uygulandığı araştırılmıştır. Bu araştırma sonucunda, bu bölgelerdeki tekstil atölyelerinde işgücü yetersizliği, endüstriyel ilişkilerin yetersizliği, ekonomik sorunlar, hukuki alt yapı yetersizliği ve yetersiz yan sanayi gibi nedenlerden dolayı Tam Zamanında Üretim sisteminin hedeflerine tam olarak ulaşılmadığı sonucuna varılmıştır.

Sert ve Kesen (2019) tarafından yapılan çalışmada, Tam Zamanında Üretim sistemine bağlı seri üretim hattının performansının ölçülmesi amaçlanmaktadır. Simülasyon tekniği uygulaması kullanılarak üretim hattı performansı analiz edilmiştir. Seri üretim hattı, kanban kartları ve SIMAN dili kullanılarak modellenmiştir. Çeşitli faktörler belirlenerek üç farklı deney kümesi tasarlanmıştır. Bu deneysel kümelerde faktörlerdeki değişikliklerin etkileri gözlemlenmiştir.

Etleç (2017) tarafından yapılan çalışmada, yalın üretimin doğuşu, hedefleri ve teknikleri anlatılmıştır. Bir firma üzerinde uygulama gerçekleştirilerek, firmanın başladığı noktadan ulaştığı noktaya kadar olan süreçteki iyileştirme çalışmalarına yer verilmiştir.

Zhou (2016) tarafından yapılan çalışmada, son yıllarda rekabette artan zorluklar karşısında ABD'deki birçok küçük ve orta ölçekli işletmelerin (KOBİ) yalın uygulamadaki mevcut durumları ve uygulama sorunlarıyla ilgili önemli katkılar sunulmuştur. KOBİ'lerin yalın durumunu belirlemek için Kaizen, Kanban, değer akışı haritalama, tam zamanında üretim, görsel yönetim ve hücreli yerleşim gibi yalın araçlar çalışmaya dâhil edilmiştir.

Danese, Manfe ve Romano (2018) tarafından yapılan çalışmada, yalın üretimle ilgili Ocak 2003'ten Aralık 2015'e kadar en iyi 25 bilimsel dergide yayınlanan 240 makaleyi tanımlayan ve analiz eden bir literatür taraması yapılmıştır. Yalın üretimle ilgili yapılan literatür taramasında yalın üretimin kavramsallaştırılması ve tanımlanması, yalın uygulamayı keşfetmek, yalın üretim ile diğer disiplinler/yaklaşımlar/girişimler arasındaki ilişkiyi anlamak ve yalının sonuçlarını keşfetmek olarak dört temel başlıkta analiz edilmiştir.

Rahman ve Karim (2013) tarafından yapılan çalışmada, atık minimizasyonu yoluyla kiremit üretim sürecinin işletme ve stok maliyetlerini düşürme olasılığını değerlendirmektir. Bu

çalışma, bir karo üretim sürecindeki mevcut atık durumunu analiz etmekte ve üretimde yalın ilkelerin uygulanması amacıyla böyle bir süreç için mevcut ve gelecekteki değer akış haritalarını geliştirmektedir. Yaklaşımın odak noktası, katma değeri olmayan faaliyetleri ortadan kaldırarak maliyeti azaltmaktır.

Jasti ve Sharma (2014) tarafından yapılan çalışmada, VSM sembollerinin yardımıyla mevcut üretim durumunun haritalandırıldığı bir Hintli otomobil parçaları şirketinde VSM' nin uygulanabilirliğini ve önemini göstermek istenmiştir. Mevcut durum haritası oluşturularak süreçteki çalışma süresi, teslim süresi ve döngü süresi açısından ihtiyaç duyulan iyileştirme alanını belirlenmiştir. Mevcut durum haritasına sürekli iyileştirmeleri ekleyerek gelecekteki durum haritası geliştirmiştir. Bu çalışma, VSM'nin süreç oranını, TAKT süresini, süreç envanter seviyesini, hat hızını, toplam teslimat ve süreç süresini azalttığını ve insan gücü üzerindeki olumlu etkisi olduğunu açıkça göstermektedir.

Vinodh ve Joy (2012) tarafından yapılan araştırmada, farklı endüstrilerdeki yalın üretim uygulamalarını analiz ederek başarılı bir yalın uygulama için kritik faktörler belirlemek istenmiştir. Yalın üretimin uygulanması ile üretim hedefleri (maliyet, kalite, esneklik ve çevre) arasında eş zamanlı iyileştirme yoluyla üretim güçlerini arttırmalarını sağlamıştır. Yalın üretim uygulamalarında çevrenin olumlu ve önemli etkisi test edilmiştir.

Kurilova, Sundin ve Poksinska (2018) tarafından yapılan çalışmada, yeniden üretim süreci düzeyindeki zorlukların ve bunların yalın uygulamaları kullanılarak nasıl üstesinden gelinebileceğinin daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunulmuştur. Yeniden imalat sürecinin en büyük sorunun, uzun ve değişken bir teslim süresi olduğu vurgulanmıştır. Yalınlığın ana hedeflerinden biri, gereksiz işlemlerin ortadan kaldırılması ve tedarik süresinin azaltılması olarak belirtilmiştir. Bu çalışma, tanımlanan yeniden üretim zorluklarının yalın uygulamalarda kullanılan araç ve yöntemlerle nasıl çözülebileceğini tartışmakta ve böylece yalının yeniden üretim bağlamında nasıl uygulanabileceğine dair katkılar sağlamaktadır.

Ruben, Vinodh ve Asokan (2018) tarafından yapılan çalışmada, Yalın Altı Sigma (LSS) uygulaması yapan imalat firmaları ile ilgili altı farklı perspektiften gözden geçirilmiştir. İncelemeyi yürütmek için nitel bir inceleme metodolojisi benimsenmiştir. Araştırma ile uyumlu toplam 70 araştırma makalesi seçilmiş ve incelenmiştir. Analizden elde edilen iç görüleri dayanarak, çevreye zararsız araçlarla Yalın Altı Sigma'nın uygulanması için genel bir çerçeve

geliştirilmiştir. Geliştirilen bu çerçevede üretim süreciyle ilgili maliyetleri, israfları, çevresel etkileri ve diğer verimsizlikleri azaltmaya yardımcı olan Yalın Altı Sigma'yı uygularken çevresel yöndeki etkilerini de incelemiştir.

Yadav, Seth ve Desai (2018) tarafından yapılan çalışmada, Yalın Altı Sigma'nın benimsenmesini kolaylaştırmak için Yalın Altı Sigma'nın engellerini ve çözümlerini tanımlamaktadır. Çalışma, bulanık küme teorisini kullanmakta ve bir bulanık analitik hiyerarşi süreci (AHP) ile değiştirilmiş TOPSIS (ideal çözüme benzerliğe göre sıra tercihi tekniği) çerçevesi önermektedir. Çerçeve sağlamlığını oluşturmak için duyarlılık analizini kullanır.

Özer (2022) tarafından yapılan çalışmada, bir işletmede; maliyet azaltma, kaliteyi artırma, israfları azaltma ve verimli bir üretim yapılması adına yalın üretim sisteminin uyarlanması hedeflenmiştir. Değer akışı haritalama yöntemiyle bir ürün grubu için mevcut durum analizi yapılmıştır. Toplam üretken bakım, Kaizen, jidoka gibi yalın üretim teknikleri kullanılarak problemlere çözüm önerileri sunulmuştur.

Yağlı (2022) tarafından yapılan araştırmada, talaşlı imalat yapan bir firmanın takımhane bölümüne 5S yöntemi uygulanmıştır. 5S yönteminin adımları uygulanırken kırmızı etiket, spagetti diyagramı gibi yöntemler kullanılmıştır. 2020 yılının son beş ayında 5S çalışması yapılmıştır. 2020 yılının 5S uygulanmadan önceki ilk beş ayı ile veriler kıyaslanmıştır. Yapılan bu iyileştirme çalışmaları sonucunda yaklaşık olarak maliyet %66, parça bozma oranı %78, makinelerin takımhaneden ekipman bekleme oranında %76, gereksiz hareket yükü %85 oranında iyileştirmeler olduğu gözlemlenmiştir.

Arslan (2022) tarafından yapılan çalışmada, yalın üretimle ile tedarik performansı arasındaki ilişki araştırılmıştır. Erzincan Ticaret ve Sanayi Odasına kayıtlı 256 imalat işletmesinden anket yoluyla veriler alınmıştır. Anket yoluyla elde edilen veriler SPSS 22.0 ve AMOS programları kullanılarak incelenmiştir. İncelemeler sonucunda, yalın üretim ile tedarik performansı arasında pozitif bir etkinin olduğu görülmüştür.

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Küreselleşmiş bir dünya ekonomisinde verimlilik ve sürekli gelişme şarttır. Tedarik zincirinin her evresini daha verimli hale getirerek, kalitenin, karlılığın ve organizasyonun

büyütülmesi işletmeler için temel unsurlar olmuştur. Bu durum, işletmelerin geleneksel üretim yöntemlerini bırakarak yalın üretim tekniklerine yönelmesi sebep olmuştur.

Teknolojinin gelişmesine bağlı olarak, yalın üretim sistemini ve tekniklerini kullanmaya başlayan işletmeler diğer işletmelerin önüne geçmeye başlamıştır. Yalın üretim tekniklerinin benimsenmesi, çalışanlara daha çok görev ve sorumluluk verilmesini sağlayarak, yönetsel faaliyetler konusunda çalışanların etkin bir rol üstlenmesine olanak sağlar. Bununla birlikte ücret sistemi performansına göre değişkenlik göstermektedir. Böyle bir durumda çalışanın, kendine olan özgüveni ve motivasyonu artarak verimliliğinde artış gözlemlenir.

Yalın üretim yönteminde, müşteri ürünleri için katma değer yaratan süreçler / işlemler, sürekli bir iyileştirme içinde olup maliyeti ve israfı azaltmayı hedefler. Sürekli iyileştirme kurum kültürü haline getirilerek sürekli olarak daha iyi ulaşmanın yollarını aranır. Yalın üretim felsefesine sahip firmalar, üretim sisteminde oluşacak israfı belirler ve israfı ortadan kaldırmak için yeni sistemler tasarlar ve uygular. Sonuç olarak, yalın üretim yaklaşımlarını uygulayan ve benimseyen işletmeler maliyeti düşük tutarak yüksek kalitede müşteri beklentileri karşılayabilmektedir. Bu durumda işletmeler her koşulda rakip işletmelerle rekabet edebilmekte ve kar oranlarını artırarak ilerlemektedir.

Bu çalışmada, Yalın Üretim Sistemi'nin felsefesi, amaçları, yalın üretim sisteminde kullanılan teknikler ve yalın üretim sürecinde karşılaşılan problemler detaylı olarak incelenmiştir.

Bu çalışmanın ilerleyen bölümleri şu şekildedir. Bölüm 2'de yalın üretimin ortaya çıkışı, yalın üretimin araç ve teknikleri ve yalın üretime geçiş sürecinde karşılaşılabilecek problemler anlatılmıştır. Bölüm 3'te organizasyon kültürünün yalın uygulama başarısına etkisini araştırmak için bir araştırma modeli taslağı oluşturulmuştur.

2. YALIN ÜRETİM

Bu bölümde yalın üretimin ortaya çıkışı, yalın üretim kavramı, yalın üretim ilkeleri, yalın üretimde yedi temel israf, yalın üretim teknikleri, yalın üretim uygulama taslağı, yalın üretimde karşılaşılan problemler, yalın üretimin departmanlarda işleyiş süreçleri, yalın üretim ile Endüstri 4.0 ilişkisi ve literatürde yalın üretimde karşılaşılan problemler incelenecektir.

2.1. Yalın Üretimin Ortaya Çıkışı

Bugün yalın üretim diye adlandırılan üretim ve yönetim sisteminin temel ilkeleri, ilk kez 1950'lerde Toyota bünyesinde çalışan Eiji Toyoda ve Taiichi Ohno tarafından Amerika'ya yapılan bir gezide Ford'un çok uzun zamandır benimsemiş olduğu kitlesel üretim sisteminin Toyota'ya hiç uygun olmadığını fark etmesiyle atılmıştır. Amerika o dönemde, kısıtlı tipte aracın bolca satılabileceği, halkının büyük kesiminin elinde parası olan ve rekabetin son derece zayıf olduğu bir pazara sahipti. Üretim süreçlerinde, (yardımcı malzeme, makine, teçhizat ve işgücü) olabildiğince fazla miktarda kullanmakta, pek çok israf yaparak katma değersiz operasyonlar gerçekleşmekteydi. İsrafın kaynağı ürüne etki eden tüm faktörlerin sadece tek bir ürün için organize edilmesiydi. Bunun sonucunda üretim esnekliğini kaybetmekte ve ürüne etki eden maliyetler artmaktaydı. Bu tespitler ışığında gerek o dönemin koşullarında gerekse günümüzde müşteri talep ve beklentilerini karşılayabilmek, farklı pazarlarda ürün yelpazesini genişletip rekabet gücünü arttırabilmek, ürün üzerinde etkili olan maliyetleri azaltıp karlılığı maksimize etmek amacıyla kitle üretim sisteminden uzaklaşılması farkındalığı gelişmiştir. Üretimin her noktasında etkili olan gereksiz operasyonlar standardize edilmiş olup, ürün kalitesi, müşteri memnuniyeti, zamanında sevkiyat, ürün ve fiyat rekabeti ve yüksek karlılık amaçlanmıştır (Aslantaş, 2014).

2.2. Yalın Üretim Kavramı

Yalın, en temel olarak bir organizasyonda ve tedarik zincirinde israflardan kurtulmak olarak tanımlanmaktadır (Comm ve Mathaisel, 2005). Firmaların gereksiz olarak yaptığı katma değersiz işlemler ve katma değerli işlemleri birbirinden ayırmak için ürünün değer akışına bakılması gerektiğini ve bunun firmalara bir değer yarattığını göstermektedir (Motwani, 2003). Yalınlaşma, sürekli iyileştirmelerle israfı ortadan kaldırmayı hedefleyen bir imalat yaklaşımıdır (Papadopoulou ve Özbayrak, 2005).

Yalın düşünce ilgili literatürde geniş ve kapsamlı araştırmalar yer almaktadır. Bunlarla beraber yalın kelimesi iki görüş açısı ile ifade edilmektedir; felsefi bakış açısı ve pratik uygulama perspektifidir (Shah ve Ward, 2007). Yalın üretim bir teknikten çok, bir düşünme biçimi olarak ifade edilmektedir (Taj, 2008). Düşünce biçimi olarak görünen yalınlık, organizasyondaki herkesin sürekli olarak iyileştirmeler yaparak operasyonları geliştirdiği bir iş kültürüdür. Comm ve Mathaisel (2000)'e göre yalınlık, tüm değer zinciri boyunca maliyet ve çevrim sürelerini azaltmayı amaçlarken sürekli olarak ürün kalitesini artırmayı hedefleyen bir felsefedir. Felsefi açıdan bakıldığında, insan düşünme ve davranış biçimlerinin şekillenmesi gereken örgütsel bir felsefe olarak karşımıza çıkmaktadır (Papadopoulou ve Özbayrak, 2005). Bu felsefe yol gösteren yalınlık ilkelerini ve yalınlaşmada belirleyici olan hedeflerin oluşmasına olanak sağlamaktadır (Shah ve Ward, 2007). Diğer bir taraftan, pratik bakış açısı felsefesinin uygulanması ve israfın azaltılması için kullanılan yalın üretim tekniklerini ve araçlarını anlatmaktadır (Shah ve Ward, 2007).

Yalınlığın bu iki bakış açısını, hem teknik hem de sosyal bir sistem olarak yalın üretim tanımını beslemektedir (Bhasin ve Burcher, 2006). Aynı doğrultudan bakan Shah ve Ward (2007), yalın üretimin uygulayan firmaların sosyal ve teknik sistemleri aynı zamanda birlikte yönetmek zorunda olduklarını söylemişlerdir. Hem sosyal hem teknik anlamda uygulanan politikaların ve uygulamaların ortak paydada buluşmasının olumlu sonuçlar verdiğini kanıtlanmıştır (Cua, McKone ve Schroeder, 2001). Yalınlık, çok çeşitli uygulamaları kapsayan ve çok boyutlu entegre bir yaklaşım olarak görülmektedir (Shah ve Ward, 2007; Bhasin ve Burcher, 2006).

Yalın üretim, süreçte verimliliği ve kaliteyi artırmak için sistematik olarak kullanılan, sürekli iyileştirme kavramını destekleyen bir organizasyonu yönetme yaklaşımıdır. Yalın üretim, küçük artırımlı değişiklikler elde etmek için uzun vadeli bir girişimdir. Yalın üretim, iş sürecindeki her adımı belirleyen ve ardından değer yaratan adımları gözden geçirerek veya azaltarak boşa harcanan zamanı, enerjiyi veya parayı ortadan kaldırarak israfı önlemeyi amaçlar (Nefes, 2019). Lee-Mortimer (2006) tarafından yapılan çalışmada, yalın üretimin sadece bir proje olarak görülmemesi gerektiğinden ve yalın üretimin birçok çeşitli aşama ve uygulamadan oluşan uzun bir yolculuk olduğundan bahsetmiştir. Sonuç olarak, yalın üretim kavramı tanımlanırken birçok özellik ele alınmaktadır. Yalın düşünce, bir takım araçlar, teknikler ve uygulamalar yerine firmanın kültürünü etkileyen bir felsefi yaklaşım olarak benimsenmelidir.

Bununla birlikte yalın üretim sosyo-teknik bir sistemde yönetilmenin gerekliliğini vurguluyor (Bhasin ve Burcher, 2006). Yalın uygulamanın sınırları, sadece üretim sistemleriyle sınırlı değildir. Tedarik zincirinin (ürün geliştirme, satın alma, dağıtım ve teslimat) tüm evreleriyle ilgilidir. Yalın üretim, sürekli olarak müşteriye değer sağlayan bakışı benimseyen, yapısında hiçbir gereksiz unsur bulundurmayan, sürekli olarak tedarik zincirindeki israfi engelleme amaçlayan ve organizasyonun tüm fonksiyonların birleşmesine olanak sağlayan sosyo-teknik sistem ile uygulanan üretim felsefesi ve uzun vadeli bir yaklaşımdır. Yalın üretimle ilgili literatürde yer alan bazı tanımlar aşağıda sunulmuştur.

Yalın terim, tüm girdiler açısından değerlendirildiğinde, geleneksel bir seri üretim sistemi tarafından üretilmiş olanlarla aynı çıktıları üretmek için artan çeşitlilikte müşteriye bir katkıda sağlarken daha az kaynak kullanan bir sistemi ifade etmektedir (Womack ve Jones, 1996).

Yalın imalat, Toyota Üretim Sistemini temel alan bir felsefe ve israfların istikrarlı bir şekilde ortadan kaldırılması gayesiyle müşteri siparişiyle nihai ürünün sevkiyatı arasındaki süreyi kısaltmayı amaçlayan bir Japon yönetim uygulamasıdır (Singh, 1998).

Tasarım ve tedarik zinciri süresince, müşteri beklentisini karşılamak için üretim sisteminin başarısını mükemmeliyet standardına karşı optimize etmek isteyen, bir fabrikada uygulanan hedefler ve tekniklerle kütle ve zanaat üretim şekillerinden farklılaşan yeni bir yoldur (Howell, 1999).

Yalınlık, ürün verimliliğini artırmaya çalışırken tüm değer zinciri süresince maliyet ve dönüşüm süresini azaltmak için tasarlanmış bir üretim felsefedir. Bu değer zinciri, bir dizi bağlantıdan oluşur. Bağlantılar, devlet hizmetlerinde olduğu kadar, sanayi içerisinde de var olup devlet ile sanayi arasında her yerde uygulanabilir (Comm ve Mathaisel, 2000).

Yalın imalat, en iyi şekilde, süreç ve insan tasarım öğeleri ile israfların ortadan kaldırılması için müşteriye en yüksek değeri sunmak için bir yaklaşım olarak tanımlanabilir. Yalın üretim; tam zamanında üretim (JIT), kalite sistemleri, çalışma ekipleri, hücresele üretim gibi çok çeşitli öğeler ve yönetim uygulamalardan oluşan entegre bir sistemdir (Shah ve Ward, 2003).

Yalın "israfsızretim" anlamına gelir. Yalın yaklaşım, sistem akışında israf miktarını (Muda) değer akışı içinde azaltma hedeflemektedir (Taj ve Berro, 2006).

Yalın, bir ürünün tüm değer akışında israfı tanımlamayan ve ortadan kaldırılması olgusu üzerine odaklanan, yalnızca kuruluş içinde değil, aynı zamanda tüm tedarik zinciri boyunca uygulanan bir yönetim felsefesidir (Shah ve Ward, 2007).

Yalın üretim, kişilerin düşünme rolünü üstlendiği bir sistem olarak, kişilerin işe katılımını ve sürekli gelişmeyi teşvik etmektedir. Ayrıca şirketlerin bugünün ve yarının piyasa talepleri ve çevre değişiklikleri ile yüzleşmek için ihtiyaç duydukları çevikliği vermektedir (Alves, Arkani, Arora, Bai, Baumgart ve Berger, 2012).

Yalın üretim sistemi en basit tabiriyle, yapısında hiçbir gereksiz unsuru bulundurmayan ve hata, maliyet, stok, işçilik geliştirme süreci, üretim alanı, fire, müşteri memnuniyetsizliği gibi sebeplerin en aza indirildiği bir üretim sistemidir. Yalın üretim sistemi, üretimdeki hızı artırmak, akış sürelerini kısaltmak, kaliteyi artırmak, maliyeti düşürmek ve teslimat sürelerini kısaltmayı hedeflemektedir. Yalın üretimin prensipleri, müşteri beklenti ve ihtiyaçları doğrultusunda şekillenir. Yalın üretim malzeme ve bilgiyi dönüştüren veya şekillendiren ve katma değer oluşturan faaliyetlerdir. Yalın üretim zaman ve kaynak kullanarak, ürün üstüne müşteri ihtiyaçları doğrultusunda değer ilave etmeyen ve katma değer oluşturmayan adımları ayırt etmeye kolaylık sağlar. Sıfır hatalı, tam zamanında, küçük partiler halinde, yüksek çeşitlilikte üretim yapılması öngörülür (Acar, 2003).

Yalın üretim sisteminin amacı, işleri basitleştirmektir. Yalın üretim ve geleneksel seri üretim karşılaştırıldığında; yalın üretim geleneksel üretime göre daha az kaynak kullanır, daha verimlidir, az stoğa ihtiyaç duyar ve ürünlerdeki hataları azaltarak çeşitliliği artırır (Womack ve Jones, 2007).

2.3. Yalın Üretim İlkeleri

“Yalın düşünce, değer tanımlanması, değer yaratan adımların en iyi ve doğru biçimde sıralanması, bu adımların gerektiği anda aksamaya uğramadan atılması ve giderek daha yüksek etkinlikle gerçekleştirilmesinin yollarını aramaktadır. Özetle yalın düşünce; daha az emek, zaman ve ekipman harcayarak daha fazla üretebilmeyi ve müşterilerin asıl beklentilerine daha çok yaklaşmayı sağlamaktadır” (Womack ve Jones, 1998).

Womack ve Jones (2007) tarafından kaleme alınan yalın düşüncenin evrensel olan temel ilkeleri, bir ürünün değerini net bir biçimde tanımlamak, değerini kesintisiz biçimde akışını sağlamak, her ürün için değer akımını saptamak, müşterinin değeri üreticiden çekmesini sağlamak ve mükemmellik peşinde koşmak olarak sıralanmıştır

Yalınlığın ölçütü olan temel ilkeler şunlardır;

- Değer
- Değer akımı
- Akış
- Çekme
- Mükemmellik.

Womack ve Jones'a göre yalın üretim, bir dizi faaliyetten oluşan bir süreçtir. Bu faaliyetler aşağıda gösterildiği gibi literatürde yalın ilkeler olarak yer bulmuştur (Womack ve Jones, 2003):

- Ürünün değerini doğru şekilde tayin etmek ve bu değeri çoğaltmak (Değer)
- Her ürünün değer zincirini tanımlamak ve israfa sebebiyet veren gereksiz faaliyetleri ortadan kaldırmak (Değer Akımı)
- Kesintisiz bir şekilde ürün akışını sürdürmek (Akış)
- Müşterinin üreticilerden değeri çekmesini sağlamak (Çekme)
- Mükemmeli sağlamak ve bunu devamlı şekilde sürdürülebilir hale getirmek (Mükemmellik)

2.3.1. Değer Akımı

Ölçülemeyen faaliyetlerin yönetilmesinin mümkün olmadığı gibi belirli bir ürünün geliştirilmesi, sipariş alma ve imalat aşamalarının sorgulanması, iyileştirmek ve mükemmelleştirmek için de öncelikle bunların doğru tanımlanması, analiz edilmesi ve birbirleriyle ilişkilendirilmesi gerekir. Geçmişteki yönetim yaklaşımlarının aksine, gerekli olan, farklı farklı ürünlerin değer akımını, bütüncül bir yaklaşım ile ürün bazında yönetme becerisi kazanmaktır (Womack ve Jones, 1998).

2.3.2. Değer

Yalın düşüncenin başlangıç noktası değerdir ve değer ancak son müşteri tarafından tanımlanmaktadır. Yalın üretimde temel soru daima şudur: “Müşteri bu süreçten ne bekliyor?” Değeri tanımlayan ancak bu sorunun yanıtıdır (Liker, 2005). Yalın düşüncede en önemli nokta değeri tanımlamaktan geçmektedir. Değer akımının anlam taşıması için belirli bir zamanda, belirli bir ürünü veya hizmeti, belirli bir ücretten tanımlamak gerekir. Üreten kısım değeri de oluşturmaktadır. Üretici ve müşteri değeri birlikte belirlenmelidir (Womack ve Jones, 1998). Değer katmayan süreçlerin tanımlanması ve azaltılması israfın önüne geçilebilmesi için önemli bir rol oynayacaktır.

2.3.3. Akış

Her şeyin başlangıcı akıştır. Akış sistemi “Ya her şey çalışır ya da hiçbir şey çalışmaz” gibi bir kalite anlayışını içermek zorundadır (Womack ve Jones, 1998). Her ürünün ve/veya hizmetin akışı basit ve doğrudan olmalıdır (Spear ve Bowen, 1999). Bir üründen diğerine geçiş üretimde zaman kaybına sebep oluyorsa veya herhangi bir makine diğerleriyle uyumlu hızda çalışmıyorsa hala israf var demektir. Akışta esas amaç üretim sürecinin tümündeki duraklamaların ve bekleme sürelerinin azaltılmasıdır (Womack ve Jones, 1998).

Değeri belirledikten sonraki ilk adım belirli bir ürün ya da faaliyete odaklanarak en başından sonuna kadar ürünü/faaliyeti takip etmektir. İkinci adım ürünün daimi akışını engelleyen tüm emenlerin ortadan kaldırılmasıdır. Üçüncü adım ise iş akışındaki her türlü hurda ve israfın önlenmesini sağlayacak çalışma yöntemlerinin geliştirilmesi ve bu şekilde söz konusu ürünün tasarım, imalat ve sipariş işlemlerinin sürekli akışının sağlanmasıdır (Womack ve Jones, 1998).

2.3.4. Çekme

En yalın tanımıyla çekme, müşteri istemeden önceki aşamalarda ürün ya da hizmet üretilmemesi anlamına gelir. Çekme düşüncesinin mantığı ise müşterinin belli bir ürün için talebe başlamak ve ürünün müşteriye ulaşımına kadar geçen bütün aşamaların geriye doğru incelenmesidir (Womack ve Jones, 1998). İtme sistemi malların üretiminin önceden hazırlanan plana göre yapılması ve üretim ve satın alma siparişlerinin öngörülen müşteri talebine göre ayarlanması anlamına gelmektedir. Bir diğer deyişle talebe göre ürün ya da hizmet

üretmesidir. Çekme ilkesi, kesinleşmiş müşterinin bir ürün ya da hizmeti talep etmesinin ardından ürün alıcıya ulaşana dek tüm aşamaların geriye dönük izlenip her aşamanın bir önceki aşamadan istenmesiyle ürün üretiminin başlatılmasıdır. Çekme işlemi yapıldığında stoklara ihtiyaç duyulmamaktadır. Böylelikle hatalı üretim olduğunda hurda ve fireler ortadan kalkmakta, stokta kalan ürünler için çabaya ve iş gücüne ihtiyaç duyulmamakta ve talep istikrarı sağlanmış olmaktadır. Yalın üretim stok yöntemiyle değil, onu ortadan kaldırmakla ilgilidir. Toyota daha en başından müşteriyi talepte bulunmaya yönelten ve teşvik eden itme sistemi yerine anlık olarak müşteri talebini temel alan stok çekme açısından düşünmeye başlamıştır. Yalın üretimde ideal olan; müşteriye istediği hizmeti istediği anda ve istediği miktarda vermektir (Liker, 2005).

Çekme tipi üretimde bir sonraki süreç aynı tesiste ya da ayrı bir tesiste olması fark etmeksizin çoğunlukla bir kanban kart aracılığı ile hangi malzeme veya parçanın istendiği, gerekli olan miktarın ne olduğu ve ne zaman nerede gerektiğine dair önceki operasyona bilgi aktarır. Müşteri bir ihtiyaç sinyali verene kadar tedarikçi hiçbir şey üretmez (Marchwinski ve Shook, 2007).

Çekme sistemi talep ile üretimi birleştirir. Montaj hattı veya hücre, iş emrini alır, devamında diğer hücrelere ise iş emri “Kanban Bilgi Akış Sistemi” yardımıyla sağlanır. İş emrinin gönderildiği hücreye “Tempo Sağlayıcı Hücre” denir. Kanban yardımıyla tempo sağlayıcı hücre tüketeceği kadar parçayı üretildiği hücreden çeker. Parçası çekilen hücre de kendisinden çekilen miktar kadar parçayı üretmek durumundadır. Sonuç olarak bu tedarikçi-müşteri ilişkisi üretimin yapıldığı sahada oluşmaktadır (Nomak ve Durmuşoğlu, 2003).

2.3.5. Mükemmellik

Mükemmellik yalın düşünce ilkelerinin en son aşamasıdır. “İşletmeler değeri doğru bir şekilde tanımlamaya başlayıp, değer akışının tümünü belirleyerek ürün bazında değer yaratan aşamaların sürekli akmasını ve müşterilerin değeri işletmeden çekmelerini sağlamaktadır. Çalışanlar ise bir yandan ürünleri müşterilerin gerçek ihtiyaçlarına yaklaştırmak için çabalamaktadırlar. Bir ürün sunarken çaba, zaman, mekân, maliyet ve hataların azaltılması müşterinin istediği şeydir” (Womack ve Jones, 2003). Bu nedenle yalın düşünme fikrinin son ilkesi olan mükemmellik, olağanüstülüğünü kaybetmiştir. Mükemmelliğe ulaştırmak için yapılacak olan iyileştirme gayreti genel olarak ikiye ayrılmaktadır (Womack ve Jones 2003).

2.3.5.1. Sürekli İyileştirmeler (Kaizen)

Kaizen, sürekli iyileştirme çalışmaları anlamına gelmektedir. Zamanla değer ve akışın yol haritasının belirlenmesi, değer akışının sağlanması ve değer çekilmesidir. Yalın düşünce sistemi sürekli iyileştirme çalışmalarını uygulamayı önermektedir. Aynı zamanda sürekli iyileştirmeler sağlanırken değer akış haritalarının da uygulanmasını önermektedir.

2.3.5.2. Radikal İyileştirmeler (Kaikaku)

Değer üretme süreci içerisinde yer alan üretici, tedarikçi, dağıtımçı ve diğer şirketlerin dahil olmasıyla tüm proseslerin aynı zamanda yürütülmesi ve sağlam bir iyileştirmeyle sonucun elde edilmesidir.

Mükemmelliğin en önemli hızlandırıcısı şeffaflıktır. Bir işlevi yalınlaştırmak için iyileştirme yapıldığında, her şeyi bütünüyle görebiliyor olmak değer yaratmanın daha iyi yollarını bulmayı kolaylaştırır. Çalışan kişilerin bir işlevi yalınlaştırmak için iyileştirme faaliyetleriyle kaç defa uğraşması gerekirse gereksin her seferinde emeğini, vaktini ve hatalarını en aza indirecek ve israfın önüne geçebilecek yenilikler bulabilmektedir. Mükemmelliğe erişebilmek için PUKÖ sarmal diye de bilinen sistem (Planla, Uygula, Kontrol et, Önlem al) etkili bir biçimde kullanılmalıdır. Daha iyi olabilmek için çalışmalar tekrarlandıkça faaliyetler daha da esnekleşir ve hataların tekrarlanmasını önlemeyi mümkün kılar (Refa, 2003).

2.4. Yalın Üretimde Yedi Temel İsrif

Yalın felsefenin kurucularından Ohno israfı, müşterinin satın aldığı üründe hiçbir değer oluşturmayan, maliyetin artmasına sebep olan her şey olarak tanımlanmıştır. Bu nedenle israf, müşterinin ödeme yapmak zorunda olmadığı ve ortadan kaldırılması icap eden faaliyetlerdir.

Yalın üretimde yedi temel israf üzerinde şekillenir:

- Fazla üretim
- Gereksiz Taşıma
- Bekleme
- Fazla Stok

- Gereksiz İşlem
- Ürün Süreç Kusurları
- Gereksiz Hareket

İşletmeler bu yedi temel israf üzerinde incelemeler ve analizler yaparak üretimde israf olarak adlandırılan aşamaları ortadan kaldırmaya çalışmalıdır. Böylelikle üretimden gereksiz aşamalar arındırılarak üretim sistemi daha duru bir hale dönüşür.

2.4.1. Fazla Üretim

Fazla üretim, talep edilenden veya ihtiyaç duyulandan daha fazla üretmek anlamına gelmektedir. Süreçte gerektiğinden daha fazlasını daha erken üretmek, daha fazla üretimin oluşmasına yol açmakta ve buna bağlı olarak işletmenin stok maliyetleri artmaktadır. Bu sebeple istenilen zamanda istenilen miktarda üretim yapmak gereklidir.

Fazla üretim; stok maliyetlerinin artmasına, hata takibinin zorlaşmasına, bilgi akışının kirliliğine, işletme maliyetlerinin artmasına, işçilik maliyetlerinin artmasına ve kusurlu ürünlerin üretim hattında saptanmasının zorluğuna neden olur (Liker, 2004).

İnsanlar bir ürünü gerektiğinden daha fazla üretim yapma eğilimi göstermektedir. Fazla miktarda üretim yapmanın bir sonucu olarak fazla hammadde tüketimine, işgücü artışına, stok maliyetinin artmasına, fazladan makineye ihtiyaç duyulmasına ve gider maliyetinin artmasını sebep olmaktadır. Ayrıca stok miktarının artması iş ve malzeme planlamasını zorlaştırır (Suzaki, 1987).

2.4.2. Gereksiz Taşıma

Hammaddelerin ve parçaların bir montaj hattında bir noktadan diğer bir noktaya veya bir bölgeden diğer bir bölgeye gereksiz yere taşınmasıyla oluşan israf türüdür (Rich, Bateman Esain, Massey ve Samuel, 2006).

Herhangi bir işlem gerçekleşirken gereksiz malzeme taşınmasından dolayı oluşan israftır. Malzeme ve makinelerin iyi ve düzenli bir şekilde planlanması gerekir. İyi şekilde planlanmış malzeme ve makineler gereksiz taşımaların ortadan kalkmasını sağlayacaktır.

Üretim sahasının düzenli olması, çalışanların rahat hareket etmesinde ve israfın ortadan kalkmasında önemli bir etki sağlayacaktır.

2.4.3. Bekleme

Beklemeler, makine ve işgücü verimliliğini olumsuz yönde etkilediğinde dolaylı zaman kaybı olarak görülür (Hülagü, 2011).

İşletmelerde zamanın etkili ve iyi bir şekilde kullanılması son derece önemlidir. Planlama yapılırken iyi bir planlama yapılmış olması gerekir. Planlamanın kötü olması, zamanın etkili ve iyi kullanılmamasına neden olabilir.

Bekleme israfı, üretim sürecinde işgücünün parça ya da bileşenleri beklemesi, makine duruş süreleri vb. nedenlerden dolayı aktif ve verimli şekilde çalışmaya özen gösterilmediği zaman ortaya çıkar. Bu israf, süreçler arasındaki akışta bir önceki aşamadan kalan parçaların zamanında gelmemesi ve değer yaratmayan faaliyetlerin sürece dâhil edilmesi nedeniyle emeğin etkin kullanılmamasından kaynaklanmaktadır (Yorke ve Bodek, 2005).

2.4.4. Fazla Stok

Yedi temel israftan biri olan fazla stok; büyük miktarlarda depolama alanı ihtiyacı, stoklama için aşırı kaynak ihtiyacı, maddi hasar ve raf ömrünün dolması gibi olumsuz olaylara neden olabilir (Uçan, 2014).

Fazla stok gereğinden fazla üretildiği zaman oluşmaktadır. Ayrıca fazla stok, müşteri beklentilerini karşılayabilmek için gerekli olandan fazla stok bulunması durumundan kaynaklanır (Kilpatrick, 2003).

2.4.5. Gereksiz İşlem

Müşteri taleplerini karşılamak için gereksiz süreç adımlarının, ürünle alakalı yanlış standardizasyonların ve üretim sürecinin temel ve alt sistemlerinde yer alan yanlış süreçlerin mevcut olması gereksiz işleme sebebiyet vermektedir (Bodek, 2004).

Ürün, süreç aşamalarından geçerken gereksiz ve fazla işlemlerden oluşur. Hatta bazı durumlarda sürecin kendisi de gereksiz bir işlem olabilir. Ayrıca, gereksiz işlemlere ek olarak

ürün tasarım problemleri, alet yetersizliği ve ihtiyaçtan daha fazla kaliteli ürün üretmek israf olarak sayılabilmektedir (Liker, 2004).

2.4.6. Ürün/Süreç Kusurları

Kusurlu ürün ve üretim sürecine başlamadan evvel, önlenmesi gereken süreç tasarımlarından dolayı ortaya çıkan israf türüdür.

Üretim sürecinde hatalı işlemlerin oluşmaması için üretim sürecinde gerekli tedbir ve önlemler alınmalıdır. Çünkü bir işlemin hatalı yapılması zaman ve emek kaybına sebep olmakta ve bu da maliyeti etkilemektedir. Ek olarak, hatalı ürünlerin müşteriye ulaşması itibar kaybına sebep olur.

2.4.7. Gereksiz Hareket

Bu israf türü, operatörlerin işletmeye değer katmayan hareketlerinden kaynaklanmaktadır. Aynı zamanda operatörlerin kendi görevlerini yaparken gereksiz yapılan herhangi bir hareket olarak tanımlanabilir (Bodek, 2004).

Gereksiz ve fazla hareketler operatörlerin ve çalışanların gereğinden fazla efor sarf etmesine neden olur. Bir işin mümkün olabilecek minimum hareketle yapılması, verimliliğin sağlanması açısından önemlidir.

2.5. Yalın Üretim Teknikleri

Maliyeti ve teslimat süresini azaltabilmek, çevresel kalitenin artırılmasını sağlamak, proses akışını geliştirmek, müşterilerin beklentilerine cevap verilebilmesini sağlamak ve bunların yanında insan kaynağını isteklendirme ve bağlılıklarını sağlayabilmeyi kapsayan yalın ilkelerin sürdürülebilmesi için tavsiye edilmekte olan yalın teknikler bulunmaktadır (Vinodh ve Joy, 2012).

Yalın üretimin başarısının sebebi; performansın istikrarı ile faaliyet mükemmelliğinin sonucudur. Bu faaliyet mükemmelliği Kaizen, tek parça akışı, jidoka, yalın üretimdeki kalite iyileştirme yöntemlerine dayanmaktadır. Bu teknikler, yalın üretimin temelini oluşturmasını sağlamıştır.

Bu bölümde yalın üretim teknikleriyle ilgili ayrıntılı bilgiler verilecektir.

2.5.1. Kalite Çemberleri

Kalite çemberleri, katılımcı yönetim anlayışına teşvik eden bir yönetim metodudur. Hizmet ve ürün üretimi yapan her kurumda kalite çemberleri gerekli görüldüğünde kullanılabilir. Personellerin işlerinden memnun olmasını sağlayarak grupsal karar verme süreçlerinde etkili olmakta ve ekipte verimi en üst düzeye çıkarıp kaliteyi daimi geliştirmektedir. Personel ve yönetim arasındaki iyi ilişkinin kurulmasında kalite çemberi çalışmaları oldukça etkilidir.

Kalite çemberlerinde amaç, gruplar oluşturarak personelin kendileriyle ilgili katılımları sağlayabilmesi ve iş ile alakalı sorunları çözmek konusunda bilgilerinden yararlanmaktır. Çemberler genellikle, düzenli şekilde problemleri çözebilmek amacıyla birleşen, yönetimlere farklı çözümler önermekte olan çalışma gruplarını ifade etmektedir. Daha kısa bir deyişle ifade etmek gerekirse aynı alanda görev yapan bir grup personelin problemlerinin sebeplerini aramak, çözüm önermek gibi amaçlarla haftada bir toplanmasıdır.

Çemberlerdeki üyeler problemleri saptamak, çözmek ve analiz etmek için belli zaman aralıklarında (genellikle haftada bir defa) toplanırlar. Kalite çemberlerinde gönüllülük esastır, terfi ya da atama söz konusu değildir.

Yönetimin, personellerin gönüllü şekilde çember çalışmalarına katılmalarını sağlayabilmesi için personellere bilgi vermesi gerekmektedir. Çemberdeki üye sayısı organizasyon içindeki başka toplantılara katılımlara engel olacak kadar çok, problemlere çözüm olacak farklı yaklaşımlar geliştiremeyecek kadar da az olmamalıdır.

Kalite çemberleri, işletmelerdeki sorunları belirler, inceler, analiz eder ve çözüm üretir. Üyelerin problemlere çözüm üretebilmeleri için problemin belirlenmesi ve çözümüne ilişkin tekniklere hakim olmaları gerekir. Bunun yanı sıra personellere sürekli eğitim verilerek yeni teknikler öğretilmektedir.

Kalite çemberinin üzerinde çalışacağı konular faaliyet başlamadan önce belirlenir ve bütün ilgili personele dağıtılır. Bireysel problemler, eleman alımı, insan kaynakları politikaları, finansal konular ve maaşlar gibi konular kutuplaşmalara sebep olabileceğinden çemberlerde görüşülmemesi gereken konulardır.

En fazla on personelden oluşan bu gruplar sorunları belirleyerek çözüm önerileri sunmakta ve ardından bu çözümleri uygulayarak sonuçları kontrol etmektedir. Böyle bir ortamı hazırlamak için öncelikli olarak personele sorun çözme yöntemlerini öğretmek gereklidir. Çemberdeki üyelere bu metodu öğretmeleri durumunda en üst düzeyde verim sağlanabileceğini söylemek mümkündür. Genel hatları ile bu metot şu şekildedir (Serdaroğlu, 1997):

Problemin Saptanması: Sorunun giderilebilmesi için öncelikli olarak belirlenmesi gerekmektedir.

Problemin İncelenmesi: Sorunun saptanmasının ardından sorunun kaynağını araştırma aşamasına geçilmektedir (Ohno, 1998).

Soru 1: Panoda neden sigorta attı?

Cevap 1: Çünkü kısa devre olmuştu.

Soru 2: Neden kısa devre oldu?

Cevap 2: Çünkü dış sahadaki aydınlatma armatürlerinin içine su girmişti.

Soru 3: Neden armatürlerin içine su girişi oluyordu?

Cevap 3: Çünkü bağlantı yönünü ters yapmışlardı?

Soru 4: Neden bağlantı yönünü ters yapmışlardı?

Cevap 4: Maliyeti azaltmak için.

Fikir Üretme: Bu aşamada sorunun ortadan kaldırılmasına yönelik fikirler dikkatle araştırılmaktadır.

Değerlendirme: Burada uygulanması mümkün fikirlerin belirlenmesi ve en iyi olanın seçilmesi sağlanmaktadır.

Uygulama: Herkes tarafından kabul edilen fikrin nasıl ve ne şekilde uygulanabileceği ile ilgili planlama yapılır. Planda somut ifadelerle uygulamanın verimi hesaplanmalıdır.

Kalite çemberinin etkisi kısa sürede ortaya çıkmasa bile uzun vadede gerek çalışanlara gerek işletmelere ciddi kazanımlar sağlar. Bir oluşumun kendini daimi olarak güncellemesi,

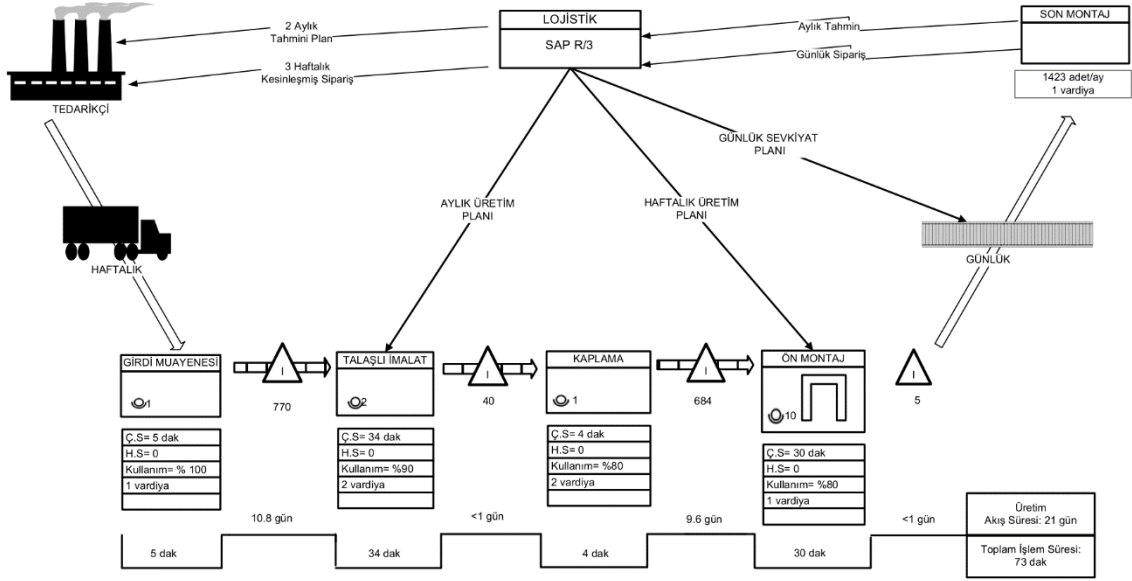
gereksinimlerinin günden güne daha kolay karşılayabilmesini sağlar. Bu sebeple günümüz dünyasında işletmelerin tamamının bu çalışmaları yapması gereklidir.

Japonya’da Kalite Çemberlerinden alınan sonuçlar dikkat çekicidir. 1979 yılında “Japon Bilim Adamları ve Mühendisleri Birliği’nin Kalite Çemberleri Merkezi’ne bağlı bulunan yüz bin civarında kalite çemberi kurulmuştur ve üye başına 50-60 öneri alınmıştır.

2.5.2. Değer Akış Haritalama

Değer akış haritalama (VSM); bir ürün ortaya çıkarken olup biten malzeme ve malumat akışının anlaşılmasına yardımcı olan kâğıt-kalem yöntemidir. Müşteriden tedarikçiye ürünün üretim aşamalarını takip ederek, araç-gereç ve bilgi akışının bulunmuş olduğu her sürecin görsel olarak aktarılması olarak da tanımlanabilir. Özetle; bir ürünün bitmiş ürüne dönüştürülmesi için gereken her türlü eylemi kapsar (Rother ve Shook, 1999).

Değer akışı haritalaması bir ekip çalışmasıdır ve haritalanan işlem tüm alanlardan temsilcileri içermelidir. Bu süreç değer akışı haritalarının yaratılması aşamasında tecrübeli bir profesyonel tarafından kolaylaştırılmalı ve yönlendirilmelidir. Bir değer akış haritası en iyi A3 kâğıt üstünde bir kalem kullanarak elle oluşturulur. Sürecin anlaşılması ve geliştirilmesi için semboller ve resimler içerir. Tedarikçiden müşteriye kadar malzeme ve bilgi akışını temsil eder. Gecikmenin prosesin neresinde olduğunu, kısıtlamayı ve aşırı envanteri bir bakışta görmeyi sağlar. Mevcut durum haritası işletme için ideal konuma doğru çalışmanın ilk ve en önemli adımıdır.



Şekil 2.1. Hidrolik kapak değer akışı haritalama örneği

Hedef duruma ulaşıldığında ya da planlanan işler uygulandığında, hedef durum artık mevcut durum olacağından sonsuz bir döngü ortaya çıkar. Bu da sürekli iyileştirmeyi desteklemektedir (Elbert, 2013). Şekil 2.1.'de değer akışı haritalama yöntemiyle oluşturulmuş değer akışı örneği bulunmaktadır (Birgün, Gülen ve Özkan, 2016). Bu örnekten hareketle değer akışı haritama süreçlerin iyileştirmesinde kolaylık sağlamaktadır.

Mevcut değer akışında değişiklik planlanıyorsa mevcut değer akışının yanında bu değişiklikleri gösteren gelecek değer akışı haritalaması da oluşturulmalıdır. Değer akışı haritalamada mevcut durum ile gelecek durumu gösteren haritaların çizilmesi, iyileştirilen durumlardaki farklılıklara odaklanılmasını sağlamaktadır.

Yalın işletmelerde her seviyeden personel değer akışının her aşamasını görebilmeli ve kolay anlayabilmelidir. Bu durum, değer akışına değer katabilmesine ve değer yaratmak için kolay yollar bulunmasında etkili olmaktadır (Bırakmaz, 2013).

Mevcut durum için değer akışı çizilmesi ile gelecek durum için değer akışı çizilmesi arasında bir döngü vardır. Bu döngüde sürekli iyileştirmeler yapılarak, iş planı ve uygulamalar ile gelecek durum haritaları çizilir. Yalın işletmelerde sürekli olarak gelecek durum haritaları oluşturulması gerekmektedir. Bu durumu anlatan bir döngü örneği Şekil 2.2.'de verilmiştir.



Şekil 2.2. Değer akışı haritalama döngüsü

Değer akış haritalamanın yalın üretim için ana araçlardan birisi olmasının sebepleri; (Rother ve Shook, 1999):

- Değer akış haritasında yalnızca israf değil israfın kaynağı da görülebilmektedir.
- Yalın konseptleri ve teknikleri bir arada tutabilmektedir.
- İmalat süreçleri hakkında ortak bir dil oluşmasına yardımcı olabilmektedir.
- Temel bir uygulama planı oluşturması sebebiyle tüm akışta yer alan ve çoğunlukla gözden kaçabilen pek çok noktanın tasarlanmasına yardım ederek yalın uygulama için detaylı bir plan haline gelmesidir.
- Malzeme ile bilgi akışı arasındaki bağ görülebilmektedir.

2.5.3. Kaizen

Kelime anlamı *sürekli iyileştirmek* ve *daha iyiye değişim* olan *kaizen* Japonca bir kavramdır. 'Kai' 'Değişim', 'Zen' 'İyi Olmak' kelimelerinden türetilmiştir. Tanımlanan değeri iyileştirdikten sonra, değer akışındaki israfı ortadan kaldırır. Kaizen'in felsefesi, maliyetleri düşürürken kaliteyi ve güvenliğini artırmaktadır (Sayer ve Williams, 2007; Imai, 1997).

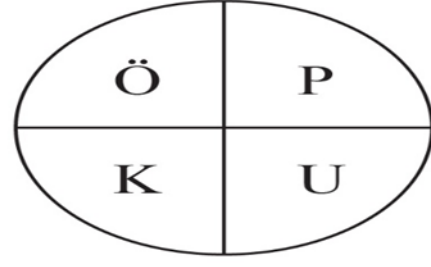
Kaizen için literatürde tam bir sınıflandırma yer almamaktadır. Genel olarak üç farklı grupta incelenebilir. Bunlar; küçük (veya hızlı), büyük (veya standart) ve yönetim seviyesinde (veya genişletilmiş) Kaizenler olarak sınıflandırılabilir. Bu Kaizen çeşitlerinden kısaca bahsetmek gerekirse;

1. **Küçük Kaizen:** Çok sayıda iyileştirme gerektiren, bir hafta veya daha kısa sürede uygulamaya geçirilebilen, en fazla iki operatör tarafından kullanılabilen, fiziki değişiklik ile iyileştirilen bir Kaizen çeşididir.
2. **Büyük Kaizen:** Küçük Kaizen'e göre daha az iyileştirme gerektiren, daha karmaşık ve sıklıkla rastlanmayan problem çözümünde kullanılan, genellikle üç-dört kişinin katılımıyla gerçekleştirilebilen, kök neden belirlenip karşı önlemlerin alınmasıyla ve bu önlemlerin etkinliğinin süreçte doğrulanması ile elde edilen sonuçların devamlılığını sağlayan bir Kaizen çeşididir.
3. **Yönetim Seviyesinde Kaizen:** Karmaşık ve sürekli karşılaşılan problemlerin çözümünde kullanılan, farklı bakış açılarını ele alabilmek için fazla kişinin katılım sağlaması istenilen, çalışmanın her adımının görsellikle kayıt altına alındığı, genellikle haftalar veya aylar süren bir Kaizen çeşididir.

Kaizen sadece bir sürekli iyileştirme yöntemi olarak sınırlandırılmamalıdır. İyileştirme bir yolculuktur, varış noktası değildir. Kaizen'in hedefi; üretkenliği artırmak, israfı azaltmak ve gereksiz zor işleri ortadan kaldırmaktır. Kaizen'e göre üç atık türü şu şekilde tanımlanmaktadır: Muda (atık), Mura (eşitsizlik) ve Muri (aşırı yük) Kaizen'in felsefesi, herkesin kendi süreçlerini iyileştirmesini ve sorumluluk almasını sağlar. Kaizen ile organizasyonun her seviyesindeki çalışanlar, sürekli iyileştirme ve değiştirme fırsatlarını belirleyerek takip etmelidir.

Kaizen, sürekli ve tutarlı bir şekilde uygulandığında, çalışanlarına işleri hakkında farklı bakış açıları katıp farklı düşünmeyi öğretecektir. Başka bir deyişle; Kaizen, sürekli iyileştirme için gerekli kültürü geliştirmek ve kazandırmak için uzun vadeli değer yaratabilir.

Kaizen'in çekirdeği, PDCA döngüsü adı verilen Shewert Circle veya Deming döngüsüdür (planla, yürüt, kontrol et, yürüt). Kaizen, ürün kalitesini iyileştirmek için tüm çalışanları çekmenin bir yolu olan "Toyota Üretim Sisteminin" bir parçasıydı. O zamandan beri Kaizen ülkenin başarısındaki ana faktörlerden biri haline gelmiştir. Şekil 2.3.'te Kaizen problem çözme adımları gösterilmiştir (Refa, 2003).

**Planlama:**

1. Problemi net olarak tanımlama
2. Gerçek durumu belirleme
3. Olası nedenleri arama
4. Hedef kriterleri belirleme
5. Çözüm seçenekleri geliştirme
6. Bir çözüm seçeneğini seçme ve ayrıntılandırma
7. Eylem planı oluşturma

Uygulama:

8. Problemi net olarak tanımlama

Kontrol Etme:

9. Sonuçları değerlendirme

Önlem Alma:

10. Yeni standardı birlikte belirleme ve tanımlama

Şekil 2.3. Kaizen problem çözme adımları

Kaizen tekniği uygulamanın yararları:

- Şirketin tüm faaliyetlerinde canlılık yaratmak,
- Çalışanların aynı amaç ve hedefler doğrultusunda çalışmalarını sağlamak,
- Departman etkileşimi ile ilgili genel sorunlara kısa vadede kalıcı çözümler üretmek,
- Çalışanların bilgi, beceri düzeyi ve motivasyonunu artırmak,
- Rekabet, verimlilik ve diğer temel unsurlar daha iyi bir gelişim gösterir.

2.5.4. 5S - İşyeri Organizasyonu

İşi yapan kişi ile işin gerçekleştirilmesi için gereken bilgi, malzeme, aksesuar, alet ve dokümanı yakın bir çevreye getirip bir düzen kurulması amaçlanır. Operatörün işe başlayabilmek için gereken verileri arayarak gereksiz vakit kaybetmesini önlemeyi hedefleyen bir çalışma metodudur. 5S'in temel felsefesi çalışma alanının düzenli ve amacına uygun biçimde kullanılması adına işçileri eğitmek ve organize etmeye odaklanır. Boşa harcanan zamanı ve enerjiyi azaltmayı hedef alır (Harry, Mann, De Hodgins, Hulbert ve Lacke, 2010).

Japonca ‘S’ harfi ile başlayan 5 kelimededen oluşmaktadır. Bunlara karşılık gelen Türkçe kelimeler aşağıdaki gibidir.

1. Seiri (Sınıflandır): Ekipmanları sınıflandırarak, yalnızca o iş süresince ihtiyaç duyulanları tutmaktır. İhtiyaç olmayan malzemelerin çalışma sahasından ayrıştırılmasını hedefler.
2. Seiton (Sırala-Düzenle): Gerekli ekipmanları/malzemeleri ihtiyaç duyan herkesin kullanabilmesi için düzenlemek, organize etmektir. Ayrıca ekipmanların/malzemelerin kısa sürede ve kolaylıkla bulunmasını amaçlar.
3. Seiso (Sil-Temizle): Her zaman temiz ve bakımlı çalışma ortamı sağlamak, malzeme ve ekipmanların korunması amacıyla yapılan çalışmadır.
4. Seiketsu (Standartlaştır): Öncesindeki 3S’in başarısının gösterilmesi ve sürdürülebilir olması için prosedürlerin/standartların ve kurum kültürünün oluşmasını sağlar.
5. Shitsuke (Sahiplen-Sistemi Korum): Oluşturulan standartlar/prosedürler alışkanlık haline gelene kadar ve kurum kültürü oluşana dek kontrol edilmeli ve zorlanmalıdır.

2.5.5. Görsel Kontrol

Spesifik fikirlerde uzlaşmayı sağlayabilmek için iletişim gerekir. Görsel bir anlatım birçok sözcüğe bedel olduğundan yalın üretimde de görsel kullanılarak iletişim sağlanır. En kapsamlı anlamıyla görsel kontrol, süreçlerin ve faaliyetlerin doğru ve hızlı bir şekilde ilerlemesini sağlamak için gerekli bilgileri zamanında elde etme yeteneğinin tasarlanması ile ilgilidir. Günlük yaşamda işaretleme sistemleri ve trafik işaretlerinden örnekler verilebilir (Liker, 2005).

Görselleştirme, işin yapılması için kullanılan standartları ve herhangi bir sapma olup olmadığını kişilere, bilgilere, envantere, araçlara veya süreçlere bakarak anında anlamak anlamına gelir. Burada şu sorular sorulmalıdır: “Yönetici işletmenin bir bölümünü gezdiğinde talimatlara veya standart çalışmaya uyma durumunu tespit edebilmekte midir?” Eğer her bir aracın konumu için net kriterler belirlenirse, yöneticiler uygun olmayan araçları kolayca belirleyebilecektir. Bu nedenle, her alet için gölge çizmek, 5S'deki en yaygın uygulamalardan biridir. Örneğin, çekicinin bulunduğu yere bir çekiç resmi çizilmelidir. Dolayısıyla çekicinin nerede olduğu bellidir, yerinde değilse durumu anlamak kolaydır (Liker, 2005). Önemli bilgilerin anında iletilmesini kolaylaştırmak için üretim kontrol panoları, Kanban panoları andon vb. kullanılmaktadır. Aslında bunların hepsi fabrikalarda bilgi aktarmanın yollarıdır (Suzaki, 2005).

Birçok yalın üretim aracı, normdan tüm sapmaları görünür kılan ve süreci kolaylaştıran görsel kontroller içerir. Bilgisayar sistemlerinin karmaşık yapısına rağmen görsel yönetim araçları günlük aktivitelere yön veren ana unsurlardır (Suzaki, 2005).

Standart görev açıklamaları duvara asılır. Bu nedenle, istasyonda hangi yöntemin en iyi akışı sağlayacağı her operatör için açıktır. Yalın bir tesiste, tüm bilgiler iş istasyonunda görülebilen andon levhaları ile ifade edilir. Tesisin bir bölümü bozulduğunda, yardım bilgisine sahip personeller anında giderek yardım etmektedir (Liker, 2005).

2.5.6. Andon

Bir üretim alanı içerisindeki operasyon durumlarına tek bakışta dikkat çekmekte olan ve olağanüstü bir durum olduğunda sinyal vermekte olan görsel yönetim aracına andon denmektedir (Marchwinski ve Shook, 2007).

Japonca dilinde andonun anlamı “fener”dir. Nasıl ki fenerler karanlıkta insanların yolunu aydınlatıyorsa benzer şekilde andon da fabrikalardaki olağandışı koşulların açığa çıkmasına yardımcı olur (Suzaki, 2005). Örneğin, bir operatörün bir iş makinelerin gözlemlemesi ürüne değer katmamakta, aksine maliyeti arttırmaktadır. Bu israf edilen zaman, operatörü makineden ayırarak telafi edilebilirse, operatör daha fazla işin üstesinden gelebilecektir. Ancak bunu yapabilmek için makineden yeteneklerinin yükseltilmesi gerekir. Yetersiz parça temini, hasarlı aletler, ürün arızası vb. durumlarda makine çalışmasını sonlandırabilmeli ve operatöre yardım sinyali gönderebilmelidir (Suzaki, 2005).

Andon amacına ulaşabilmesi için çalışanlara sorunları anında çözüm bulabilmeleri veya sorunları tespit ederek çözümlenmeleri önemlidir. İşyerinde denetimli bir problem çözme süreci bulunmuyorsa büyük teknolojilere para harcamak anlamsız olacaktır. Yalın üretim, öncelikle sorunları çözmek için süreçleri ve insanları devreye sokar ve ardından teknik destekle destekler. Sorun ortaya çıkar çıkmaz müdahale edilmesi ve sorunların kalıcı olarak ortaya çıkarılması durumunda israf ve fire olmayacaktır. Üretkenlik yükselecek ve montaj hattının kesintisiz çalışması ile büyük ihtimalle rekabette öne geçilecektir (Liker, 2005).

2.5.7. Kanban

Kanban, yalın üretim ve tam zamanında üretim (JIT) ile ilgili bir kavramdır. Neyin, ne zaman ve ne kadar üretileceğini belirlemek için bir zamanlama sistemi olarak kullanılır. Tam zamanında üretimin amaçlarından iki iş merkezi tarafından ne zaman ve kaç parça üretileceği konusunda bilgi vermektir. Alınan bilgi sayesinde ara stoklara gerek kalmamaktadır. Bu bilgiler işletme dışındaki satıcılara kadar uzatılması gerekir. Bu durumda ise hammadde stokları da kaldırılmış olacaktır. Geleneksel üretimde tüm iş merkezlerine hazırlanmış iş talimatları gönderilerek sistem tamamlanır. Bu talimatlar kanban kartlarına yazılır. Kanban kartları genelde dikdörtgen olarak hazırlanmış plastik, karton veya metal olan ve üzerinde belirli bilgileri taşıyan kartlardır. Bu bilgiler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Kullanıldığı yer parça
- Numarası parça adı
- Parçanın tanımı
- Kanban numarası
- Parça sayısı / kanban Oranı
- Kanbanın düzenli konulduğu yer
- Kanbanın teslim edileceği iş terminali yeri (Kod numarası veya tanımı)
- Kanbanlar kullanıldıkları yere veya amaca göre adlandırılmaktadır (Aslantaş, 2014).

Şekil 2.4.'te örnek kanban kartı gösterilmiştir (Aygün, 1995).

| | | | |
|--|------------------|-------------|--|
| Stok Raf No : 8E414 Parça Arka No : A7.12 | | | Önceki Operasyon Dövme B-2 Sonraki Operasyon Talaşlı İmalat M-6 |
| Parça No : 785 12 B04 | | | |
| Parça Adı : Tahrik Pimi | | | |
| Araba Tipi : C X 30 BC | | | |
| Kutu Kapasitesi | Kutu Tipi | Sayı | |
| 100 | B | 6 | |

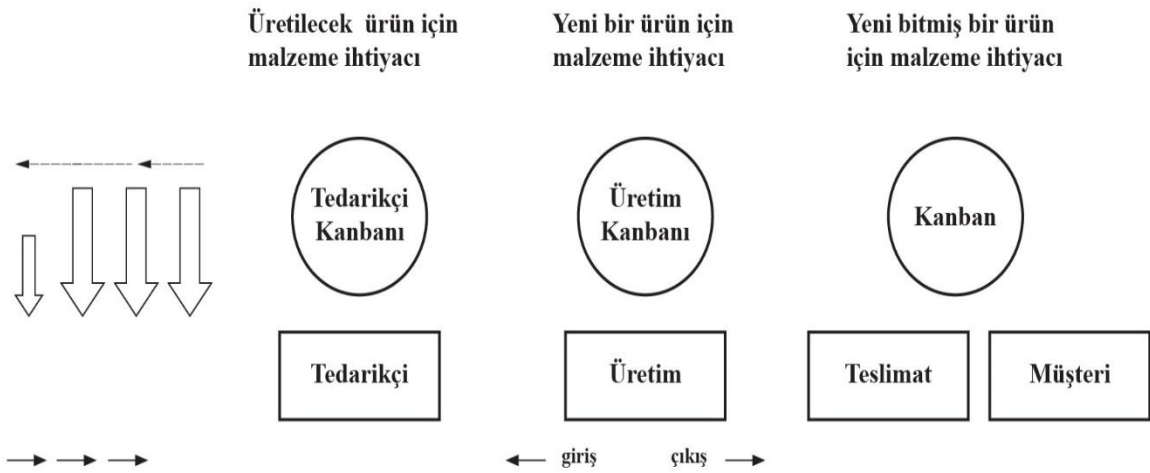
Şekil 2.4. Örnek kanban kartı

Temel kanban çeşitleri ikiye ayrılır. Bunlar:

1. Çekme Kanbanı
2. İtme Kanbanı

Çekme kanbanı, bir sonraki iş terminalinin, bir önceki iş terminalinden çekmek istediği parça cinsi ve miktarını belirleyen ve parça/malzeme çekmek amacı ile kullanılmaktadır.

İtme kanbanı, bir önceki iş terminalinin üretmesi gereken parça cinsi ve miktarını belirleyen kanbandır. Parça/malzeme itmek amacı ile kullanılmaktadır. Şekil 2.5.'te Kanban çekme sistemi gösterilmiştir (Chiarini, 2013).



Şekil 2.5. Kanban çekme sistemi

2.5.8. Tam Zamanında Üretim

Türkçeye tam zamanında üretim olarak çevrilen Just In Time, temelde ideal üretim anlayışını temsil eder. Ürünlerin zamanında değil, tam zamanında üretmeyi ifade eder. Hammaddeden ürününün teslimatına kadar tüm üretim ortamının merkezidir.

Tam zamanında; farklı ürünlerin mümkün olduğunca minimize edilen en küçük miktarda üretilerek stok ihtiyacını ortadan kaldırmak olarak tanımlanabilir.

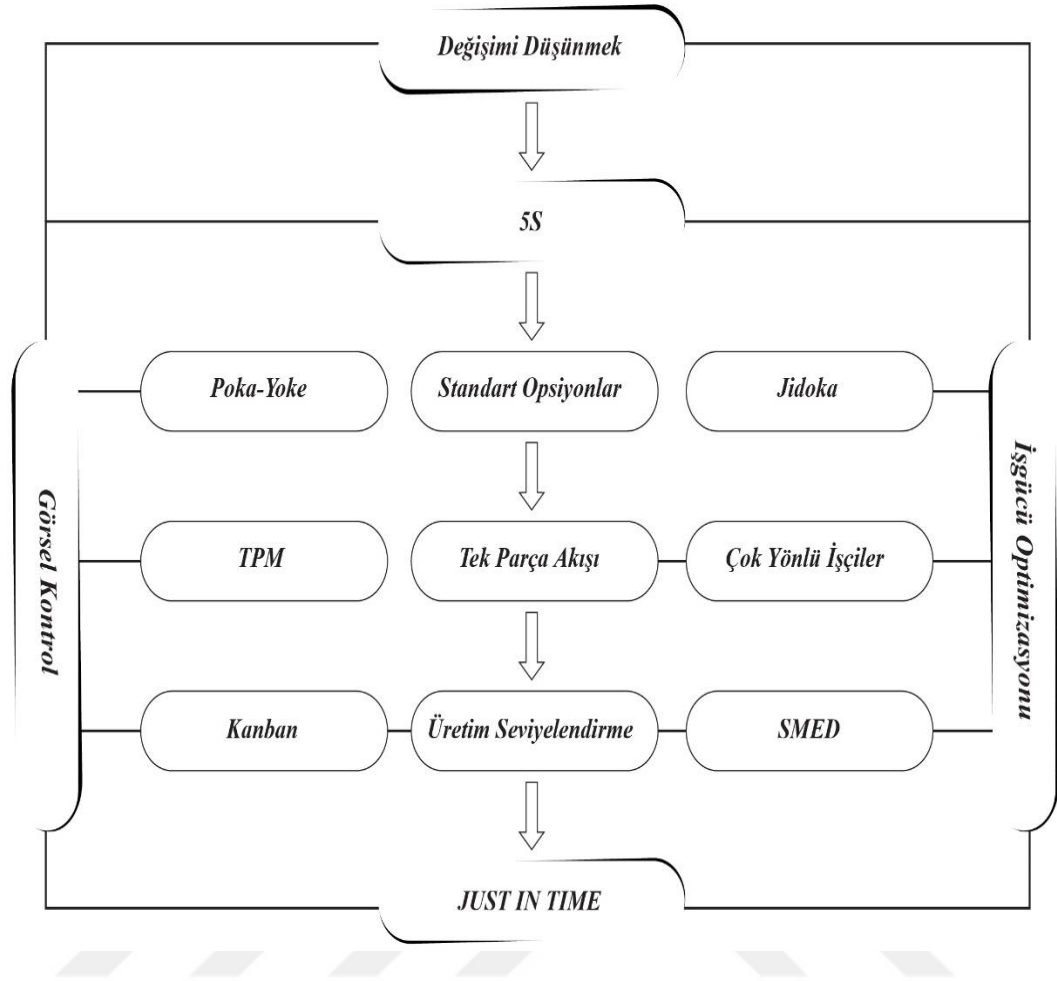
Kusursuz üretim, malzemelerin tesise ulaştığı andan itibaren müşteriye sunulmasına kadar kesintisiz ve düzgün bir akış içerisinde ilerlemesini amaç edinmektedir.

JIT (Tam Zamanında Üretim), genellikle malzemenin istenildiği zamanda bulunabilirliği veya üretilmesi olarak ifade edilebilir. Doğru parçayı, belirlenen miktarda ve en üst kaliteyle, ihtiyaç duyulan anda doğru ihtiyaç duyulan yere götürmektir.

Tam Zamanlı Üretim'in amacı, üretim sisteminde üretimi etkileyen tüm unsurları ortadan kaldırmak ve müşteriler için gereksiz maliyetler yükleyen veya şirketin rekabet gücünü tehlikeye atan her ögeyi kaldırmaktır. Temelde üretimin her aşamasındaki israfı önlemek ve maliyetleri azaltma amacı vardır. Sıfır hata ve sıfır stok hedeflenmektedir ve bu nedenle üretimin her aşamasındaki stoklar (yarı mamul, hammadde ve bitmiş ürün) ve satın alınan ya da üretilen parçalarda hata en temel israf unsurlarıdır. Üretimin tüm aşamasındaki maliyetlerin azaltılması ile işletmenin verimini arttırmak esas amaçtır (Güner ve Kanat, 2006).

Her şeyi gereken zamanda ve gereken miktarda üretmek demek olan JIT üretim, üretimin her aşamasında stoksuz ya da minimum stokla çalışılmasıdır.

Aşağıdaki şekilden de anlaşılacağı üzere amaç tam zamanında üretime ulaşmaktır ve kullanılan diğer metotlar amaç değil araçtır. Şekil 2.6.'da tam zamanında düşüncenin prensipleri gösterilmektedir (Santos, Wysk ve Torres, 2006).



Şekil 2.6. Tam zamanında düşüncesinin prensipleri

Son yıllarda firmalar stok ve ara stok maliyeti azalttığı için JIT sistemi uygulanmaya başlamışlardır. Bu durum ürün maliyetleri aşağıya çekerek firmalara rekabet ortamında büyük bir avantaj sunmaktadır. Diğer bir yandan fazla stoklama olmadığı, için tesis yerleşimi daha iyi yapılmasına olanak sağlar. JIT uygulamasında kalite yönetiminin iyi organize edilmesi gerekmektedir. Çünkü en iyi kalite ürünü, en düşük maliyetle tam zamanında teslimatın gerçekleşmesini sağlar.

Türkiye’de tam zamanında üretim sistemine geçilebilmesi için, öncelikle sağlam ve güçlü bir altyapı sağlanmalıdır. Tam zamanında üretim anlayışı için ürünlerin istenilen miktarda, zamanda ve kalite olması beklenmektedir (Yıldız ve Atanoğlu, 2011).

2.5.9. Toplam Verimli Bakım

Toplam verimli bakım (TPM); makine arızalarının azaltılması, süreç verimliliği, bakımın organize edilmesi ve buna benzeyen problemlerin ortadan kalkmasını amaçlayarak israfi önlemeye çalışır. Fabrikadaki çalışan bütün herkesi kapsamaktadır

Toplam verimli bakım amaçları şu şekilde sıralanabilir (Chiarini, 2013):

- Ürün kalitesi geliştirmek,
- İşletmedeki verimliliği arttırmak,
- Makinelerin sürekli temizlenmesi sağlamak,
- Makine bakım faaliyetlerini azaltmak,
- İşletmedeki oluşacak arıza sürelerini azaltmak,
- İşçilerin makineler konusunda bilgi sahibi olmasını sağlayarak üretimin uzun süreler aksamamasına yardımcı olmaktır.

Bu amaçların sonuçlarını ölçmek için Genel Ekipman Etkinliği (Overall Equipment Effectiveness) kullanılabilir. Genel Ekipman Etkinliği, verimliliği ve kaliteyi ölçmektedir. Çizelge 2.1.'de TPM bakım prosedür örneği bulunmaktadır (Nicholas ve Soni, 2005).

Toplam verimli bakıma göre; arıza tespit edildiği zaman arızayı müdahale edip düzeltmek esas amaç değildir. Bu arızanın ana nedeni öğrenip, sürekli iyileştirmeler yaparak 'sıfır hata', 'sıfır duruş' ve 'sıfır kalite' hedefine doğru kayıpları azaltarak mükemmeli yakalamaya çalışmaktır (Baki, 2001).

Çizelge 2.1. TPM bakım prosedürü örneği

| Operatörler İçin Günlük Bakım Prosedürü | |
|--|---|
| <i>Sıklık</i> | <i>Talimatlar</i> |
| Makine Çalıştırma Kontrol Listesi | |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | Yağı ve soğutma suyu seviyesi kontrol edilir, ihtiyaç varsa doldurulur. |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | Ana güç şalteri kaldırılır. |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | Güç ayarı şalteri kaldırılır. |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | Arıza önleyici başlatılır. |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | Ana koruma prosedürü uygulanır. |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | Z ve X eksenlerine getirilir. |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | Bilgisayarda doğru işletme programı olduğundan emin olunur. |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | Araç-gereç uzantılarından emin olunur. |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | Araç-gereçlerin sıkıca sabitlendiğinden emin olmak için kontrol edilir. |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | Tüm araç-gereçler kontrol edilir. |
| Makine Kapatma Prosedürleri | |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | Düğmeler Z ve X eksenlerinde hareket ettirilir. |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | Ani duruş düğmesine basılır. |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | Güç ayarı şalteri kapatılır. |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | Çöpler kaldırılır, makine ve mevcut çalışma alanı temizlenir. |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | Yağ ve soğutma suyu kontrol edilir. |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | Makineyle ilgili bilgi bırakılır ve gelecek operatör için çalışır konuma getirilir. |
| Güvenlik | |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | Makine işlem yaparken kapısı kapalı olmalıdır. |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | Tüm çöplerin eksen alanından kaldırıldığından emin olunur. |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | Takım ve takım tutucuları sıkıca kapatılır. |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | İlk parça işlendiğinde ilave önlem alınır ve yavaşça çalışılır. |
| Önleyici Bakım | |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | Sorunsuz işlem için tüm havalandırma fanları kontrol edilir. |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | Haftalık olarak tüm hava filtreleri kontrol edilir. |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | Yağ ihtiyacı kontrol edilir ve eğer ihtiyaç varsa doldurulur. |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | Hareketli kapaktan tüm çöpler kaldırılır. |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | Makinede anormal ses, titreşim ya da koku olmamalıdır. Eğer bunlardan biri ortaya çıkarsa makine durdurulur ve ilgili yöneticiye ivedilikle rapor edilir. |
| Günlük/Bütün Vardiyalar | Rulman ya da yatak ısı kontrol altında tutulur, ısınma olması durumunda makine durdurulur ve ilgili yöneticiye ivedilikle rapor edilir. |

Toplam Verimli Bakımın temel amacı; kayıpları azaltarak, sıfır hata prensibini benimseyerek kalite ve toplam ekipman verimliliğini arttırmaktır.

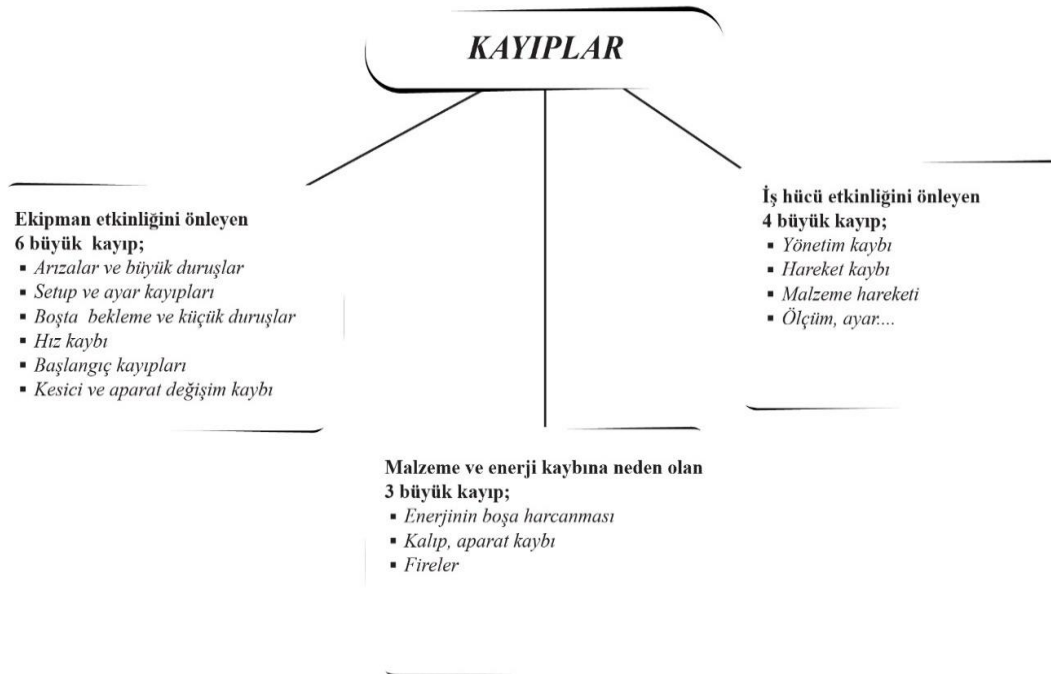
TPM'de klasik bakım anlayışından daha farklı bir anlayış vardır. TPM'e göre bakım makinelerin veya cihazların belirli aralıklarla yağlanması, arızalı parçanın değiştirilmesi veya

gevşemiş parçaların sıkılması stratejisi söz konusu değildir. TPM’de bakım; oluşabilecek arızaları öngörerek, bunun için önleyici bakım çalışmalarında bulunmaktadır.

TPM’e göre bakımın yapılabilmesi için 5 temel bileşeni bilmek gerekir (Steinbacher ve Steinbacher, 1993).

1. Bakım Önleme: Makine ekipmanlarının en az bakıma gerektirmesi, servise kolayca ulaşılması ve ilgili ekipmanların kolayca tedarik edilebilmesi.
2. Kestirimci Bakım: İlgili ekipmanların optimum çalışmalarına göre çalışma ömürlerinin belirlenerek zamanında müdahale edilmesi.
3. Düzeltici Bakım: Ekipmanların çalışma performansını geliştirmek veya geliştirilmesi için uygun ortam sağlamak.
4. Önleyici Bakım: Ekipmanların verimli çalışabilmesi için periyodik bakımlarının belirlenip, çizelge oluşturularak planlanan bakımların yapılması.
5. Otonom Bakım: Üretim personellerinin bakım süreçlerine dahil ederek, kontrollerini sağlaması ve çalıştığı ekipmanın ihtiyaçlarını öngörmesi.

Bakım faaliyetleri ile önüne geçilebilecek temel kayıplar Şekil 2.7.’de verilmiştir (Sarı, 2018).



Şekil 2.7. Bakım kayıpları

2.5.10. Jidoka

Kelime anlamıyla *Jidoko*, Japonca'dan Türkçe'ye *insan zekâsına sahip* şeklinde çevrilmiştir. Bir yanda cihazların kendilerini yönetmesi, diğer yandan sürecin otomasyonunu basitleştirmek olarak tanımlanabilir. Sistemin insanları kontrol etmesi yerine insanların sistemi kontrol etmesinin önemi esas alınır. Jidoka, insansız üretim sistemlerinin ortaya çıkmasının ardından, personelin otomasyon sistemine entegre edilmesinde büyük rol oynamıştır (Santos, Wysk, ve Torres, 2006).

Bu teknikle birlikte birden çok makine tek bir operatöre bağlanmış olup, üretim hattından hatalı parça çıktığı anda hem operatöre hem de makineye sistemi durdurma yetkisi verilmiştir. Bu teknik uygulanmadan önce süreç her bir makine için bir operatör şeklinde ilerlemekteydi. Bu teknik insan sayısının azaltılması ve hatalı parça sayısının düşürülmesine katkı sağlamıştır. Anlatılanlardan özetle Jidoka'nın üç temel prensibi bulunmaktadır. Bunlar:

1. Hata tespiti anında üretimi durdurmak,
2. Geri bildirim yapılması ve aynı zamanda düzeltici ve önleyici tedbirlerin alınması,
3. Makine ve insan çalışmasını birbirinden ayırmaktır.

2.5.11. SMED – Tekli Dakikalarda Kalıp Değişirme

Single-Minute Exchange of Dies, *Tekli Dakikalarda Kalıp Değişirme* olarak çevrilmektedir. Shingo'nun SMED olarak tanıttığı sistem makine odaklı bir uygulama gibi görünse de, dayandığı temel ilkelere bakıldığında makineler dışında sistem elemanları için de uygulanabilecek bir ilkeler prensibidir. Yalın üretimin diğer tekniklerinde de görüldüğü gibi SMED yöntemini şekillendiren ve uygulanması amaçlanan ilke gereksiz zaman israfını önlemektir (Yılmaz, 2012).

Genel olarak hazırlık süresi programının operasyona ve ekipmana bağlı olarak büyük ölçüde değişeceğine inanılmaktadır.

Kabaca aşağıdaki dört adıma ayrılabilir.

1. Hazırlık, işlem sonrası ayarlamalar, hammadde kontrolü, kalıplar ve diğer işlemler hazırlık süresinin %30'unu alır.
2. Bıçak takma, bıçak değişimi ve montaj işlemleri hazırlık süresinin %5'ini alır.

3. Hizalama, ölçeklendirme ve diğer koşullar için hazırlık süresinin %15'ini alır.
4. Deneme çalıştırmaları ile ayarlamalar hazırlık süresinin %50'sini almaktadır. Bu çalıştırmaların çok fazla zaman kaybettirmesinin nedeni hazırlık süresinin mühendisine (yani kişiye) bağlı olmasıdır. Hazırlıktaki en büyük ve önemli kayıp saat ekipman ayarlarıdır.

Endüstrideki birçok firmada SMED uygulamalarını üç adımda özetleyebiliriz (Shingo, 1985):

1. Adım. **İç ve dış hazırlık süresinin ayrılması:** SMED uygulamasında en önemli adım iç hazırlık süresi mi yoksa dış hazırlık süresi mi olduğunun belirlenmesidir. Hazırlık süresinin kısaltılmasının temel amacı, makine arızalarını azaltmaktır. İç hazırlık süresi genellikle hatalardan kaynaklandığından, görevleri harici olarak sınıflandırmak en iyisidir.
2. Adım. **İç hazırlık zamanını dışa çevirme:** Normal hazırlık zamanları %30-50 arasında azaltılabilir. Bunun için içten dışa çevrilmesi ve ilk aşamada sınıflandırılması gerekir. Öncelikle, dış hazırlık süresinin yanlış belirlenip belirlenmediğine ilişkin prosedürler tekrar gözden geçirilir. Ardından bu aşamaları dış hazırlık süresine dönüştürmek için yeni yollar aranır.
3. Adım. **Hazırlık zamanı sürecinin tüm açılardan geliştirilmesi:** Bu noktada her operasyonun detaylı bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Aslında önemli olan tek bir dokunuşla kalıp değişimidir. Bu nedenle, tüm hazırlık süresi prosedürleri olabildiğince basitleştirilmeli ve her operatör bunu kendi başına tamamlayabilmelidir.

2.5.12. Poka-Yoke (Hata Önleyici Düzenekler)

Kelime anlamıyla istenmeden yapılan hatalar *poka*, kaçınmak *yoke* anlamına gelir. Poka-Yoke, insan hatalarını telafi etmek için otomatik ekipman kullanan bir hata önleme sürecidir. %100 kontrol gibi gereğinden fazla görevleri reddederek çalışanların deneyimlerini ve verimliliklerini artırmak için destekler. Poka-Yoke, proses adımlarını uygulamadan önce doğru koşulların mevcut olmasını sağlar ve böylece hataları baştan önler. Hataları baştan önlemenin mümkün olmadığı durumlarda ise süreçteki hataları olabildiğince erken ortadan kaldırarak bir dedektif gibi hareket edebilir (Bay ve Çiçek, 2007).

Poka-Yoke; ihmal, unutkanlık, dikkatsizlik, konsantrasyon kaybı, dalgınlık gibi insan faktörü sebebiyle durumlarla başa çıkmak için çeşitli hata önleme yöntemleri kullanarak sıfır hata elde etmektir. Poka-Yoke doğru uygulanırsa, hata yapmak neredeyse imkânsızdır. Yanlış eylemlere yer bırakmadan doğru şekilde süreci tamamlamaya zorlar.

Poka-Yoke temel fonksiyonlar olarak üç tipte sınıflandırılmaktadır:

1. Durdurma Poka-Yoke: Bu tipte Poka-Yoke kritik süreç parametrelerini kontrol eder ve tolerans bölgesini aştığı durumda çalışmayı durdurur. Ürün üretilmeden önce veya üretilirken hatalı ürünün fark edilmesini sağlar.
2. Kontrol Poka-Yoke: Bu tipte, Poka-Yoke daha çok kullanılan araç ve ekipmanların üzerine yüklenen düzenleyicilerdir. Hatalı ürün veya mal üretmeyi imkânsız hale getirmektedir.
3. Uyarı Poka-Yoke: Bu tipte, Poka-Yoke operatörü bir şeylerin yanlış gittiğine dair uyarır ve süreç kontrolünü sağlar. %100 olarak kaliteli üretim garantisini vermez. Örnek olarak üretim hattına yerleştirilen alarmla veya eklenen uyarıcı ışıkların yanıp sönmesi örnek olarak gösterilebilir.

Bir Poka-Yoke uygulamasının gerçekleştirilmesi için şu şekilde bir yöntem izlenmektedir:

- Problemin tanımlanması,
- İş istasyonunda gözlemlenmesi,
- Fikirler için beyin fırtınası yapılması,
- En iyi fikrin seçilmesi,
- Uygulama planının oluşturulması,
- Uygulamanın devreye alınması,
- Gözlemlenmesi ve sona erdirilmesi (M. S. D. Dudek-Burlikowska, 2009).

2.5.13. Heijunka (Üretim Dengeleme)

Üretimin dengelenmesinin en önemli ve birincil fonksiyonu üretimde talep değişimlerine, hesapta olmayan ürün stoklarıyla karşı karşıya kalmaksızın kolaylıkla uyum sağlanabilmesidir. Bunun yanı sıra, aynı hatta birden fazla ürün veya modelin monte edilebilmesi, gerekecek toplam hat sayısını ve fabrikanın alanını küçülmesini etkilemektedir. Karışık yüklemenin bir diğer işlevi de ürünün müşterilere hemen sevkinin sağlanması ve gereksiz stok alanı bulundurulma mecburiyetinden kurtulmayı sağlamasıdır. Karışık yükleme düzeninin nasıl olacağını belirleyen, bayiden gelen müşteri taleplerinin miktarıdır (Liker, 2005).

2.6. Yalın Üretim Uygulama Taslağı

Bir önceki bölümde yaygın olarak kullanılan yalın üretim araç ve teknikleri incelenmiştir. Yalın üretimle ilgili uygulama taslağı oluşturabilmek ve gruplandırma yapabilmek için yalın üretim tekniklerini bilmek ve bunları yalın üretimin çok boyutlu yapısıyla ilişkilendirmekten geçmektedir. Toplam kalite yönetimi (TKY), tam zamanında üretim-Just in time (JIT), toplam üretken bakım (TPM) ve insan kaynakları yönetimi (İKY) olmak üzere yalın uygulamaları dört özel yalın paket içinde birleştirmiş olup deneysel olarak doğrulanmıştır (Shah ve Ward, 2003). Bonavia ve Marin (2006) tarafından yapılan çalışmada; TKY, JIT ve TPM ilgili literatürde çalışmalara yer verilmiştir. İKY, diğer üç paketin insan ve stratejik yönelimli uygulamalarla destekleyen ortak bir uygulama olduğu görüşündedir. Literatürde İKY'nin kavramsal olarak, TKY, JIT ve TPM ile iyi bir şekilde entegre olmasına rağmen ortak bir görüş birliği bulunmamaktadır (Shah ve Ward, 2003; Bonavia ve Marin, 2006).

TKY, sıfır hata hedefiyle müşteri beklentilerini karşılamak ve daha iyi bir noktaya gelmek için yönetimin, işgücünün, tedarikçinin ve müşterinin katılımında yararlanarak kalite ürünleri ve süreçleri sürekli iyileştirmelerle en iyi noktaya gelmeyi hedefleyen bir imalat programıdır (Cua vd., 2001). Literatürde TKY ile birleştirilen uygulamalar; proses yönetimi, ürün kalite kontrol, görsel yönetim, ürün tasarımı ve geliştirilmesi, standardizasyon, tedarikçi kalite yönetimi ve müşteri katılımı olarak görülmektedir (Shah ve Ward, 2003; Cua vd., 2001).

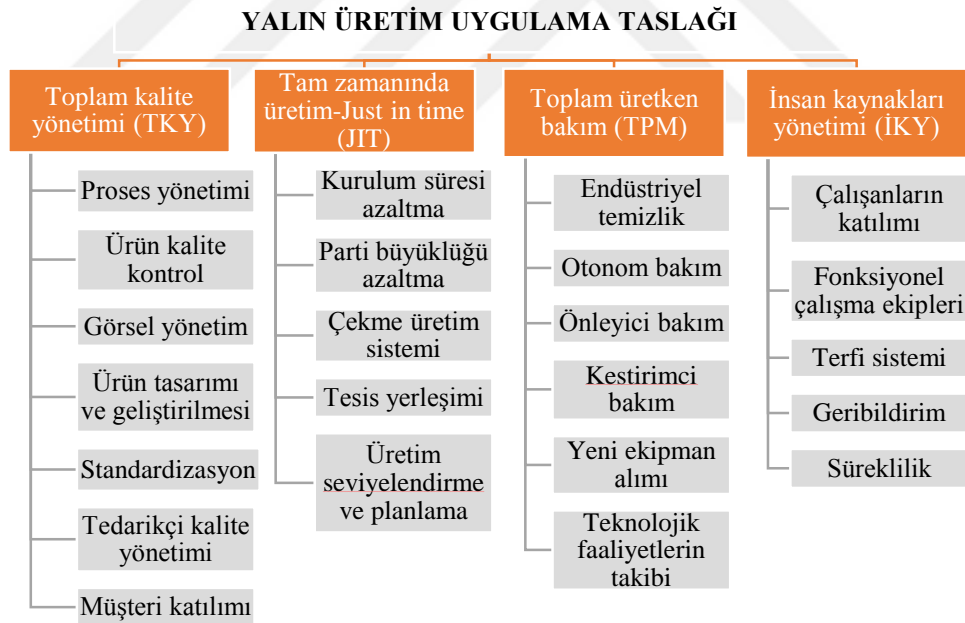
Tam zamanında üretim, istenilen zamanda istenilen miktarda ürünü üretmektir (Ahmad Mehra ve Pletcher, 2004). Tam zamanında üretim felsefesinde, üretimin tüm aşamalarında israfı azaltarak maliyeti azaltmak hedeflenmektedir. Bir işletmede, bütün israflar önlendiğinde tam zamanında üretim gerçekleşmektedir (Belgutay, 2007). Literatürde JIT ile birleştirilen uygulamalar; kurulum süresi ve parti büyüklüğü azaltma, çekme üretim sistemi, tesis yerleşimi, üretimin seviyelendirilmesi ve planlanması ve tedarikçiler tarafından uygulanan tam zamanında üretim olarak görülmektedir (Shah ve Ward, 2003; Cua vd., 2001).

Toplam üretken bakım; ekipmanın planlı, öngörülebilir ve kestirimci bir bakımının yapılmasını, operatörün moral ve motivasyonunu artırarak bakımın en iyi şekilde yapılmasını sağlayarak ömür boyunca ekipmanın etkinliğini en üst seviyeye çıkarmayı hedefleyen bir imalat programıdır (Shah ve Ward, 2003). Toplam üretken bakım olmadan yalın üretim, tam

zamanında üretim ve toplam kalite yönetimi sağlanmaz (Ahmad vd., 2004). Literatürde TPM, kısa ve uzun vadeli uygulama bileşenleri olarak kapsamlı bir yaklaşımdan bahsedilmektedir. Kısa vadede TPM'nin temel uygulamaları; endüstriyel temizlik, otonom, önleyici ve kestirimci bakım planlamasıdır (Shah ve Ward, 2003; Cua vd., 2001). Uzun vadede TPM'in uygulamaları, yeni ekipman alımı ve teknoloji faaliyetleri takip ederek teknolojiye uygun ekipman alımı olarak sıralanabilir.

Yalın bir uygulamanın temelini oluşturan sürekli iyileştirme planlarında en etkili role sahip olan insan kaynaklarıdır (Eti, Ogaji ve Probert, 2004). Buradan hareketle insan kaynakları yönetimi şirketin performansında etkili bir rol oynamaktadır. Literatürde İKY uygulamaları; çalışanların katılımı, fonksiyonel çalışma ekipleri, eğitime ve performansa dayalı terfi sistemi, bilgi ve geri bildirim ve sürekli eğitim olarak gözükmektedir (Shah ve Ward, 2003, Cua vd., 2001). Yalın üretim uygulama taslağı literatürde karşımıza 4 temel başlıkta çıkmaktadır. Yalın üretim uygulama taslağı Çizelge 2.2'de yer almaktadır.

Çizelge 2.2. Yalın üretim uygulama taslağı



2.7. Yalın Üretime Geçişteki Temel Aşamalar

Yalın üretime geçiş aşamalarının uygulama sırası önemlidir. Yalın üretime geçişteki temel aşamalar aşağıda Şekil 2.9.'da verilmiştir (Durakşahin, 2017).

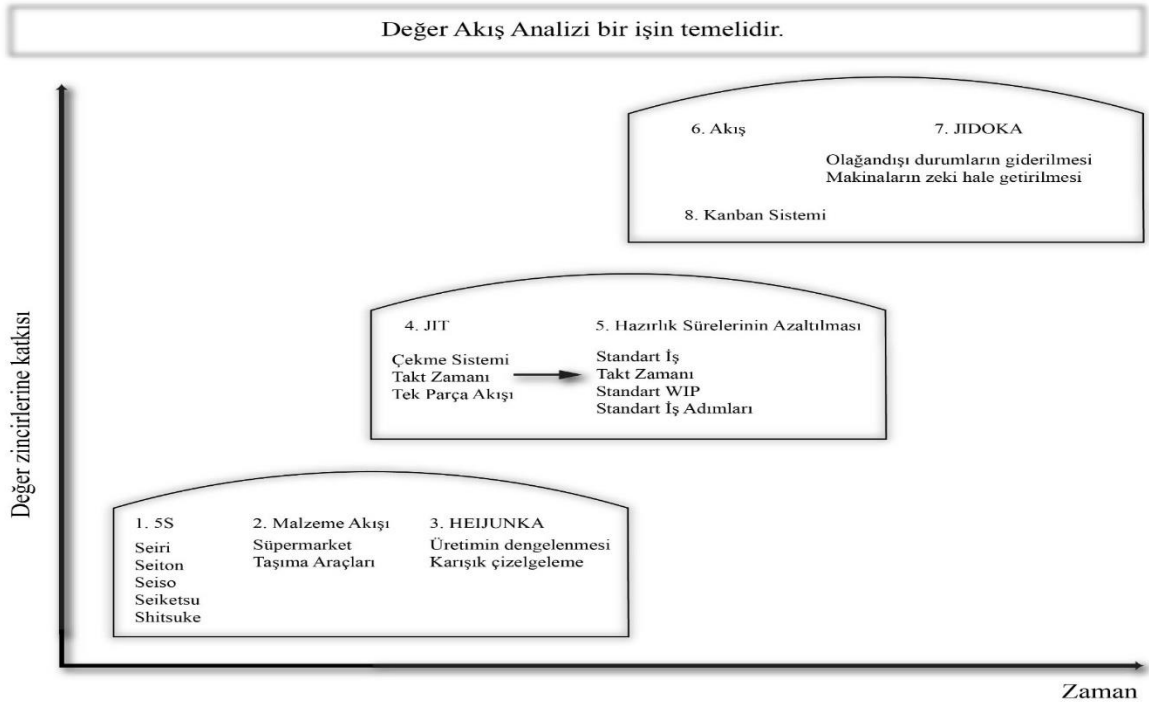
1. Aşama: İrafların ortadan kaldırılması (tek parça akış, malzeme transferi ve stok sistemleri, kalite sistemleri)
2. Aşama: Ekipmanların iyileştirilmesi (TKY, TPM, Jidoka)
3. Aşama: Sistemin senkronize edilmesi (Karmaşık çizelgeleme, hat dengeleme, toplam kalite, yan sanayi geliştirme, iş süreçlerinin iyileştirilmesi) (Durakşahin, 2017).



Şekil 2.8. Yalın üretim geçiş aşamaları

Şekil 2.8.'de zaman eksenini üzerinden değerlendirildiğinde yalın üretime geçişteki temel aşamaları göstermektedir. Zaman şeridinin sonlarına doğru kullanılan araç ve tekniklerin etkileri daha fazla olmaktadır. Literatürdeki çoğu çalışma, yalın araçları ve yalın üretim teknikleri imalat sektöründe uygulanabilirliğini üzerine yoğunlaşmıştır (Singh, Garg ve Sharma, 2010; Çandır, 2020; Womack ve Jones, 1996). Bunlara ek olarak, yalın ilkelerin ve sürdürülebilirliği değişkenlik göstermektedir (Motely, 2004). Bazı araştırmalarda ise, yalın araçlar yerine liderlik, kültürel konular, iş yeri yönetimi ve işçilerle ilgili konulara yoğunlaşmışlardır (Lowe ve Oliver, 1997; Okur, 2005; Shah ve Ward, 2007). Yalın üretim geçiş yolculuğunda, bu bahsedilen konuların hepsi önemli bir rol oynamaktadır. Bunun yanında orta yönetime daha fazla sorumluluk verilmesi iş strateji ve performans anlamında önemli bir etkidir (Manville, Greatbanks, Krishnasamy ve Parker, 2012). Literatür araştırması yapılarak tespit edilen konular, yalın üretim uygulama öncesi problemler, yalın üretim uygulama esnasında problemler ve yalın üretim uygulama sonrası problemler aşamalarında irdelenecektir.

Şekil 2.9.'da yalın üretim araçlarından hangi sırada uygulanması gerektiği gösterilmiştir (Durakşahin, 2017).



Şekil 2.9. Yalın üretim araçlarının uygulama sırası

2.8. Yalın Üretimde Karşılaşılan Problemler

Son yıllarda rekabetin artmasıyla yalın üretim uygulamaları farklı endüstrilerde yaygınlaşmaya başlamıştır. Birçok işletme, çok büyük fayda sağlarken bazı işletmelerin istenilen sonuçları elde edemedikleri görülmüştür. İstenilen sonucun alınamamasının en önemli sebebi, firma çalışanları tarafından yalın üretimin yanlış anlaşılması olarak belirtilmiştir (Anand ve Kodali, 2010).

Yalın üretimde oluşturulan mevcut uygulama şablonu veya uygulama modellerinin hiçbiri, yalın üretimi uygulamak için başarılı bir yol haritası ve süreç sağlamamaktadır. Bu uygulama şablonunun bazıları yalın kavramları tam olarak içermemektedir. Mevcut uygulama şablonunun ne yazık ki çok fazla ögesi bulunmaktadır ve orta bir noktada birleşmemektedir. Bu sorun, yalın üretimin en istenmeyen etkilerindedir. Bundan hareketle, yalın üretim bazı standartları bir çerçeve etrafında birleştirmesine ihtiyaç duymaktadır. Standardize edilmiş bir yalın üretim uygulama süreci bulunmamaktadır. Yalın üretim, birçok bütünleşik unsurlardan ve

çeşitli yöntemlerden oluşan bütünleşmiş bir sistemdir (Delbridge, 2000). Yalın üretime geçişte yalın ilkelere bağlı yaklaşımlarda kullanılsa da yönetim büyük bir çaba ve kaynak ayırmak zorundadır (Ahlstromur, 1998).

İsrafın ortadan kaldırılmasında ve sıfır fire anlayışının benimsenmesinde, yalın bilinç düzeyinin artırılması, problemlerin tespit edilmesi ve azaltılması, organizasyon kültüründeki değişim, çok fonksiyonlu ekiplerin oluşması ve organizasyondaki değişikliklerin zamanında yapılması etkili olmaktadır. Ayrıca iyi bir ödüllendirme sistemi ve uygun maaş politikalarıyla kalıcılığı sağlamak, tüm tedarikçileri aynı sistemde bütünleşmesini sağlamak, organizasyonda yenilik ve adaptasyonun gerekliliği ile birlikte yalın ilkeleri bir bütün halinde kullanmak önem arz etmektedir.

2.8.1. Yalın Üretimin Uygulama Öncesindeki Sorunlar

Yalınlaşma sürecinin başarılı olması, başlangıç aşamasında ilgili kuruluşun uygulama planını nasıl başlattığı ile ilgilidir. Bu planlar uygulama öncesinde, uygulama esnasında ve sonrasında olmak üzere sınıflandırılabilir. Yalın üretim uygulamasına başlamadan önce, organizasyondaki tüm çalışanlar için bilinçlendirme programları planlanmalı ve uygulanmalıdır. Bu programlarda yalın üretimin hedefleri açık ve sade bir dilde herkesin anlayabileceği bir düzeyde anlatılmalıdır. Yalın üretimin uygulanması aşamasında, çalışanların yalın üretimin hedeflerini yanlış anladığı ve işçilerden operasyonla ilgili veri alınmasında güçlük çektiği gözlemlenmiştir. Yalın üretimin uygulama öncesinde, organizasyonda yalınlaşma sürecinde engelleri belirlemek önem arz etmektedir. Sorunları çözmek ve çalışanları motive etmek için üst yönetim bu konuda kararlı bir politika izlemelidir. Uygulama öncesi ve uygulama sonrası görevler oluşturulmalıdır. Bazı ön koşulların hemen olması beklenmemeli, zamanla ve doğru eğitim yoluyla oluşması gerekir (Anand ve Kodali, 2010). Bu aşamada, yalın uygulamalarının yararları hakkında şüpheleri ortadan kaldırmak için bir platform oluşturulur. Organizasyon içi müşteriler ve satıcılarla olan iletişim ele alınması gereken önemli bir uygulamadır. Kaliteli bir kültür oluşumu için uzun vadede bu çabayı sürdürmek üst yönetimin desteğini hissetmekle başlar. Müşteri odaklılık, yalın felsefenin merkezinde yer almaktadır (Womack ve Jones, 1996). Müşteri odaklılık, müşterilerle düzenli bir iletişim kurarak onların değer kavramı belirlemede etkilidir. Kurum içi ve dışı eğitim programlarını ve teknolojiyi takip ederek çeşitli araç ve teknikleri öğrenmek bu noktada etkili olacaktır.

2.8.2. Yalın Üretim Uygulama Sırasında Karşılaşılan Problemler

Yalın üretim uygulama sırasında, yalın yöntemlerin ve tekniklerin en iyi şekilde uygulanmasıyla her türlü israfın belirlenerek ortadan kaldırılması amaçlanmalıdır. Aynı zamanda performansı artırmak için tedarik zinciri, müşteri ilgili tüm faaliyetlerde ve organizasyon alanlarında gelişmelere odaklanılmalıdır (Womack, Jones ve Ross, 1990). Müşteri ve tedarikçi ilişkilerinde yalın üretim ilkelerinin başarıyla uygulanması sistem performansında yüksek verimlilik elde edilmesini sağlayacaktır. Tedarikçiye ürünlerin tam zamanında teslim edilmesi, stok maliyetlerinin azalmasında ve müşteri yanıt verme süresinin kısalmasında etkili olmaktadır. Tedarik zincirinin yalınlaşması, kalite ve akış sürelerinde kısaltmalar sağlayabilmek optimizasyon ve seviye planlamalarıyla mümkün olacaktır (Martin ve Towill, 2000; Wu, 2003). Tedarik zincirinde bulunan tedarikçi, girdi, çıktı, süreç ve müşteri olan süreçlerin alt sistemlerinde kilit yönler, israf türleri ve standartlar belirlenmelidir. Yalın üretim uygulaması; yalın araç ve tekniklerin uygulanması, kalitenin iyileştirmesi, makine ve proseslerde kararlılık ve envanter kontrolünü içermektedir. Bunlarla birlikte, yalın üretim sistemi entegre bir sistem olduğu için teknoloji daha iyi kullanılarak sistemin performansını artırmak önem arz etmektedir.

2.8.3. Yalın Üretim Sonrasında Karşılaşılan Problemler

Yalın uygulamayla ilgili yalınlaşma çalışmaları yapan şirketlerin ilk kazanımları incelendiğinde birçoğunun çalışmaları tamamladığı fakat sürekli geliştirme ve iyileştirme çalışmaları yapmadıkları anlaşılmıştır (Mohanty, Yadav ve Jain, 2007). Bunun nedeni, yalın üretim uygulama sonrası planlarının olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu aşamada yalın uygulama süreci tamamlanıp, elde edilen sonuçların incelenmesi ve tüm süreçlerin analiz edilmesi gerekir. Yalın düşünce ilk uygulandığı zamanda olumlu sonuçları görebilmek için sabırlı olmak gerekir. Çünkü yalın düşüncenin oluşması uzun vadede gerçekleşir. Organizasyon, bu aşamada süreci gözden geçirmek için çağrıda bulunmalı ve sürekli iyileştirme faaliyetlerini desteklemelidir. Bu evre, uygulanan yalın araç ve tekniklerin amaçlanan yalın uygulama sonuçları değerlendirilerek hedeflerle karşılaştırılır. Yalın uygulamaların uygulama derecesi şirket karlılığı ile israfı azaltma üzerinde olumlu bir etkisi vardır (Fullerton, McWatters ve Fawsone, 2003). Uygulama sonrasında, yalın uygulamanın merkezinde yer alan “Müşteri Odaklılık” başlığı altında müşteri şikâyetleri ve memnuniyetleri incelenmelidir.

2.8.4. Yalın Üretimde Kültürel Problemler

Organizasyon kültürü ile yalın üretim uygulama arasındaki ilişki oldukça önemlidir. Farklı ülkelerde farklı kültürlerin etkisiyle farklı faaliyetler ve durumlar söz konusu olabilir. Örneğin; farklı gümrük uygulamaları, trafik ve ulaşım durumları, eğitim, sanayileşme, fiyat farklılıkları vb. yalın ilkelerin uygulamasında yalın işbirlikleri için kültürel destek önerilmektedir (Chen ve Meng, 2010).

Yalın üretimin başarısı, iş organizasyon uygulamalarının ne kadar iyi uygulandığıyla ilişkilidir. Şirketlerde iş organizasyon uygulamaları; sürekli eğitim ve öğrenme, katılım ve yetkilendirme, çok fonksiyonluluk ve beceri, ortak değerler, disiplin ve kontrol, standartlaştırma, takım olarak örgütlenme, ödüllendirme sistemi sıralanabilir (Olivella, Cuatrecasas ve Gavilan, 2008). Yalın üretimde yönetim desteği, ücretlendirme sistemi ve muhasebe sistemi vb. etkisinin üzerinde durulmuştur (Conti, Angelis, Cooper, Faragher ve Gill, 2006; Okur, 2005). Yalın üretime ilişkin literatür incelendiğinde, yalın üretimde karşılaşılan problemler dört ana başlıkta sınıflandırılabilir. Literatürde ele alınan problemler Çizelge 2.3.'te özetlenmiştir.

Çizelge 2.3. Yalın üretimde karşılaşılan problemler

YALIN ÜRETİMDE KARŞILAŞILAN PROBLEMLER

| Yalın Üretim Uygulama Öncesinde Karşılaşılan Problemler | Yalın Üretim Uygulama Sırasında Karşılaşılan Problemler | Yalın Üretim Sonrasında Karşılaşılan Problemler | Yalın Üretimde Kültürel Problemler |
|---|---|---|---|
| Uygulama planındaki eksiklikler | İsrafın tam olarak belirlenmemesi | Sürekli iyileştirme ve geliştirme yapılmaması | Organizasyon kültürüne uyumun sağlanamaması |
| Hedeflerin açık ve sade olmaması | Yalın üretim ilkelerinin hatalı uygulanması | Planlama eksikliği | İş organizasyon uygulamalarındaki hatalar |
| Engellerin net belirlenmemesi | Yalın üretim tekniklerinin hatalı uygulanması | | |
| Üst yönetimin kararlı politika sergilememesi | Optimizasyon ve seviye planlamasının eksik olması | | |
| Müşteri ve satıcılar ile olan iletişim eksikliği | Stokta fazla ürün olması | | |
| Kurum içi ve dışı eğitim eksikliği | Kalitenin yeterince iyileştirilmemesi | | |
| Müşterinin isteklerinin doğru anlaşılabilmesi | | | |
| Teknolojik faaliyetlerin takip edilmemesi | | | |

2.9. Yalın Üretim Departmanlarda İşleyiş Süreçleri

Bu bölümde, yalın üretime geçiş aşamasında üretim ve depolama, organizasyon, satın alma ve satış süreçlerinde geçiş aşamalarında dikkat edilecek hususlar ve bu süreçlerde karşılaşılan problemlerden bahsedilmiştir.

2.9.1. Organizasyon

Organizasyon kültürü, tüm katılım faaliyetlerinin temelidir. Kültür ve sürdürülebilirlik yalın araç ve tekniklerinin başarısını etkilemektedir (Liker, 2004).

Yalın girişim; sürekli iyileştirmeye kendini adanmış, mükemmel bir vizyona sahip, çalışanlarla birlikte israfı ortadan kaldıran ve rekabetçi değer yaratan yöneticilere sahiptir. Kültürel değişim, yönetim liderliği, bakış açıları ve katılım, sürekli iyileştirme için esastır. Mükemmellik liderlikle başlar (Okur, 2005). Katılımcı yönetim anlayışı benimseyen firmalar,

kendilerini sürekli geliştirmesi için çalışanlarına uygun çalışma ortamı ve gerekli eğitimleri sağlamalıdır.

Yalın şirketler; farklı fonksiyonel alanların ve departmanların hedefleri ve faaliyetleri arasındaki sınırları çizer. Hedeflerin geliştirilmesine yardımcı olan yönetim politika ve uygulamalara sahiptir. Tüm alanları ve fonksiyonel departmanları kapsayan genel iş hedefleri oluşturmak, rekabetçi bir ortam için esastır (Emre, 1995).

Yöneticiler, üretime daha fazla katılmalı ve yaşanılan sorunları çalışanlarla birlikte çözmelidir. Bu durumda, bir takım ruhu oluşmasına olanak sağlayarak çalışanların motivasyon ve özgüvenleri ile birlikte verimliliğini arttıracaktır.

Bilgi, bir organizasyonun temelidir. Kuruluş olarak, hedeflere ulaşmak ve bir ekip olarak çalışabilmek için insanlar direkt ve geri besleme yoluyla doğru bilgiye gereksinim duymaktadır. Yalınlaşmış şirketler; iyi iletişimin önemini bilirler ve bu durum yalınlaşmalarındaki en büyük etkindir. Bu iletişimle birlikte üretim için gerekli bilgiyi zamanında ve doğru olarak sağlayan kolay ve anlaşılır sistemler kurmaya çalışırlar. Bu hususta yönetimin vazifesi, uygun bilgiyi anlaşılabilir bir versiyonda işletme personeline sağlamaya çalışmaktır (Aslantaş 2014).

İlk başta vardiya amiri ve ustabaşları olmak üzere işçilere çalıştıkları makineyi iyi anlamaları için makine ile ilgili eğitim verilmelidir. Bu eğitimin anlaşılması ve verimli olması için eğitimin bilgi seviyelerine indirgenerek verilmesi gerekir. Bu eğitimle birlikte, makinelerde çalışan herkesin makineyle ilgili her türlü işlemi yapabilecek konuma getirilmesi amaçlanmalıdır. İşçilere verilen makine eğitimiyle birlikte işçiler teknik kadroyla daha iyi ilişkiler kurarak mühendislik saatlerinin azalmasında önemli rol oynayacaktır. Ayrıca, bu süreçte herkes tarafından anlaşılabilen bir vardiya defterinin tutulması, arızaların tespitini kolaylaştırıp üretim sürekliliğini arttıracaktır.

Birimler arasındaki iletişimin kolay ve anlaşılır olması; çalışma saatlerini daha verimli kullanılmasına, ürün ve süreçlerin geliştirmesine, kalitenin yükselmesine ve stok seviyesinin düşürülmesine olanak sağlayacaktır.

Yalın üretime geçilmeden önce organizasyon aşamasında karşılaşılan problemler incelendiğinde, işçilerin ve yöneticilerin eğitim yetersizlikleri işlemlerin daha yzeyssel ve

bilgisiz yapılmasına yol açacağı öngörülmektedir. Geniş eğitim programlarına yer verilmemesi, yeni teknik ve teknolojik gelişmelerin takip edilmemesi firmaları ekonomik olarak olumsuz etkilemektedir.

Yalın üretime geçildikten sonra, çalışanlara eğitim verilmesi, teknolojinin yakından takip edilmesi, her seviyeden insanın yönetime katılması, tüm işçilerin sorumlulukların artırılması ve çalışmalarına ilişkin problemleri çözme sorumluluğu verilmesi çalışanların kendilerine olan güvenini arttıracaktır. Çalışanın kendine olan güvenin artmasıyla performans ve verimliliği de yükselecektir. Çalışanın verimliliğinin artması üretim verimliliğinin artmasını tetikleyecektir.

2.9.2. Satın Alma ve Satış Süreçleri

Yalın işletmeler; kazan-kazan ortaklık ilişkilerine odaklanmaktadır. Bu ilişkiler, kalite ve dağıtım gibi çoğunlukla fiyata etki etmeyen kriterlere dayalıdır. Her üründe bir veya birden fazla tedarikçi ile çalışırlar. Tedarikçilerle ilgili kalite iyileştirme, yeni ürün geliştirme çabalarında satıcının katılımına önem verirler (Womack vd., 1990).

Tedarikçilerle uzun vadeli ilişkiler kurulmalıdır. Kaliteyi artırmak için nasıl bir ürün istenildiği tedarikçilere anlatılmalı ve ürünün özellikleriyle ilgili toplantılar organize edilmelidir. Böylelikle ürünlerde meydana gelebilecek hataların önüne geçilmesi sağlanacaktır. Tedarikçi ilişkileri güçlendirilmeli kısa, orta ve uzun vadeli planlar hazırlanmalıdır.

Yalın işletmeler; ürün geliştirme ve pazarlama faaliyetlerinde müşteri odaklı çalışmaktadır. Bu stratejiler; ürün kavramları, performansı ve kalite spesifikasyonlarını tanımlamak için müşterilerle güçlü ilişkiler kurmayı ve pazar araştırmalarını vurgular. Aynı zamanda, büyük bir pazarda bulunabilmenin birinci koşulu piyasa şartlarında üretim yapabilmekten ve müşteri bazlı esneklikten geçmektedir. Şu andaki ve gelecekteki müşteri gereksinimlerini ve beklentilerini belirleyebilmek günümüz endüstrisinin en önemli konusu haline gelmiştir. Satış stratejilerinin esnekliği üretimin etkinliğini belirler. Bu durum, işletmenin gelecekte yalın üretim sistemlerinin uygulanabilirliğine etki etmektedir. Yalın işletmeler; müşterinin ihtiyaç ve isteklerine karşılık vermek, iyi bir iletişim kurmak, pazara daha hızlı ve daha esnek bir şekilde daha iyi ürünler sunmalıdır. Bunun için fonksiyonel ekipler kullanırlar. Aynı zamanda, eşzamanlı mühendislik kavramına önem verirler (Kavrakoğlu, 2001).

Yalınlaşmış işletmeler; kalite konusunu herkesin görevi ve sorumluluğu olarak kabul ederler. Organizasyona yönelik sürekli olarak kaliteyi geliştirme çabalarına teşvik etmek için bir destek ve koordinasyon fonksiyonu olarak hizmet eden kalite güvence departmanı öncülük eder. Yalın üretim kavramının kalite anlayışı; müşterinin bir malı veya hizmeti satın alırken o maldan veya hizmetten tüm beklentilerinin eksiksiz olarak karşılanması gerektiğidir (Ohno, 1998).

Yalın üretim müşteri odaklılık stratejisine odaklanır. Yalın üretimde satın alma ve satış faaliyetleri, parti büyüklüğünün belirlenmesi, yan sanayi firma seçimi, yan sanayi firmalarının ve buradan gelen parçaların değerlendirilmesi ile ürün spesifikasyonlarının belirlenmesi üzerinde durmaktadır.

Yalın üretimde tedarikçi seçimi son derece önemlidir. Yalın üretim sıfır stok anlayışını amaçladığı için, tedarikçiden istenilen miktarda küçük partiler halinde sık sık alım yapılması gerekmektedir. Bu yüzden, tedarikçi seçimi yapılırken az sayıda tedarikçiyle uzun vadeli anlaşmalar yapmalı ve coğrafi konumu yakın olan tedarikçiler seçilmelidir. Tedarikçi seçiminde yan sanayi firmaların değerlendirmesi yapılırken ürün kalitesi, sevkiyat performansı, çok performanslı olması ve kazan-kazan ilişkileri göz önünde bulundurulmalıdır.

2.9.3. Üretim ve Depolama

Yalınlaşmış firmalar, değişken prosedürleri standartlaştırmak ve basitleştirmek amacıyla çoklu disiplinlerden gelen, çok seviyeli çalışma grupları kullanır. Böylece, iş değişimleri sırasında donanım arızaları azaltılmış olacaktır. Ayrıca, esnek üretim için önemli bir gereksinim olan daha küçük parti miktarlarında üretim yapmaya olanak sağlamaktadır (Monden, 1996).

Üretim operasyonları standardize edilmeli ve basitleştirilmelidir. Bu şekilde, proses sırasında envanter ve malzeme stoklarında düşüşler sağlanmalıdır. Süreçler, iş akış diyagramı ve kanban kartlarıyla desteklenmelidir.

Dünya çapında üretim yapan firmalar; sürecin sürekli akışını bozan planlanmamış makine arızalarının oluşumunu minimize etmekte olup çalışanın katılımına dayalı önleyici bakım programlarına sahiptir (Monden, 1996).

Yalın üretimde sistemlerin iş akış diyagramı ve kanban kartlarıyla gösterilmesi; her süreçte işlem zamanının, her süreçte kontrol zamanının ve süreçler arası iletim zamanının görülmesinde etkili olacaktır. Böylelikle, sistem basitleştirilerek sistemde üzerinde oluşan gereksiz hareketlere ve problemlere daha kısa sürede çözüm üretilebilmektedir. Sistemde U formlu hatların kullanılması işletmeye esneklik kazandırarak, stok oluşumu önlemede ve işlemler arasında zaman kaybını azaltmada etkili olacaktır. Sistemin operasyon standardizasyonu ve basitleştirme işlemleri sayesinde, israf olarak tanımlanan gereksiz hareketlerin ortadan kaldırılması, sistemin daha verimli çalışması ve gereksiz ara stokların ortadan kaldırılması hedeflenmektedir.

Stokların azalmasıyla; stoklama ürün maliyeti azalır, bekleme süresi kısalmır, stokların yönetimi kolaylaşır, kalitenin izlenmesi ve kontrolü kolaylaşır, görsel yönetim kolaylaşır ve dengesiz iş yükleri ortadan kalkar.

2.10. Yalın Üretim ve Endüstri 4.0 İlişkisi

Yalın üretim, en az kaynak kullanarak, istenilen zamanda istenilen ürünü en düşük maliyetle ve hatasız üretimle müşteri talebine cevap verebilen çok boyutlu bir yaklaşımdır (Özçelik ve Cinoğlu, 2013).

Tasarımdan başlayıp, sevkiyat süreci de dâhil ürün ve hizmet oluşturma aşamalarında her türlü israfın (aşırı üretim, gereksiz beklemler, gereksiz işlem, gereksiz hareketler, gereksiz taşımalar, stoklar) kaldırılmasıyla; maliyetin azaltılmasını, müşteri taleplerine hızlı cevap vererek müşteri memnuniyeti artırılmasını ve rekabet ortamına uyumlu firma karlılığını artırmayı hedeflemektedir (Şeker, 2016).

Endüstri 4.0, üretim sistemindeki zorlukların üstesinden gelmek için değer katan ağlar üzerinden insanların, cihazların ve nesnelerin birbirleriyle iletişim kurmasına olanak sağlamaktadır. Nesnelerin İnterneti, siber-fiziksel sistemler, endüstriyel otomasyon, akıllı robotik, büyük veri analitiği, sensörler, RFID, yatay ve dikey entegrasyon gibi teknolojilerin kullanımı insanları ve nesnelere sürekli olarak birbiriyle haberleşmesinde etkili olmaktadır (Dombrowski, Richter ve Krenkel, 2017).

Endüstri 4.0, bir üretim sistemini ve tedarik zincirini büyük ölçüde bağlı unsurların siber-fiziksel etkileşimlerine dayanan akıllı bir üretim sistemine dönüştürmektedir. Bu

dönüşüm, iş sürecinin ve faaliyetlerin üretim sistemini daha esnek, ekonomik ve çevre dostu hale getirmesini sağlamaktadır. Endüstri 4.0 tabanlı sürdürülebilirlik odaklı konsept, endüstriyel yöneticilere sadece çevre koruma ve kontrol girişimlerini dahil etmekle kalmayıp aynı zamanda kaynak verimliliği, çalışan ve toplum refahı, tedarik zincirlerindeki daha akıllı ve esnek süreçlerin ölçülmesi gibi süreç güvenliğini de kolaylaştırmaktadır. Organizasyonel bağlamda yöneticiler değer zincirlerinde modern teknolojik gelişmeyi ve süreç yeniliklerini benimsetmeyi istemektedirler. Modern bilgi teknolojisi Endüstri 4.0 girişimleriyle birleştirildiğinde; yeşil, yalın, dağıtılmış üretim gibi süreç yenilikleri, endüstriyel tedarik zincirlerinde sürdürülebilir bir kültüre yol açmaktadır. Günümüzün senaryosunda, endüstriyel sistemler tedarik zinciri operasyonlarının esnekliğini geliştirerek sürdürülebilirliği bir araya getirmektedir. Böylelikle, Endüstri 4.0, endüstriyel sistemlerin daha iyi veri alışverişi ve kontrolü için küresel bir siber-fiziksel makine, ekipman, sensör ve tesis ağı geliştirmesini sağlar. Bir tedarik zinciri bağlamında müşteri gereksinimlerini karşılarken, malzeme, mal ve ekipman arasında yüksek düzeyde organize edilmiş bağlantıları kolaylaştırır. Endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulanması, üretim durumu, enerji tüketimi, malzeme akışı, müşteri siparişleri ve tedarikçilerin verileri gibi önemli üretim parametrelerinin gerçek zamanlı izlenmesini ve kontrol edilmesini de sağlar (Yıldız, Karakoyun ve Parlak, 2018).

Yalın üretim ve Endüstri 4.0 kavramlarını derinlemesine incelediğinde birbirleriyle örtüştüğü ve birbirini tamamladığını görmekteyiz. Endüstri 4.0 teknolojisi, yalın üretime entegre edilmesiyle yalın üretimi iyileştirmektedir. Endüstri 4.0'ın başarılı ve sürdürülebilir olması, süreç odaklı olan yalın üretim sistemlerini desteklemektedir.

Yalın üretim, üretim ve süreçteki karmaşıklığı azaltırken, Endüstri 4.0 teknolojisinin ekonomik ve verimli kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Bundan hareketle, yalın süreçler Endüstri 4.0 teknolojilerinin ekonomik ve verimli kullanılmasında bir temel oluşturmaktadır.

Yalın süreçlerin Endüstri 4.0 ile dijitalleşerek verilerin ulaşılabilir olması aşağıdaki süreçleri olumlu etkilemektedir:

- Tedarik zinciri performansı daha iyi izlenebilir olması problemlerin daha hızlı çözülmesine ve maliyet unsurlarının daha iyi belirlenmesine olanak sağlar.
- Tedarik zincirinde izlenebilir olması gereksiz aşamaların ortadan kalkmasına ve maliyetin düşmesini sağlar.

- Satın alma davranışları incelenerek müşteri beklentileri belirlenir. Bu sayede müşteriye ait ürünler kişiselleştirilmiş olarak sunulabilir.
- Stoklar daha iyi yönetilir ve stok maliyetleri azalır.
- Yeni ürünlerin pazara sunulması daha hızlıdır.
- Müşterinin siparişi vermesi ve ürünü teslim alması arasındaki süre kısalmır.

2.11. Literatürde Yalın Üretimde Karşılaşılan Problemlerin İncelenmesi

Bu tez çalışmasında, son yıllarda yalın üretim ilgili literatür çalışmaları incelenmiştir. İncelenen çalışmalarda yalın üretim sistemlerinin uygulandığı sektörler, yalın üretime geçiş sürecinde karşılaşılan problemler ve yalın üretim teknikleri detaylı olarak araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar özet halinde Çizelge 2.4'te verilmiştir.

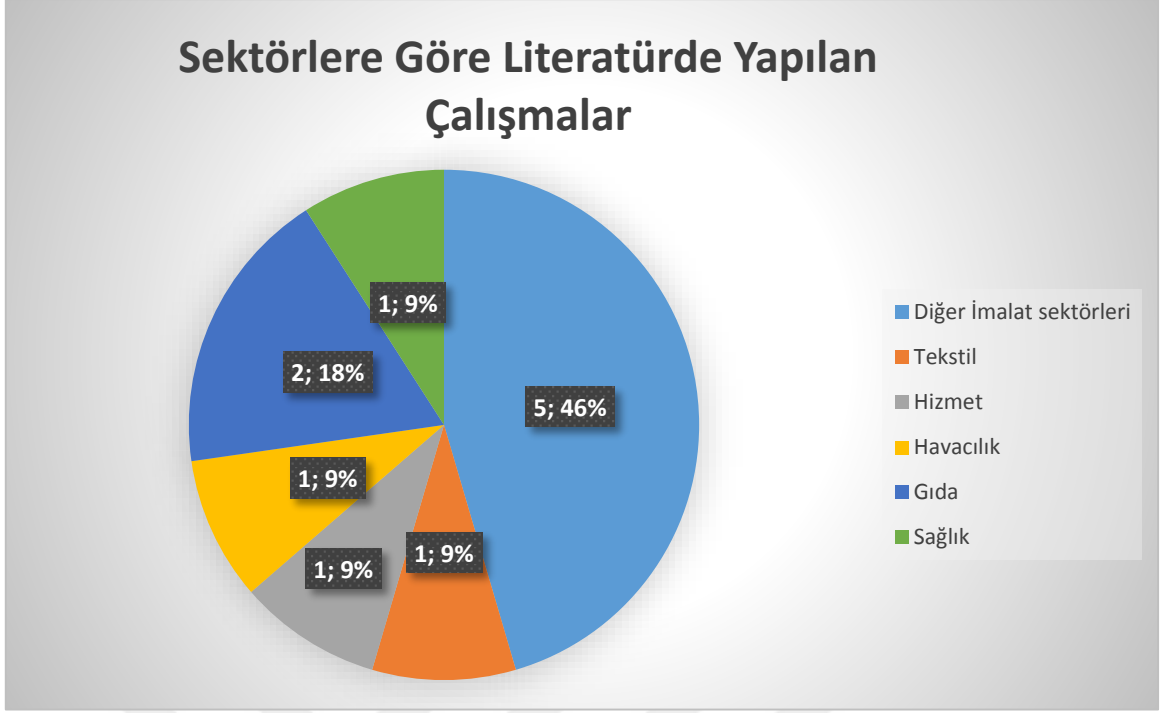
Çizelge 2.4. Literatürde son üç yılda yalın üretimde karşılaşılan problemler

| YAZAR | SEKTÖR | PROBLEM | KULLANILAN YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİ | SONUÇ |
|--------------------|----------------|--|------------------------------------|--|
| (Yağlı, 2022) | Talaşlı İmalat | 3Hurda oranları, vakit kayıpları, ekipman giderlerinin fazla olması ve gereksiz hareket yükü, hatalı kesici takım sebebiyle parça bozma oranının fazla olması. | 5S | Maliyette azalma, ürün kalitesinde artış, müşteri memnuniyeti. |
| (Ayna, 2021) | Tekstil | Tekstil sektöründeki çevrim süreleri fazla olması | Değer akışı haritalama | Çevrim süresinin kısaltılarak maliyetin azalması |
| (Huseynzade, 2020) | Hizmet | Rekabetçi ve hızlı gelişen koşullara ayak uydurabilmesi, müşteri gereksinimlerinin en iyi ve etkin şekilde karşılanabilmesi ve işletme kaynaklarının en verimli şekilde kullanılabilmesi | Değer Akış Haritalama | Üretim akış süresinde iyileştirme, ek bir yatırım maliyeti olmadan kapasitenin artması |
| (Gül, 2020) | Havacılık | Sürekli iyileştirme yaklaşımı ile verimliliklerini rekabetçi seviyelerde tutmaya çalışma | Kaizen | İsrafı önleyerek kapasite ve ham malzeme miktarı ile karlılık ve verimlilik sağlamak. |
| (Barham, 2021) | Gıda | Atıkların azaltılması ve kaynakların daha iyi kullanmak, hareket ve zamandan doğan israfların azaltılması | Değer Akışı Haritalama, 5S | Kalite yönetim sisteminin gelişmesi ve rekabet ortamında şirketin güçlenmesi |
| (Kıran, 2021) | Gıda | 7 temel yalın atığın azaltılması ve ortadan kaldırılması | 7 Temel İsrar | Yedi temel israfın istatistiksel oranları belirlenmesi ve elimine edilmesi |

Çizelge 2.4. Literatürde üç yılda yalın üretimde karşılaşılan problemler (devamı)

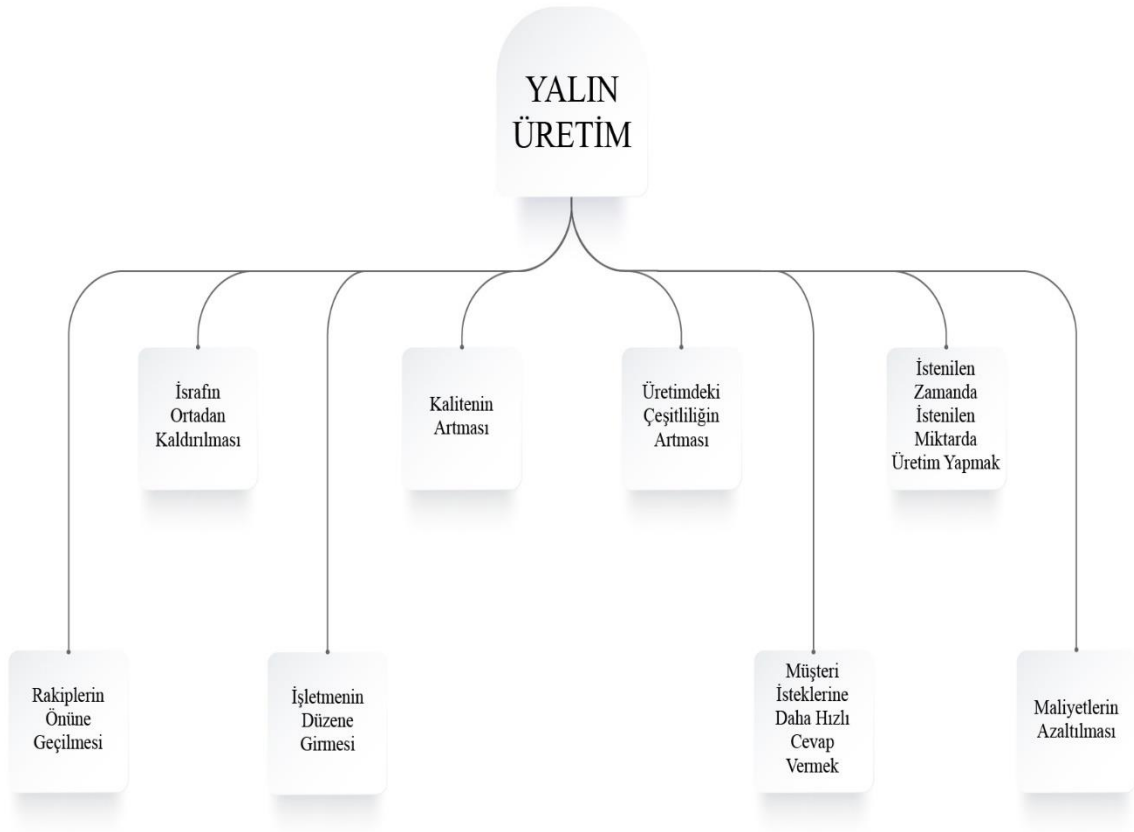
| YAZAR | SEKTÖR | PROBLEM | KULLANILAN YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİ | SONUÇ |
|----------------|--------|--|--|---|
| (Yüksel, 2020) | İmalat | Müşteri talebine iş gücü, malzeme ve araç israfı olmadan yanıt verebilmek, stoklamanın azaltılması | Değer Akışı Haritalama | Ara stokların azalmasına bağlı olarak maliyetin minimize edilmesi |
| (Çandır, 2020) | İmalat | Süreci iyileştirerek israfın azaltılması | Değer Akışı Haritalama, 5S, Kaizen ve Smed | Sevkiyat miktarı iki katına çıkmış ve toplam döngü süresinde iyileştirmeler sağlanmıştır. |
| (Akbal, 2021) | Sağlık | Süreçlerde iyileştirme yapılarak israfın azaltılması | Değer Akışı Haritalama | Değer yaratmayan süre ve transfer süresinde iyileştirmeler |
| (Özer, 2022) | İmalat | Makine hatalarında kaynaklanan duruş sürelerinin fazla olması, Süreçlerde zaman kullanımının ölçülememesi ve sürekli takip edilememesinden kaynaklanan israf | Toplam Verimli Bakım, Toplam Ekipman Etkinliği | Performans ve kalite artışı sağlayarak, maliyetin azaltılması |
| (Arslan, 2022) | İmalat | Tedarik zincirindeki uzun süreçler | Genel olarak hepsi | Yalın üretim tekniklerinin tedarik zincirinde pozitif etkisi istatistiksel olarak kanıtlanmıştır. |

Çizelge 2.4.'te yer alan literatür taraması sektörel bazda incelendiğinde; son yıllarda yalın üretimle ilgili yapılan çalışmaların yaklaşık olarak yarısı imalat sektöründe olmakla birlikte tekstil, gıda, sağlık, havacılık ve hizmet sektörleriyle ilgili çalışmalar yapılmıştır. Şekil 2.10.'da yalın üretim alanında yapılan çalışmaların sektör ile ilişkisi görülmektedir. Şekil 2.10'da noktalı virgülden önceki kısım ilgili sektörde yapılan çalışma adedini gösterirken noktalı virgülden sonraki kısım sektörler arasındaki yüzdesel dağılımı temsil etmektedir.

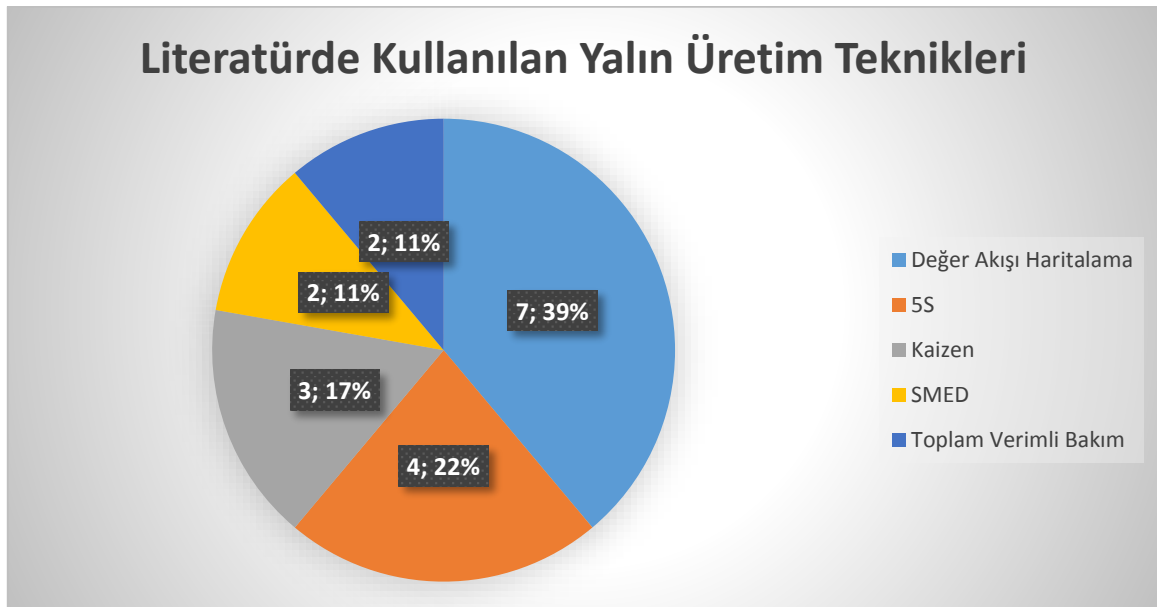


Şekil 2.10. Yalın Üretim alanında yapılan çalışmaların sektör ile ilişkisi

Yalın üretimle ilgili yapılan literatür incelemelerinde problemin ana kaynağı israftır. Yalın üretim sistemleri sayesinde; rakip firmaların önüne geçilmesi, israfın ortadan kaldırılması, işletmenin düzene girmesi, kalitenin artması, üretimdeki çeşitliliğin artması, müşteri isteklerine daha hızlı cevap verilmesi, istenilen zamanda istenilen miktarda üretim yapılması ve maliyetlerin azaltılması işletmelerin yalın üretime geçmelerinde etkili olmaktadır. Yalın üretime geçiş nedenleri Şekil 2.11.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.11. Yalın üretime geçiş nedenleri



Şekil 2.12. İncelenen çalışmalarda kullanılan yalın üretim teknikleri

Şekil 2.12.'de noktalı virgülden önceki kısım ilgili yalın üretim tekniğinin literatürde ele alınma sayısını gösterirken noktalı virgülden literatürde kullanılan yalın üretim tekniklerinin yüzdesel dağılımını belirtmektedir. Literatür incelemesine göre, yalın üretimle ilgili en çok kullanılan yalın üretim tekniği değer akışı haritalama ile 5S olarak Şekil 2.12.'de görülmektedir. Bunun nedeni, mevcut durum haritalarının ve iş yeri organizasyonunun israfın tespit edilmesine olanak sağlamasıdır.

Yapılan bir anket çalışmasında (Durakşahin, 2017) yalın üretimin olgunlaşması için başlama sırası; ürün gruplarının oluşturulması, stokların ortadan kaldırılması, işletme genelinde 5S uygulanması, mevcut durum ve gelecek durum haritaların hazırlanması ve işletmedeki her proste geçen süreler üzerinden değerlendirilmiştir.

Yalın üretimin olgunlaşma sıralaması aşağıdaki gibidir (Duraksahin, 2017);

1. Adımda, ürün gruplarının oluşturulması gerekmektedir. Çünkü mevcut durum görülmeli ve gelecek durum için hazırlık çalışmaları yapılmalıdır.
2. Adımda, değer akışında (stoklama, üretim, montaj vb.) geçen süreler belirlenmelidir.
3. Adımda, işletmedeki gereksiz olarak görülen israflar ortadan kaldırılmalı ve işletme düzene girmelidir.
4. Adımda, sıfır stok anlayışı belirlenerek stoklar kaldırmalıdır.
5. Adımda, mevcut durum ve gelecek durum haritaları çizilmelidir.

Yalın üretim teknikleri açısından yalın üretimin olgunlaşma sıralamasını incelediğimizde, ilk önce değer akışı haritalamayla mevcut durum haritası temelleri atılarak karşılaşılan problemler tespit edilir. Değer akışındaki süreler belirlenerek israfa yol açan etkenler belirlenir. Değer akışındaki süreler belirlendikten sonra, 5S ile iş yeri organizasyonu işletme genelinde uygulanarak yalın üretimdeki gereksiz olarak görülen israfların ortadan kalkması hedeflenir. Yalın üretimi başarılı kılmada 'fireye son vermek' ve 'sıfır duruş' düşüncesi yer almaktadır. Uzun vadede üretimi artırmak için bakım faaliyetlerinin düzenli olarak yapılıp planlanması toplam verimli bakım ile mümkündür. Sıfır stok anlayışı benimsenerek, her üründen az miktarlarda stok yapılarak, müşterileri odaklı çalışacak şekilde müşterilerin sık sık aldığı ürünler ön planda tutularak, ara stoklar ve depolama çalışmaları en aza indirilmesi tam zamanında üretim anlayışını benimsenmesiyle etkili olacaktır. Mevcut

durum haritaları Kaizen uygulamalarıyla sürekli olarak iyileştirilerek gelecek durum haritaları oluşturmalıdır.

Bir tekstil firmasında, değer akışı haritalama tekniğinden yararlanarak belirlenen mevcut durum analizleri ile gelecek durumda yapılması gereken Kaizen önerileri aşağıda sunulmuştur.

Mevcut Durum: İşletme bireysel öneri sistemi mevcut değildir (Ayna, 2021).

Bireysel öneri sistemi çalışanların düşüncelerini rahatça ifade etmesini sağlayan, yaratıcılık fikirlerinin ortaya çıkmasına imkân veren, katılımcı yönetim anlayışını destekleyen ve işletmeye küçük adımlarla sürekli iyileştirme sağlayan bir sistemdir. Bu nedenlerden dolayı bireysel öneri sistemine geçilmelidir. Bireysel öneri sistemine geçildikten sonra verimlilik artırıcı, motivasyon artırıcı, kaliteyi geliştirici, zaman iyileştirici ve maliyet düşürücü projelerin artmasını sağlayacaktır.

Mevcut Durum: Örgü bölümü iplik tedariki şehir dışında bulunan bir tedarik firmasından sağlanmaktadır. Tedarik süresi 1 haftadan fazla sürdüğünden yüksek bir maliyet ortaya çıkmaktadır (Ayna, 2021).

Tedarikçilerle kazan-kazan ilişkisi kurulmalı ve tedarikçiler firmaya yakın coğrafi konumdan seçilmelidir. Tedarikçilerle orta, kısa ve uzun vadeli planlar yapılarak güçlü ilişkiler kurulmalıdır. Tedarikçinin firmaya yakın bir coğrafi konumda seçilmesi ipliğin firmaya gelme süresini kısaltarak, maliyetlin düşmesinde önemli bir rol oynayacaktır. Bir ürün için birden fazla tedarikçiyle ilişkiler kurulması önerilmektedir.

Mevcut Durum: İşletmede stoklu üretim sistemi benimsenmiş ve uygulanmıştır. Bu durum da makine parkurları arası bekleme neden olmaktadır (Ayna, 2021).

Bu durumda firma yönetimi siparişe dayalı bir üretim anlayışı benimsemesi ve kabul etmesi gerekmektedir. Çünkü siparişe dayalı yapılan üretim; stoklama maliyetini azaltılır, bölümler arası bekleme sürelerini kısaltarak dengesiz iş yüklerinin ortadan kalmasını sağlayacaktır. Ayrıca görsel yönetimin kolaylaşmasında ve kalite kontrolünde etki olacaktır.

Mevcut Durum: İşletme içerisinde iş emirleri kâğıda yazılarak ilgili kişilere aktarılmaktadır. Bu durum da iletişimde zaman kaybına sebep olmaktadır (Ayna, 2021).

İşletmedeki iş emirleri ve iletişim elektronik bir ortam üzerinden yapılmalıdır. Çünkü elektronik ortam üzerinden yapılan iş emirleri, iletişim hızlı olmasını ve daha kolay takip edilebilmesini sağlayacaktır.

Mevcut Durum: 15 gün olan sipariş teslim süresi aşılmış ve üretim akış süresi 16 günü bulmuştur. Bu durumda sipariş müşteriye zamanında gönderilememiştir. Ürünün üretim işlem süresi ise 3.36 gün olarak gerçekleşmiştir (Ayna, 2021).

Hammaddenin geliş süresi düşürülmeli ve ürünün bekleme sürelerinde iyileştirmeler yapılmalıdır. Yapılan bu çalışmalar üretim akış süresinin kısaltmasında etkili olacaktır. Ayrıca her bölümdeki işlem süreleri belirlenerek Kaizen ile üretim sürelerinin iyileştirilmesi hedeflenmelidir.

Mevcut Durum: Yapılan incelemelere göre ham kumaşın tamamının örülmesinin ardından kalite kontrolün yapıldığı saptanmıştır. Bu hem hatalı ürünlerin yeniden işleme alınmasını hem de toplam işlem süresini uzatmaktadır (Ayna, 2021).

İşletmenin durumuna göre ara kalite kontrol basamakları oluşturulmalıdır. Ara kontrol basamaklarının oluşması hatanın yapıldığı aşamaların tespit edilmesini kolaylaştırır. Bu noktada kök-neden analizi yapılarak hatanın nedenin bulunması önemlidir. Hatanın nedenin bulunması ve kalite kontrolün ara basamaklarda yapılması işlem süresinin azaltmasında ve kalitenin gelişmesinde etkili olacaktır.

Mevcut Durum: Boyahane bölümde oluşan fire unsurlarına gerektiği kadar dikkat edilmediği tespit edilmiştir. Boya bölümü kimyasal deposunda düzensiz yerleşim ve kimyasal ürünlerin fazla tüketildiği görülmüştür (Ayna, 2021).

Boyahane bölümündeki fire unsurları belirlenmelidir. Fire unsurları arasından geri dönüşümü yapılacak unsurlar tespit edilerek geri dönüşümü sağlanmaya çalışılmalıdır. Boyahanedeki kimyasal depoda 5S uygulanarak deponun düzeni sağlanması, çalışanların bir ekipmanı ve malzemeyi bulmak için geçirdiği gereksiz bekleme süresinin kısaltmasında etkili olacaktır. Kimyasal ürünlerin fazla tüketilmesi, işletme takip formu oluşturularak kontrol altına alınabilir.

Mevcut Durum: Paketleme sonrasında ürünlerin depolama alanına karışık şekilde yerleştirildiği görülmüştür. Bu düzensizlik ürünün müşteriye sevkiyatı esnasında zaman kaybına ve ekstra iş gücüne neden olmaktadır. Ayrıca bölümdeki makinelerin birer adet olması da makineler arası sıkışmalara ve beklemelere neden olmaktadır (Ayna, 2021).

Paketleme bölümündeki karışıklığın düzeltilmesi 5S ile sağlanmalıdır. 5S ile bilgi, malzeme, aksesuar ve aleti bir çerçevede birleştirerek bir düzen kurulmasını hedeflemektedir. Bu durum zaman kaybı ve ekstra iş gücünün azalmasında etkili olacaktır. Makineler arasındaki sıkışmaları ve bekleme sürelerini azaltmak için bir adet makine satın alımı yapılmalı veya siparişe dayalı üretime geçilmelidir.

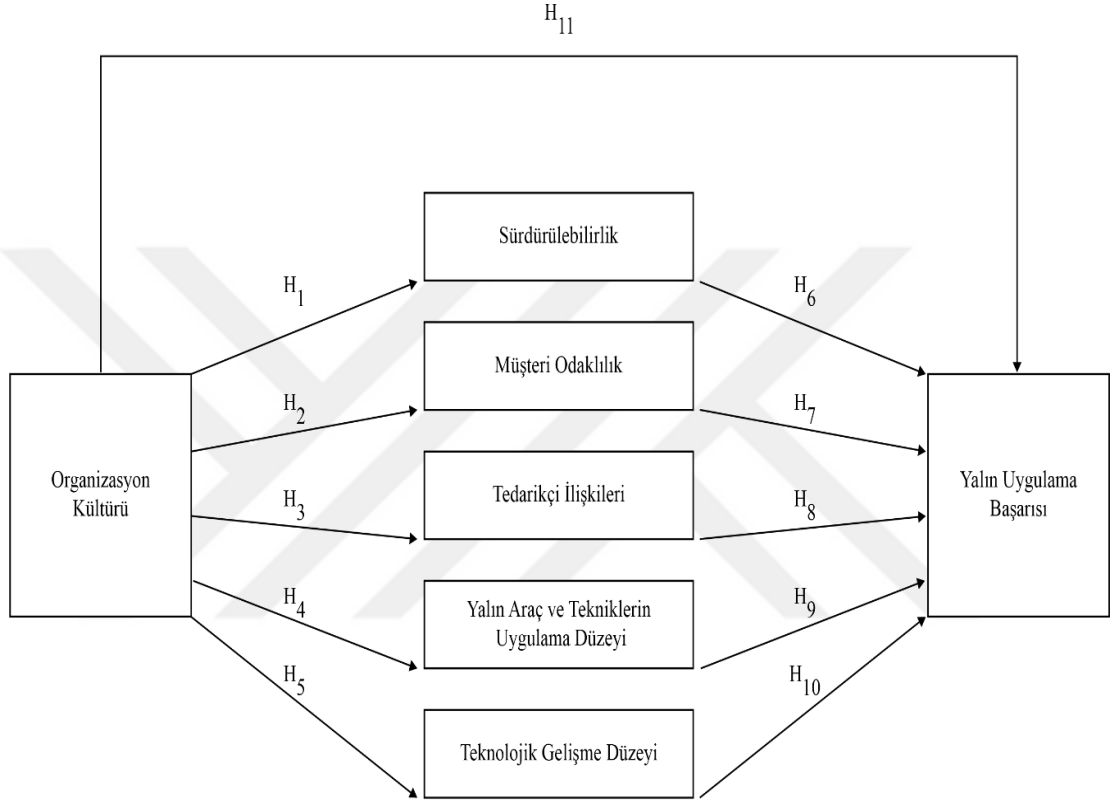
Mevcut Durum: Mevcut halde toplam maliyet X TL olarak görülmüştür.

Yapılan tüm çalışmalar sonucunda maliyet azalacağı öngörülmektedir.

Mevcut durumda karşılaşılan problemler tanımlanarak, gelecek durumda yapılması gereken Kaizen önerileri belirlenmiştir. Değer akışı haritalama yöntemimde, mevcut durum ile gelecek durum arasında sürekli iyileştirme çalışmaları yapılmalıdır. Değer akışı yönteminde mevcut durumdaki problemler tanımlandıktan sonra 5S ile Kaizen araç ve teknikleriyle desteklenmesi israfın azaltılmasında etkili olacaktır.

3. ARAŞTIRMA MODELİ VE HİPOTEZLERİ

Literatür taraması sonucunda organizasyon kültürü, sürdürülebilirlik, müşteri odaklılık, tedarikçi ilişkileri, yalın araç ve gereçlerin uygulama düzeyi ve teknolojik gelişme düzeyi gibi faktörlerin firmadaki yalın üretim uygulama başarısını gösteren bir araştırma modeli oluşturularak hipotezler kurulmuş ve Şekil 3.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Araştırma modeli

H₀₁: Organizasyon kültürü ile sürdürülebilirlik arasında bir ilişki yoktur.

H₁₁: Organizasyon kültürü ile sürdürülebilirlik arasında bir ilişki vardır.

H₀₂: Organizasyon kültürü ile müşteri odaklılık arasında bir ilişki yoktur.

H₁₂: Organizasyon kültürü ile müşteri odaklılık arasında bir ilişki vardır.

H₀₃: Organizasyon kültürü ile tedarikçi ilişkileri arasında bir ilişki yoktur.

H₁₃: Organizasyon kültürü ile tedarikçi ilişkileri arasında bir ilişki vardır.

H₀₄: Organizasyon kültürü ile yalın araç ve tekniklerin uygulama düzeyi arasında bir ilişki yoktur.

H₁₄: Organizasyon kültürü ile yalın araç ve tekniklerin uygulama düzeyi arasında bir ilişki vardır.

H₀₅: Organizasyon kültürü ile teknolojik gelişme düzeyi arasında bir ilişki yoktur.

H₁₅: Organizasyon kültürü ile teknolojik gelişme düzeyi arasında bir ilişki vardır.

H₀₆: Sürdürülebilirlik ile yalın uygulama başarısı arasında bir ilişki yoktur.

H₁₆: Sürdürülebilirlik ile yalın uygulama başarısı arasında bir ilişki vardır.

H₀₇: Müşteri odaklılık ile yalın uygulama başarısı arasında bir ilişki yoktur.

H₁₇: Müşteri odaklılık ile yalın uygulama başarısı arasında bir ilişki vardır.

H₀₈: Tedarikçi ilişkileri ile yalın uygulama başarısı arasında bir ilişki yoktur.

H₁₈: Tedarikçi ilişkileri ile yalın uygulama başarısı arasında bir ilişki vardır.

H₀₉: Yalın araç ve tekniklerin uygulama düzeyi ile yalın uygulama başarısı arasında bir ilişki yoktur.

H₁₉: Yalın araç ve tekniklerin uygulama düzeyi ile yalın uygulama başarısı arasında bir ilişki vardır.

H₀₁₀: Teknolojik gelişme düzeyi ile yalın uygulama başarısı arasında bir ilişki yoktur.

H₁₁₀: Teknolojik gelişme düzeyi ile yalın uygulama başarısı arasında bir ilişki vardır.

H₀₁₁: Organizasyon kültürü ile yalın uygulama başarısı arasında bir ilişki yoktur.

H₁₁₁: Organizasyon kültürü ile yalın uygulama başarısı arasında bir ilişki vardır.

Şekil 3.1.'deki araştırma modelinde H₁, H₂, H₃, H₄ ve H₅ sistemin girdileri olarak, H₆, H₇, H₈, H₉, H₁₀ ve H₁₁ sistemin çıktıları olarak gösterilmektedir.

Literatürde yapılmış olan çalışmalardan esinlenerek organizasyon kültürü ile yalın uygulama başarısı arasındaki ilişkinin pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu öngörülmektedir. Sürdürülebilirlik, müşteri odaklılık, tedarikçi ilişkileri, yalın araç ve tekniklerin uygulama düzeyi ve teknolojik gelişim düzeyi faktörlerinin organizasyon kültürünü ve yalın uygulama başarısı arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki çıkacağı düşünülmektedir.

Organizasyon kültürü ne kadar iyi uygulanırsa yalın üretimin başarısı o kadar iyi olmaktadır (Olivella, Cuatrecasas ve Gavilan, 2008). Organizasyon kültürünün direk olarak yalın uygulama başarısına etki etmesi H11b hipotezinin anlamlı ve pozitif güçlü bir ilişkinin ortaya çıkması beklenmektedir. Yalın uygulamaya geçiş aşamasında olan firmaların yalın uygulamanın temelini oluşturan tedarikçi ve müşteri ilişkileri ve yalın araç ve tekniklerin uygulama düzeyi faktörlerinin diğer faktörlere göre daha anlamlı çıkması beklenmektedir. Yalın uygulamanın sonrasındaki firmalarda sürdürülebilirlik ve teknolojik gelişim düzeyi faktörlerinin diğer faktörlere göre daha anlamlı çıkması beklenmektedir.

Bu çalışmadaki amaç organizasyon kültürü ile sürdürülebilirlik, müşteri odaklılık, tedarikçi ilişkileri, yalın araç ve tekniklerin uygulama düzeyi ve teknolojik gelişim düzeyi faktörlerin yalın uygulama başarısına etkisini araştıran bir uygulama taslağı hazırlayarak literatüre katkı sunmak amaçlanmıştır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda teknolojinin hızlı gelişmesine bağlı olarak şirketler arası rekabet artmıştır. İşletmelerin varlıklarını sürdürebilmek için düşük maliyetle kalite ürünler üretmeleri ve müşteri isteklerini tam zamanında karşılamaları gerekmektedir. Ancak, bu istekleri gerçekleştirmek yalın üretimle mümkün olacaktır. Yalın üretim verimliliği artırır, kaliteyi geliştirir ve maliyeti düşürür. Stoksuz üretim anlayışına dayanan yalın üretim değer yaratmayan ürünlerden kurtularak israfı önlemeyi ve istenilen miktarda ürünü istenilen zamanda üretmeyi amaçlar. Ayrıca, listelemeyi ve kontrol faaliyetlerini basitleştirir.

Endüstri 4.0 bileşenlerin ve makinelerin akıllı hale geldiği ve internet üzerinden veri alışverişinin sağlandığı bir ağ yaklaşımıdır. Yalın üretimle Endüstri 4.0 ilişkisi incelendiğinde, birbirlerine paralel olduğu görülmektedir. Endüstri 4.0 ile toplanan dijital veriler yalın üretim sistemlerine entegre edilebilmektedir. Endüstri 4.0'ın yalın üretim süreçlerine entegre edilmesi; tedarik zincirinin daha iyi izlenebilir olmasına, israftan kaynaklanan kaybın azaltılmasına, gereksiz aşamaların ortadan kaldırılarak maliyetin düşürülmesine, satın alma davranışları incelenerek müşteri beklentilerine daha hızlı yanıt verilmesine ve daha iyi bir stok yönetimi yapılmasına olanak sağlamaktadır.

Bu tez çalışmasında, yalın üretim sisteminin kullanıldığı sektörler incelenmiştir. Son dönemlerde yapılan çalışmalarda, yalın üretimin daha çok imalat sektöründe uygulandığı görülmüştür. Ürün ve süreçlerin karmaşıklığı ile yedi temel israfa yol açabilecek süreçlerin fazla olmasının maliyet artışına büyük oranda etki etmesi, bu durumun sebebi olarak düşünülmektedir.

Yalın üretimin olgunlaşma aşamasında kullanılan teknikler ile ilgili son zamanlarda yapılan literatür çalışmaları incelendiğinde; değer akışı haritalama ve 5S tekniğinin öne çıktığı görülmektedir. Problemlerin tespit edilmesi için ilk başta mevcut durum haritaları çıkarılmalıdır. Bu aşamada gereken bilgi, malzeme, aksesuar, alet ve dokümanı yakın bir çevreye getirip bir düzen kurulması ve israfın önlenmesi 5S ile mümkündür. Mevcut durum haritalarında yapılan iyileştirmeler sonucunda, gelecek durum haritaları oluşmaktadır. Mevcut durum haritalarıyla gelecek durum haritaları arasında sürekli bir iyileştirme söz konusudur. Bu evrede, sürekli iyileştirmeyi amaçlayan Kaizen yöntemi etkili olmaktadır. Ek olarak, kaliteyi geliştirici faaliyetlere ve TPM ile ilgili çalışmalara başlanmalıdır. Bahsi geçen

yalın üretim teknikleri kullanılarak ve sürekli iyileştirmeler yapılarak sıfır stok, sıfır hata ve sıfır fire anlayışları benimsenerek en az israfla en iyi performans hedeflenmektedir.

Yalın üretim sistemlerine geçiş sebepleri; rakiplerinin önüne geçmesi, israfın ortadan kaldırılması, verimlilik ve performans artışı, kalitenin artması, üretimdeki çeşitliliğin artması, müşteri isteklerine daha hızlı cevap vermek, stok maliyetini azaltma ve istenilen zamanda istenilen miktarda üretim yapmaktır. Şirketlerin yalın üretime geçişinin en temel nedeni, israfı azaltarak şirket karlılığını arttırmaktır.

Organizasyon kültürü ile yalın uygulama başarısı arasında yer alan sürdürülebilirlik, müşteri odaklılık, tedarikçi ilişkileri, yalın araç ve tekniklerin uygulama düzeyi ve teknolojik gelişme düzeyi faktörleri ile bir araştırma modeli oluşturularak literatüre katkı sağlanmıştır.

Bu çalışmada, Covid-19 pandemisi sebebiyle firmalardan yalın üretim ile ilgili veri elde edilmesi sürecinde zorluklarla karşılaşmıştır. Bu nedenle, çalışmada önerilen araştırma modelinin test edilebilme imkanı olmamıştır. Gelecek çalışmalarda, yalın üretime geçiş süreçleri ve yalın üretim uygulamaları işletmelerde gözlemlenerek veya anket yoluyla veriler elde edilerek tespit edilebilir. Anket yoluyla verilerin elde edilmesi durumunda, yalın üretimin işletmelere sağladığı faydalar istatistiksel olarak analiz edilebilir.

KAYNAKLAR

- Acar, N. (2003). Tam zamanında üretim. *Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları*, 542.
- Açıkkollu, C. (2008). *The application of lean manufacturing principles to an aircraft maintenance, repair and overhaul (MRO) company* (Master's thesis), Boğaziçi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Åhlström, P. (1998). Sequences in the implementation of lean production. *European Management Journal*, 16(3), 327-334.
- Ahmad, A., Mehra, S., and Pletcher, M. (2004). The perceived impact of JIT implementation on firms' financial/growth performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*.
- Akbal, H. ve Doğan, N. Ö. (2021). Sağlık sektöründe süreç iyileştirme: Bir eğitim ve araştırma hastanesinde kısıtlar teorisi-yalın üretim-simülasyon bütünleşik yöntemi ile bir uygulama.
- Akçacı, T. ve Özyurt, S (2021). Yalın üretime geçiş: İplik sektöründe bir uygulama. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 9(2), 85-103.
- Alves, D., Arkani-Hamed, N., Arora, S., Bai, Y., Baumgart, M., Berger, J. and LHC New Physics Working Group (2012). Simplified models for LHC new physics searches. *Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics*, 39(10), 105005.
- Anand, G., and Kodali, R. (2010). Development of a framework for implementation of lean manufacturing systems. *International Journal of Management Practice*, 4(1), 95-116.
- Arslan, T. (2022). *Yalın üretimin tedarik performansı üzerine etkisinde tedarik zinciri ilişkisinin aracı rolü: İmalat işletmeleri üzerine bir araştırma* (Yüksek Lisans Tezi), Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Aslantaş, T. (2014). *Yalın üretim felsefesi, yöntemleri ve kanban tekniğinin otomotiv sektörüne uygulanması*. Gazi Üniversitesi Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, ABD.
- Aygün, E. (1995), *Yalın üretim* (Yüksek Lisans Tezi), İ.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ayna, H. (2021). *Yalın üretim sisteminin süreç iyileştirmesine etkisi: Bir tekstil firmasında uygulama* (Yüksek Lisans Tezi), Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Baki, B. (2001). Toplam verimli bakım ve toplam kalite yönetimi ilişkisi. *Öneri Dergisi*, 4(16), 167-171.
- Barham, H. (2021). *Küçük ve orta ölçekli bir yiyecek ve içecek fabrikası üretim hattının yalın üretim araçlarıyla iyileştirilmesi* (Master Tezi), Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Bay M., Çiçek, E. (2007), Tam zamanında üretim sistemlerinde hata önleyiciler: Poke Yokeler, Selçuk Üniversitesi, *Karaman İİBF Dergisi Yerel Ekonomiler Özel Sayısı*, 56

- Belgutay, A. G. (2007). *Yalın üretim sistemi ve tekstil sektöründe bir örnek olay çalışması* (Yüksek Lisans Tezi), Maltepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Bhasin, S., and Burcher, P. (2006). Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management*.
- Bırakmaz, Ö. (2013). Yalın üretimin uygulanmasında karşılaşılan problemler. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 15-17.
- 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.
- Bodek, N. (2004). Kaikaku: The power and magic of lean: a study in knowledge transfer. PCS Inc..
- Bonavia, T., and Marin, J. A. (2006). An empirical study of lean production in the ceramic tile industry in Spain. *International Journal of Operations & Production Management*.
- Chen, L., and Meng, B. (2010). Why most Chinese enterprises fail in deploying lean production. *Asian Social Science*, 6(3), 52.
- Chiarini, A. (2013). The main methods of lean organization: Kanban, cellular manufacturing, SMED and TPM. In *Lean organization: from the tools of the Toyota production system to lean office* (pp. 81-116). Springer, Milano.
- Comm, C. L., and Mathaisel, D. F. (2000). A paradigm for benchmarking lean initiatives for quality improvement. *Benchmarking: An International Journal*.
- 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.
- Conti, R., Angelis, J., Cooper, C., Faragher, B., and Gill, C. (2006). The effects of lean production on worker job stress. *International Journal of Operations & Production Management*, 26(9), 1013-1038.
- Cua, K. O., McKone, K. E., and Schroeder, R. G. (2001). Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance. *Journal of Operations Management*, 19(6), 675-694.
- Çandır, M. H. (2020). *A value stream mapping framework with lean manufacturing techniques in automotive sector* (Master's thesis), Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir
- Danese, P., Manfè, V., and Romano, P. (2018). A systematic literature review on recent lean research: state-of-the-art and future directions. *International Journal of Management Reviews*, 20(2), 579-605

- Delbridge, R. (2000). Life on the line in contemporary manufacturing: The workplace experience of lean production and the Japanese model. *OUP Catalogue*.
- Demirkıran, D. (2019). *Yalın üretim teknikleri ve Porsche firmasında uygulanması* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Kültür Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Dombrowski, U., Richter, T., and Krenkel, P. (2017). Interdependencies of Industrie 4.0 & lean production systems: A use cases analysis. *Procedia Manufacturing*, 11, 1061-1068.
- Durakşahin, F. (2017). *Büyük veri yığını analizi: yalın üretim literatürü üzerine bir uygulama* (Yüksek Lisans Tezi), Sakarya Üniversitesi.
- Elbert, M. (2013). *Lean production for the small company*. Crc Press.
- Emre, A. (1995). Tam zamanında üretim sisteminin ülkemizdeki uygulamaları ve sorunları. Millî Prodüktivite Merkezi.
- Eti, M. C., Ogaji, S. O. T., and Probert, S. D. (2004). Implementing total productive maintenance in Nigerian manufacturing industries. *Applied Energy*, 79(4), 385-401.
- Etleç, B. (2017). *Yalın üretim tekniklerine bağlı süreç iyileştirmelerin bir kozmetik firmasında uygulanması* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Arel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Fullerton, R. R., McWatters, C. S. and Fawson, C. (2003). An examination of the relationships between JIT and financial performance. *Journal of Operations Management*, 21(4), 383-404.
- Gül, E. (2020). *Havacılık sektöründe yalın üretim uygulamaları ile tedarikçi firma verimliliğinin artırılması* (Yüksek Lisans Tezi), Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Güner, M., Kanat S. (2006), 'Tam Zamanında Üretim Sisteminin Tekstil ve Konfeksiyon Sanayine Uygulanabilirliği' Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği 270-278
- Harry, M. J., Mann, P. S., De Hodgins, O. C., Hulbert, R. L., and Lacke, C. J. (2010). Practitioner's guide to statistics and lean six sigma for process improvements. *John Wiley & Sons*.
- Howell, G. A. (1999, July). What is lean construction-1999. In Proceedings IGLC (Vol. 7, p. 1). Citeseer.
- Huseynzade, Y. (2020). *Hizmet sektöründe yalın üretim: Bir restoran işletmesinde uygulama* (Yüksek Lisans Tezi), Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Hülagü, K. T. (2011). *Çelik boru imalatında yalın üretim ve SMED uygulaması* (Yüksek Lisans Tezi), Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Imai, M. (1997). *Gemba Kaizen: A Commonsense, Low Cost Approach to Management*, New York, McGraw Hill.

- Jasti, N. V. K., and Sharma, A. (2014). Lean manufacturing implementation using value stream mapping as a tool: A case study from auto components industry. *International Journal of Lean Six Sigma*.
- Kavrakoğlu, İbrahim. (2001). Toplam Kalite Yönetimi, 5. b., Kalder Yayınları, İstanbul.
- Kesit, N. (2020). *Yalın üretim teknikleri ve Porsche firmasında uygulanması* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul
- Kıran, E. (2021). *Gıda sektöründe atık yönetimini azaltmak için yalın üretim araçlarının uygulanması* (Yüksek Lisans Tezi), Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Kilpatrick, J. (2003). Lean principles. *Utah Manufacturing Extension Partnership*, 68(1), 1-5.
- Kurilova-Palisaitiene, J., Sundin, E., and Poksinska, B. (2018). Remanufacturing challenges and possible lean improvements. *Journal of Cleaner Production*, 172, 3225-3236.
- Lee-Mortimer, A. (2006). Six Sigma: A vital improvement approach when applied to the right problems, in the right environment. *Assembly Automation*.
- Liker, J. K. (2005). Toyota tarzı 14 yönetim ilkesi (Ümit Şensoy, Çeviren).
- Liker, J. K., 2004. Toyota dünyanın en iyi imalatçısı haline nasıl geldi? Z. Dicleli, Toyota Tarzı. *İstanbul: Optimist Yayınları*, pp. 46-50.
- Lowe, J., and Oliver, N. (1997). High-performance manufacturing: evidence from the automotive components industry. *Organization Studies*, 18(5), 783-798.
- M. S. D. Dudek-Burlikowska, "The Poka-Yoke method as an improving quality tool of operations in the process," *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, cilt 36, 2009. –cilt yazacak, tırnaklar olacak mı?
- Manville, G., Greatbanks, R., Krishnasamy, R., and Parker, D. W. (2012). Critical success factors for lean six sigma programmes: a view from middle management. *International Journal of Quality & Reliability Management*.
- Marchwinski, C., and Shook, J. (2007). Yalın kavramlar sözlüğü. Ayşe Soydan ve Regaip Baran (çev.), *İstanbul: Yalın Enstitü Yayınları*.
- Martin, C., and Towill, D. R. (2000). Supply chain migration from lean and functional to agile and customised. *Supply Chain Management: an International Journal*.
- Mohanty, R. P., Yadav, O. P., and Jain, R. (2007). Implementation of lean manufacturing principles in auto industry. *Vilakshan–XIMB Journal of Management*, 1(1), 1-32.
- Monden, Yasuhiro. (1996), Applying Just in Time, *Industrial Engineering and Management Press*, Atlanta.
- Motely, W. T. (2004). Lean thinking. *Power*, 148(1), 3-15.

- Motwani, J. (2003). A business process change framework for examining lean manufacturing: a case study. *Industrial Management & Data Systems*.
- Mutluer, H. (2018). *Yalın üretim teknikleri ile bir toz boya üretim işletmesinde üretim iyileştirme çalışmaları* (Yüksek Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Nefes, K. F. (2019). *Mevcut üretim sürecinin yalın üretim teknikleri ile yeniden yapılandırılması ve bir uygulama* (Yüksek Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir
- Nicholas, J. M. Soni, A. (2005). The portal to lean production.
- Nomak, A., ve Durmuşoğlu, M. B. (2003). Bir hücreli üretim ortamında, üretim planlama ve kontrol sistemlerinin benzetim analizi. *İTÜ Dergisi Seri D: Mühendislik*, 2(5), 43-52.
- Ohno, T. (1998). Toyota Ruhu (Çev. Canan Feyyat). *Scala Yayın*, İstanbul
- Okur, A. (2005). Yalın Üretim, 2. b. Söz Yayın, İstanbul.
- Olivella, J., Cuatrecasas, L., and Gavilan, N. (2008). Work organisation practices for lean production. *Journal of Manufacturing Technology Management*.
- Özçelik, T. Ö., ve Cinoğlu, F. (2013). Yalın felsefe ve bir otomotiv yan sanayi uygulaması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12(23), 79-101.
- Özer, P. S. (2022). *Yalın üretim araçları uygulanarak alüminyum kablo üretim sürecinin iyileştirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimler Enstitüsü.
- Papadopoulou, T. C., and Özbayrak, M. (2005). Leanness: experiences from the journey to date. *Journal of Manufacturing Technology Management*.
- Rahman, A., and Karim, A. (2013). Application of lean production to reducing operational waste in a tile manufacturing process. *International journal of management science and engineering management*, 8(2), 131-139.
- Refa, (2003). Refa sistemi ve süreç düzenleme 1. Cilt. İstanbul: *MESS Yayınları*. Bölüm 9 : 1-52.
- Rich, N., Bateman, N., Esain, A., Massey, L., and Samuel, D. (2006). Lean evolution: lessons from the workplace. *Cambridge University Press*.
- Rother, M. and Shook, J., 1999. Learning to See: value stream mapping to add value and eliminate muda. 1. dü. *New York: The Lean Enterprise Institute Yayınları*.
- Ruben, R. B., Vinodh, S., and Asokan, P. (2018). Lean six sigma with environmental focus: review and framework. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94(9), 4023-4037.
- Santos, J., Wysk, R. A., and Torres, J. M. (2006). Improving production with lean thinking.

- Sarı, E. B. (2018). Yalın üretim uygulamaları ve kazanımları. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 585-600.
- Sayer, N.J.;Williams, B. *Lean for Dummies*, Wiley Publishing, Inc., 2007
- Serdaroğlu, A., Yalın Üretim. 3.b.s. *Söz Yayın*, İstanbul, 1997.
- Sert M, Kesen S. E. (2019). Tam zamanında üretim felsefine dayalı bir seri üretim hattının simülasyon tekniğiyle performans analizi. *Selçuk University Journal Of Engineering, Science & Technology/Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 7: 115-134.
- Shah, R., and Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129-149.
- Shah, R., and Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of operations management*, 25(4), 785-805.
- Shingo, S. (1985) A revolution in manufacturing: The SMED System. *Productivity*
- Singh, B., Garg, S. K., and Sharma, S. K. (2010). Development of index for measuring leanness: study of an Indian auto component industry. *Measuring Business Excellence*.
- Singh, R. (1998). Lean manufacturing: changing paradigms in product manufacturing, design & supply. *In The Third International Conference on Quality Management*.
- Sönmez, M. (2022). *Bir konfeksiyon işletmesinde yalın üretim teknikleri uygulama olanaklarının araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi), Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Spear, S., & Bowen, H. K. (1999). Decoding the DNA of the Toyota production system. *Harvard business review*, 77, 96-108.
- Steinbacher, H. R. ve Steinbacher. N. L. (1993). *TPM for America What It Is and Why*.
- Suzaki, K. (1987). New manufacturing challenge: Techniques for continuous improvement. *Simon and Schuster*.
- Suzaki, K. (2005). İmalatta mükemmellik yolu: Sürekli iyileştirme teknikleri. Otoyol Sanayi A.Ş.
- Şeker, A. (2016). Yalın üretim sisteminde kanban, tek parça akışı ve u tipi yerleştirme sistemleri. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 50, 449-470.
- Taj, S. (2008). Lean manufacturing performance in China: Assessment of 65 manufacturing plants. *Journal of Manufacturing Technology Management*.
- Taj, S., and Berro, L. (2006). Application of constrained management and lean manufacturing in developing best practices for productivity improvement in an auto-assembly plant. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 55(3/4), 332-345.

- Tekin, M, Yücel M (2011). Tam zamanında üretim sisteminin tekstil sektöründeki uygulama imkânları: Gaziantep, Kahramanmaraş, Malatya. *XI Üretim Araştırmaları Sempozyumu*, 737-749.
- Uçan, K. (2014). *Otomotiv yan sanayisinde malzeme besleme sisteminin yalın üretim yaklaşımıyla yeniden tasarlanması ve bir uygulama* (Doktora Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Vinodh, S., and Joy, D. (2012). Structural equation modelling of lean manufacturing practices. *International Journal of Production Research*, 50(6), 1598-1607.
- Womack, J. P. ve Jones, D. T. (2007). Yalın Düşünce. Çev. O. Yamak. İstanbul: *Optimist Yayın Dağıtım*.
- Womack, J. P., and Jones, D. T. (1996). Beyond Toyota: How to root out waste and pursue perfection. *Harvard Business Review*, 74(5), 140-151.
- Womack, J. P., and Jones, D. T. (1998). Yalın düşünce. *Optimist Yayın Grubu*.
- Womack, J. P., and Jones, D. T. (2003). Banish waste and create wealth in your corporation. Recuperado de http://www.kvemis.co.in/sites/kvemis.co.in/files/ebook_attachments/James.
- Womak, J., Jones, D. T., and Roos, D. (1990). The machine that changed the world. New York: *Rawson Associates*.
- Wu, Y. C. (2003). Lean manufacturing: a perspective of lean suppliers. *International Journal of Operations & Production Management*.
- Yadav, G., Seth, D., and Desai, T. N. (2018). Prioritising solutions for Lean Six Sigma adoption barriers through fuzzy AHP-modified TOPSIS framework. *International Journal of Lean Six Sigma*.
- Yağlı, E. (2022). *Talaşlı imalatta yalın üretim (5S) uygulaması kullanılarak süreç verimliliğinin artırılması* (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimler Enstitüsü.
- Yıldız, F, Atanoğlu S. (2011). Çorlu bölgesinde faaliyette bulunan üretim işletmelerinde tam zamanında üretim sisteminde maliyet muhasebesinin uygulanması. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 55-65.
- Yıldız, A., Karakoyun, F., ve Parlak, Ğ. E. (2018). Endüstri 4.0 temelli dijital tedarik zinciri, *Mühendislik Alanında Akademik Araştırmalar, 1, Gece Kitaplığı*, 416-426.
- Yılmaz, E. (2012). *Siparişe göre üretim yapan sistemlerde yalın üretim uygulamaları* (Doktora Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yorke, C., and Bodek, N. (2005). All you gotta do is ask. *PCS Inc.*.
- Yüksel, B. (2020). *Bir tekstil işletmesinde ön işlem terbiye fabrikasında haşıl sökme biriminde yalın üretim vaka incelemesi* (Yüksek Lisans Tezi), Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Zhou, B. (2016). Lean principles, practices, and impacts: a study on small and medium-sized enterprises (SMEs). *Annals of Operations Research*, 241(1), 457-474.

