



T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN  
ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**FORKLİFT ÜRETİMİ YAPAN BİR  
İŞLETMEDE ÜRETİM PLANLAMA VE ÜRÜN  
ÇEŞİTLİLİĞİ YÖNETİMİ: BİR UYGULAMA**

**Şeyma KAŞIKÇI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Eylül-2024  
KONYA  
Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Şeyma Kaşıkçı tarafından hazırlanan “Forklift Üretimi Yapan Bir İşletmede Üretim Planlama ve Ürün Çeşitliliği Yönetimi: Bir Uygulama” adlı tez çalışması 25/09/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan

Dr. Öğr. Üyesi Esra BOZ

.....

#### Danışman

Prof. Dr. Mehmet AKTAN

.....

#### Üye

Dr. Öğr. Üyesi Kemal ALAYKIRAN

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun ....../.../20.. gün ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Havvanur UÇBEYİAY  
FBE Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

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

## **DECLARATION PAGE**

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

Şeyma KAŞIKÇI  
28.08.2024

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

## FORKLİFT ÜRETİMİ YAPAN BİR İŞLETMEDE ÜRETİM PLANLAMA VE ÜRÜN ÇEŞİTLİLİĞİ YÖNETİMİ: BİR UYGULAMA

Şeyma KAŞIKÇI

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet AKTAN

2024, 28 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Mehmet AKTAN

Dr. Öğr. Üyesi Esra BOZ

Dr. Öğr. Üyesi Kemal ALAYKIRAN

Otomotiv sektörü, teknolojinin gelişmesiyle gün geçtikte daha da kapsamlı kitlelere hitap etmektedir. Bu da dünya pazarında rekabeti arttırmaktadır. Firmaların amacı, tüketici memnuniyeti sağlayarak dünya pazarında kalıcı olmaktır. Bu amaç yalın kavramının doğmasına yardımcı olmuştur. Yalın kavramı; düşük maliyetli, yüksek kaliteli ürünler elde ederken, hurda sayısı ve israfları azaltarak üretimi daha verimli hale getirmeyi amaçlamıştır.

Bu çalışma forklift üretimi yapan bir işletmede üretim planlama ve ürün çeşitliliği yönetim konularını incelemeyi amaçlamıştır. Forklift üretimi gibi karmaşık ve çeşitli ürünlerin bulunduğu bu işletmede, etkin bir üretim planlama stratejisi ve ürün çeşitliliği yönetimi, rekabet avantajını sürdürmek için kritik öneme sahiptir. Bu çalışma, belirli bir forklift üretim işletmesinde gerçekleştirilen bir uygulama üzerine odaklanmıştır. Veriler, literatür taraması, gözlem ve mülakatlar yoluyla toplanmıştır. Üretim hattındaki farklı istasyonlardaki süreçler ayrıntılı bir şekilde incelenmiş ve bir yalın üretim tekniği olan değer akış haritalama yöntemiyle değerlendirilmiştir. Değer akış haritalama yöntemiyle mevcut durum haritası ve gelecek durum haritası çizilmiştir. Sonucunda 468.828 dakika olan akış süresi, 56700 dakikaya indirilmiştir. Bu sayede %87,9 oranında bir iyileşme sağlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Değer Akış Haritalama, Yalın Kavramı, Yalın Üretim

## **ABSTRACT**

**MS**

### **PRODUCTION PLANNING AND PRODUCT VARIETY MANAGEMENT IN A LIFT TRUCK MANUFACTURING COMPANY: AN APPLICATION**

**Şeyma KAŞIKÇI**

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
INDUSTRY ENGINEERING**

**Advisor: Prof. Mehmet AKTAN**

**2024, 28 Pages**

**Jury**

**Prof. Mehmet AKTAN**

**Assistant Prof. Esra BOZ**

**Assistant Prof. Kemal ALAYKIRAN**

The automotive industry appeals to more and more comprehensive audiences day by day with the development of technology. This increases competition in the world market. The aim of companies is to be permanent in the world market by providing consumer satisfaction. This purpose helped the birth-of lean concept. Lean concept; aims to make production more efficient by reducing the number of scraps and waste while obtaining low-cost, high-quality products.

This study aimed to examine production planning and product variety management issues in a company that produces forklifts. In a business with complex and diverse products, such as forklift production, an effective production planning strategy and product variety management are critical to maintain competitive advantage. This study focuses on an application carried out in a specific forklift manufacturing enterprise. Data were collected through literature review, observation and interviews. The processes at different stations in the production line were examined in detail and evaluated with the value stream mapping method, which is a lean production technique. The current status map and future status map were drawn using the value stream mapping method. As a result, the flow time, which was 468,828, was reduced to 56,700 minutes. Thus, an improvement of 87.9% was achieved.

**Keywords:** Lean Concept, Lean Manufacturing, Value Stream Mapping

## ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının yazılmasında ve planlanmasında, bilgi ve desteğini esirgemeyen, yazmama teşvik sağlayan, tezimi titizlikle yazmamı sağlayan danışman hocalarım Prof. Dr. Mehmet AKTAN, Dr. Öğr. Üyesi Şule ERYÜRÜK ve uygulama yaptığım firmaya teşekkürlerimi sunarım.

Şeyma KAŞIKÇI

KONYA-2024

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ .....</b>	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER .....</b>	<b>vii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....</b>	<b>3</b>
2.1. Yalın Düşünce.....	3
2.2. Yalın Üretim .....	3
2.3. Yalın Üretim İlkeleri .....	3
2.3.1. Aşırı üretim.....	4
2.3.2. Bekleme .....	5
2.3.3. Taşıma .....	5
2.3.4. Envanter.....	5
2.3.5. Uygunsuz işleme .....	6
2.3.6. Kusurlar .....	6
2.4. Yalın Üretimin Faydaları.....	6
2.5. Yalın Üretim Metotları .....	7
2.5.1. Tam zamanında üretim.....	7
2.5.2. Kanban sistemi.....	7
2.5.3. 5S .....	8
2.5.4. Tekli dakikalarda kalıp değiştirme.....	8
2.5.5. Kaizen.....	8
2.5.6. Toplam üretken bakım.....	9
2.5.7. Poka-Yoke .....	9
2.5.8. Hoshin Kanri.....	9
2.5.9. Heijunka .....	10
2.5.10. Değer akış haritalama .....	10
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM .....</b>	<b>11</b>
3.1. Değer Akış Haritalama .....	11
3.1.1. Değer akış haritalama metodu sembolleri .....	11
3.1.2. Değer akış haritalama metodu aşamaları.....	12
<b>4. FORKLİFT MONTAJINDA DEĞER AKIŞ HARİTALAMA UYGULAMASI</b>	
<b>13</b>	

4.1.	Uygulamanın Yapıldığı Firmanın Tanımı .....	13
4.2.	Forklift Üretim Aşamaları .....	13
4.2.1.	Montaj hattı prosesi.....	14
4.2.2.	İstasyon 1 .....	14
4.2.3.	İstasyon 2-3.....	15
4.2.4.	İstasyon 4.....	16
4.2.5.	İstasyon 5.....	17
4.2.6.	İstasyon 6.....	17
4.2.7.	İstasyon 7.....	17
4.3.	Ürün Aile Seçimi .....	18
4.4.	Mevcut Durum Haritalandırılması .....	18
4.5.	Gelecek Durum Haritalandırılması .....	21
4.6.	Planlama ve Uygulama.....	22
<b>5.</b>	<b>SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>24</b>
5.1.	Sonuçlar .....	24
5.2.	Öneriler.....	24
<b>6.</b>	<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>27</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Kısaltmalar

JIT	:	Just In Time
ÇS	:	Çalışma Süresi (Uptime)
ÇZ	:	Çevrim Zamanı
DAH	:	Değer Akış Haritalama
FIFO	:	First In First Out
PUKÖ	:	Planla- Uygula- Kontrol et- Önlem al
GO	:	Güvenilirlik Oranı
HS	:	Hazırlık Süresi
SMED	:	Single Minute Exchange of Dies
TOPSIS	:	Tercih Sıralama Tekniği
TPS	:	Toyota Production System
TÜS	:	Toyota Üretim Sistemi
VSM	:	Value Stream Mapping

## 1. GİRİŞ

Dünyada, teknolojinin hızla değişmesiyle birlikte bu hızla değişen teknolojiye ayak uydurmak zorlaşmaktadır. Uzun vadeli başarı ve sürdürülebilir rekabet avantajı için değişen teknolojiye ayak durmak oldukça önemlidir. Bununla beraber, tüketicilere doğru ürünü doğru zamanda ve doğru şekilde ulaştırmak da göz ardı edilmemesi gereken unsurlardandır. Sektörde firma verimliliği ve rekabet gücü, küresel pazarda yeni üretim yönetimi stratejileri planlamaya motive eden iki önemli unsur olmuştur. Firmaların pazarda varlığını sürdürebilmesi için bu iki unsura dikkat etmesi gerekmektedir. Bütün bu unsurlar ve kriterlerle şirketlerin sadece küçük bir alana değil, daha büyük bir alana hakimiyet kurması beklenmektedir. Bunun için firmaların yalın kavramına başvurması kaçınılmazdır.

Yalın kavramı; israfların ortadan kaldırılmasını temel almıştır. Yalın üretimin ana hedeflerinden biri, müşteri memnuniyetini ve karını artırmak için şirketlerin maliyetleri azaltmasına, süreçleri iyileştirmesine ve israfı ortadan kaldırmasına olanak tanıyan bir sürekli iyileştirme sürecidir. Yalın üretim, firmalara işi sürdürmek için daha yüksek kalite, daha hızlı teslimat ve daha düşük fiyatlar talep eden küresel bir pazarda hayatta kalmayı sağlar. Yalın üretim; kalite, maliyet, çevrim süresinin azaltılması, güvenlik ve çalışan motivasyonu hedeflerine ulaşılmasını sağlar.

Değer akışı ile üretim sistemlerinin etkinliğini ve üretkenliğini artırmak amaçlanmıştır. Değer akışı, tüm malzeme ve bilgilerin yanı sıra bunların üretim sistemindeki akışını da kapsar. Üstelik değer akışı, bir ham maddeyi bir ürüne dönüştürmek için gereken hem değer katan hem de katmayan tüm faaliyetleri içerir. Değer akış haritalama, hem malzeme hem de bilgi akışlarının dikkate alındığı bir değer akışının analizi ve yeniden tasarlanması için yapılandırılmış bir süreçtir. Bu yöntemin amacı, israfı belirleyip azaltmaktır.

Bu çalışmanın amacı, forklift üretimi yapan bir işletmede yalın üretim teknikleri kullanılarak üretim süreçlerinin nasıl optimize edilebileceğini ve ürün çeşitliliği yönetiminin yalın üretim prensipleriyle nasıl uyumlu hale getirilebileceğini incelemektir. Bu çalışma, Türkiye'de forklift üretimi üzerine yapılan sınırlı sayıda çalışmanın üzerine yeni bir perspektif ekleyerek, yerli bir işletmede değer akış haritalama (Value Stream Mapping - VSM) yöntemiyle üretim süreçlerinde sağlanan iyileştirmeleri ele almıştır.

Literatürde yalın üretim prensipleri birçok sektörde yaygın olarak incelenmiş olmakla birlikte, forklift üretimi gibi özel üretim süreçlerinde bu tekniklerin uygulanmasına dair sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Forklift üretimi gibi çok çeşitli ürün yelpazesine sahip sektörlerde ürün çeşitliliği yönetimi ve yalın üretim uygulamalarının bir arada nasıl etkinleştirilebileceğine dair araştırmaların eksik olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışma, bu literatürdeki boşluğu doldurmayı ve forklift üretiminde yalın üretim tekniklerinin uygulanabilirliğini göstermeyi hedeflemektedir.

Ayrıca, tedarik zinciri süreçlerinin yalın üretim teknikleriyle nasıl iyileştirilebileceği, stok yönetimi ve iç lojistik sistemlerinin optimize edilmesi gibi konular üzerine de önemli öneriler sunulmuştur. Değer akış haritalama yöntemi ile işletmedeki süreçlerin iyileştirilmesi yoluyla akış süresi %87,9 oranında azaltılmış, bu da yalın üretim prensiplerinin forklift üretimi gibi karmaşık süreçlerde uygulanabilirliğini ve etkinliğini ortaya koymaktadır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Yalın Düşünce

Yalın düşünce; değeri belirlemenin, değer yaratan eylemleri en iyi sıraya koymanın, bu faaliyetleri birisi talep ettiğinde kesintisiz yürütmenin ve bunları daha etkin bir şekilde gerçekleştirmenin yoludur. Yalın düşünmenin beş temel ilkesi, iş birimleri içinde ve arasında iş kültürü ve yönetim düşünce sürecindeki farklılıklardan kaynaklanan çeşitli zorlukları ele almak için tanıtılmıştır. Yalın düşüncede sözleşmeye bağlanan temel ilkeler şunlardır:(Smith A, 2015)

- 1) Değeri müşteri perspektifinden tanımlanması,
- 2) Değer akışlarının tanımlanması,
- 3) Değer akışının sağlanması,
- 4) Çekmeye dayalı üretimin uygulanması ve
- 5) Sürekli mükemmellik için çabalanması

### 2.2. Yalın Üretim

Yalın üretim, proses endüstrilerindeki çeşitli israfların ortadan kaldırılmasıyla operasyonel performansın iyileştirilmesine yardımcı olmakla kalmaz, aynı zamanda kalite, hızlı yanıt verme ve müşteri memnuniyeti gibi modern rekabet öncelikleri konusunda başarılı bir şekilde rekabet etmeye de yardımcı olur. (Panwar et al., 2015)

### 2.3. Yalın Üretim İlkeleri

Yalın üretim ilkeleri 5 kolda incelenmektedir.

1) Değer: Değer, yalın düşüncenin kritik çıkış noktası olan kavramdır. Değer yalnızca son müşteri tarafından ve yalnızca müşteri ihtiyaçlarını belirli bir fiyatta ve belirli bir zamanda karşılayan belirli bir ürünün (bir mal veya hizmet ve genellikle her ikisi) ifade edildiği şekliyle tanımlanabilir. Değer üretici tarafından yaratılır.

2) Değerin Akışı: Müşteri için değer, değer akışları yoluyla yaratılır. Böylece işletmeler değer akışları yoluyla para kazanırlar. Yalınlığın temel amacı değer akışı süreçlerine odaklanmaktır. Değer akışı süreçleri mükemmelleştikçe müşteriler için daha fazla değer yaratılabilir ve daha fazlası kazanılabilir.

3) Sürekli Akış: Yalın düşüncenin bir sonraki adımı, değer tam olarak tanımlanması, belirli bir ürüne ait değer akış şemasının tam olarak hazırlanması ve israfa yol açan adımların yalın işletme tarafından ortadan kaldırılmasıdır. Bu çok önemli bir adımdır. Bundan sonra değer yaratan adımların akışını sağlamaktır.

4) Çekme Sistemi: Departmanlardan ve taraflardan ürün ekiplerine ve ürün akışına geçmenin gözle görülür ilk etkisi, konseptten pazara, satıştan teslimata ve hammaddenin müşteriye ulaşmasına kadar olan süreçte çarpıcı bir düşüştür. Akış sistemine geçildiğinde ürün tasarımı süresinin yıllar yerine bir ay içinde tamamlanması, sipariş alma saatlerinin kısaltılabilmesi ve alışlagelmiş fiziksel ürün toplam işlem süresinin dakikalar veya günlerce kısaltılabilmesi mümkündür. Çekme sistemi sonraki aşamalarda müşteri talebi olmadan herhangi bir ürün veya hizmet üretmez.

5) Mükemmellik: Mükemmelliğin anahtarı olarak görülen sıfır hata kavramı, yanlışları bulup almak yerine, bunların olmasını engelleyen bir yaklaşımdır. Bu bakımdan sıfır hata, yalnızca ürünlerdeki kusur olarak algılanmamalı, işletmenin tüm fonksiyonlarını kapsayan bir kavram olarak değerlendirilmelidir. Kusursuz üretilen ancak zamanında satılmayan bir ürünün stok maliyeti, yıpranma gibi nedenlerle çeşitli israflara yol açabileceği unutulmamalıdır. (Tekin et al., 2019)

Yalın felsefenin esas amacı; Japoncada Muda olarak bilinen; Türkçede israf olarak belirlenen kavramların ortadan kaldırılmasıdır. Muda; katma değeri yükseltmeyen ama maliyet oluşturan operasyonlar şeklinde açıklanabilir. Muda'ya göre 7 israf;

- Aşırı Üretim
- Bekleme
- Taşıma
- Envanter
- Uygunsuz İşleme
- Kusurlar

şeklindedir.

### 2.3.1. Aşırı üretim

Aşırı üretim, mevcut talepten daha fazla malzeme veya ürün üretme eylemidir. (Chikwendu Okpala et al., n.d.-a). Bu, gereğinden fazla hammaddede veya yarı mamul harcanmasına ve bununla beraber daha fazla iş gücüne sebep olmaktadır. Ayrıca fazla ürün üretildiği için depolama ücreti de ortaya çıkmaktadır. Bunlar ise daha fazla maliyete yol açmaktadır.

### **2.3.2. Bekleme**

Bekleme kaybı, bekleme için çok fazla zaman harcamanın neden olduğu israfa ilgilidir. Bekleme kaybı, işlemin dengesiz akışına neden olur ve sonraki işlemler, önceki işlemin tamamlanması için daha uzun süre beklemek zorunda kalır. Bekleme kaybı makinelere bile zarar verebilir veya çalışanlar ham madde işleme noktasında mevcut olamayabileceğinden daha fazla israfa neden olabilir. (Sahaya & Anusaen, n.d.)

### **2.3.3. Taşıma**

Üretimde taşıma, malların bir üretim tesisi içinde ya da dışında gidiş dönüş hareketleri olarak tanımlanabilir. Üretici, bitmiş ürünlerin fabrikadan taşınmasına ve hammaddelerin fabrikaya taşınmasına bağlı olarak nakliye maliyetlerine katlanır. (Arunagiri & Gnanavelbabu, 2014) Taşıma, ürünün bozulmasına veya kaybına yol açan istenmeyen hareket olduğunda bir tür israfa dönüşür. Süreç akışı arada çok sayıda moladan oluşuyorsa, bu bekleme süresini arttıracaktır. Bu yüzden hem devam etmekte olan işleri durduracaktır hem de zamana bağlı maliyeti arttıracaktır.

### **2.3.4. Envanter**

Stok seviyesinin çok yüksek olması işletmenin likiditesinde sorunlara neden olacaktır. Artan envanter, depolama tesisleri için daha fazla masrafa yol açtığı gibi, yetersiz depolama alanı, güncelliğini yitirmiş kusurlu ürünler, kayıp veya hırsızlık sorunlarının yanı sıra şirketin kaynaklarını diğer iş hedeflerine yatırma fırsatının kaybı gibi başka sorunlara da yol açar. Öte yandan çok düşük bir stok seviyesi müşteri taleplerini karşılayamayacaktır. Sonuç olarak müşteri üretim hattını durdurmak zorunda kalabilir ve bu tür bir durma, üretim hattına daha fazla zarar verecektir. (Arunagiri & Gnanavelbabu, 2014) Envanter, fazla ürün bulundurduğu takdirde, eski ve fazla stok

maliyeti oluşturmaktadır. Çünkü depoda ürünün uzun süre saklanması hasara yol açabilir. Ayrıca depolama arttıkça depo alanına yapılan sermaye de artacaktır. Depolarda bulunan ürünlerin taşınması için fazla zamana ihtiyaç duyulmaktadır. Depo/ envanter ne kadar büyük ve dolu olursa ürünlerin eksiklikleri, fazlalıkları, hasarları vb. gibi olayları doğrulamak bir o kadar zor olacaktır.

### **2.3.5. Uygunsuz işleme**

Aşırı işleme, hammadde maliyeti, yetersiz depolama alanı, kalitenin uzun süreli korunması için ek depolama alanı maliyetleri gibi ek maliyetlere neden olur. (Sahaya & Anusaen, n.d.) Müşterilerin ödeme yapmak istemediği ek değerler eklemek gereksiz olduğu için israftır.

### **2.3.6. Kusurlar**

Kusurlar genellikle imalat sırasında ortaya çıkan hatalardan meydana gelmektedir. Kusurlar beraberinde ek yeniden işleme, inceleme, tasarım değişiklikleri, süreç değişiklikleri vb. olayları getirmektedir. Bu durum zaman ve kaynak israfına neden olmaktadır. Bu yüzden de müşteri kayıplarına yol açmaktadır. (Arunagiri & Gnanavelbabu, 2014).

## **2.4. Yalın Üretimin Faydaları**

Yalın üretim sisteminin, üretim, kârlılık ve müşteri memnuniyetindeki iyileştirmeleri içeren çok sayıda faydası nedeniyle imalat şirketlerinde çok başarılı olduğu kanıtlanmıştır. (Chikwendu Okpala et al., n.d.-b)

Otomotiv endüstrisi gibi süreç dışı endüstrilerde görülen yalın üretim faydaları şu şekilde gösterilmiştir:

1. Müşteriler için teslim süresinin azaltılması,
2. Üreticiler için azaltılmış stoklar,
3. Geliştirilmiş bilgi yönetimidir.(Melton, 2005)

Yalın üretim faydaları aşağıdakiler gibi açıklanabilir;

- Tüm aşamalarda iş gücü ve makine kullanımında verimlilik artar. Bu sayede üretimin tamamlanma zamanı da kısılır.

- İsrâfların ortadan kaldırılmasıyla, kaynaklardan daha fazla değer oluşturulmasını sağlar.
- Üretim süreçlerindeki fire oranı, müşteriye giden hatalı ürünlerin sayısı ve iş kazası sayısında azalma olur.
- Hammadde ve ara stoklardaki iyileştirmeler sayesinde maliyetler azalır.
- Müşterilere hatasız ve daha ucuz ürünlerin ulaşması sayesinde müşteri memnuniyetinin artmasına yardımcı olur.
- Şirket karlılığını ve rekabet gücünü artırır. (Coşkun,2023)

## **2.5. Yalın Üretim Metotları**

### **2.5.1. Tam zamanında üretim**

Tam Zamanında (JIT) üretim, üretimde uygulanan bir Japon yönetim felsefesidir. Temel olarak bu, doğru ürünleri, doğru kalite ve miktarda, doğru zamanda, doğru yerde bulundurmaya hedefler.(Htun & Khaing, n.d.)

JIT'in üretim sistemini büyük ölçüde değiştirmek yerine kademeli olarak değiştirmeyi amaçlar. JIT'in amaçları:

1. Müşterilere karşı daha duyarlı olmak,
2. Departmanlar ve tedarikçiler arasında daha iyi iletişim kurmak,
3. Daha esnek olmak
4. Daha iyi kaliteye ulaşmak,
5. Ürün maliyetini azaltmaktır.(Htun & Khaing, n.d.)

### **2.5.2. Kanban sistemi**

Tam Zamanında, birçok üretim şirketinde kullanılan, ihtiyaç duyulan şeyi, doğru kalitede, doğru yerde ve doğru zamanda üretmeye yönelik bir üretim felsefesidir. Kanban metodolojisi bir çekme sistemiyle birleştirildiğinde tam zamanında üretimin uygulanmasının bir yoludur. Kanban Metodolojisi son dönemde birçok üretim sistemi, montaj sistemi ve tedarik zinciri sisteminde oldukça etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Boş zamanı azaltarak ekibin verimliliğini en üst düzeye çıkaran bir iş planlama sistemidir. (Wakode et al., 2015)

### 2.5.3. 5S

5S felsefesi 1960'ların sonunda Japonya'da tanıtılmıştır. İlk olarak 5S, Toyota Motor Corporation'ın üretim sisteminin bir parçası olan Toyota Üretim Sistemi kapsamında hayata geçirilmiştir. 5S uygulama adımları kısaca aşağıdaki gibidir:

- Sınıflandırma (Seiri): Gerekli öğelerin, gereksiz öğelerden açıkça ayrılması ve gereksiz olanların ortadan kalkması
- Düzenleme (Seiton): Kolay ve anında geri alınabilmesi için gerekli öğelerin doğru yerde tutulması
- Temizlik (Seiso): Atölyenin süpürülüp temiz tutulması
- Standartlaştırma (Seiketsu): İlk üç S'in korunduğu durumdur.
- Disiplin (Shitsuke): Yukarıda söylenen 4S prosedürlerinin sürdürülmesinin alışkanlık haline gelmesidir. Tüm adımları kapsayan bir adımdır. (Randhawa & Ahuja, 2017)

### 2.5.4. Tekli dakikalarda kalıp değiştirme

SMED (Tekli Dakikalarda Kalıp Değiştirme), üretimde ürünler arasındaki geçişlerde gerekli sürelerin optimize edilmesi ve kalıpların dakikalar içinde değiştirilmesiyle performans artırımına dayanan yalın üretim tekniklerinden biridir. Firmaların küçük partilerle üretim yapma kabiliyetini kısıtlayan en önemli faktör kalıp değişimi sırasında oluşan iş kurma süresidir. Hızlı kalıp değiştirme ve hızlı kurulum işlemleri, deneme üretimini ortadan kaldırmayı ve küçük partilerde esnek üretim yapmayı mümkün kılar.(Tekin et al., 2019)

### 2.5.5. Kaizen

Kaizen, kişisel, aile, sosyal ve iş yaşamlarımızı istikrarlı bir şekilde geliştirmek için uygulanabilecek sürekli iyileştirme anlamına gelmektedir. Kaizen, işyerine uygulandığında tüm insan kaynakları, yöneticiler ve çalışanlar için sürekli iyileşmedir. Stratejik açıdan bakıldığında Kaizen, kalite, üretkenlik, maliyetler ve teslimat süreleri açısından rekabeti yenmek için iyileştirmeleri ve tasarrufları biriktirmeyi amaçlayan

sistematik ve uzun vadeli bir eylemdir.(García-Alcaraz et al., 2017)Kaizen, genel anlamda sürekli iyileştirme demektir.

### **2.5.6. Toplam üretken bakım**

Toplam üretken bakımın, çalışanların ekipmanıyla ilgili bilgi ve becerilerini keskinleştirmek, iç iletişimi geliştirmek, ekip oluşturma ve işbirliği için temel sağlamak, temel ekipman spesifikasyonlarını oluşturmak, ekipmanın kolay denetlenmesini ve teşhis edilmesini teşvik etmek, ekipman varyasyonunu kontrol etmek ve kusurları azaltmak dahil olmak üzere çok sayıda faydası vardır.(Agustiady & Cudney, 2018)

### **2.5.7. Poka-Yoke**

Poka-yoke, 1960'lı yıllarda Toyota Üretim Sistemi (TPS) için geliştirilmiş bir kalite tekniğidir. Mühendis Shigeo Shingo'ya atfedilir ve adı, kelimenin tam anlamıyla "hata önleme" olarak tercüme edilen poka (kaçınma) ve yokeru (bildirilen hata) kelimelerinin birleşiminden gelir. Bu tekniğin ana fikri hata yapmanın imkansız olduğu bir üretim süreci yaratmaktır. (García-Alcaraz et al., 2017)

Poka-Yoke tekniği hem daha sonra hata oluşmasına yol açacak nedenleri önlemek hem de ürünün kabul edilip edilmeyeceğine karar veren ucuz bir kontrol gerçekleştirmek için uygulanabilir. Tüm hataların her zaman %100 olasılıkla ortadan kaldırılması mümkün değildir. Bu gibi durumlarda Poka-Yoke yöntemlerinin görevi mümkün olan en kısa sürede hatayı tespit etmektir. (Dudek-Burlikowska, 2009)

### **2.5.8. Hoshin Kanri**

Hoshin Kanri, 1950'ler ile 1960'lar arasında Japonya'da başladı. Hoshin Japonca bir kelimedir ve yön anlamına gelmektedir. Bu, genel olarak benzer bir şekilde hareket edildiğini simgelemektedir. (Soliman, 2020)

Hoshin Kanri; şirket yönetiminin, amaçlarının ve planlarının tüm çalışanların planla-uygula-kontrol et-önlem al (PUKÖ) döngüsünü tamamlayarak oluşturulan planlar doğrultusunda faaliyetleri gerçekleştirmek ve bu süreçte performansın sürekli iyileşmesini sağlamaktadır. (Coşkun,2023)

### **2.5.9. Heijunka**

Heijunka olarak da bilinen üretim seviyelendirme, hacim ve ürün tipi karışımı üretimi dengeli şekilde dağıtan bir yalın üretim aracıdır. Heijunka, düzensiz müşteri çekişini ortadan kaldırmaya yardımcı olan ve bunu öngörülebilir bir üretim sürecine dönüştüren önemli bir araçtır. (Renteria-Marquez et al., 2020)

Heijunka, üretimde değişen talepleri, ürün stoğunu artırmadan, fabrika alanını daraltmadan karşılamaktadır. Karışık yüklemenin ilk ve en önemli işlevi, üretimi talep değişikliklerine (ürün stoğuyla karşılamadan) kolayca uyarlanabilir hale getirmektir. (Coşkun, 2023)

### **2.5.10. Değer akış haritalama**

Değer akışı, katma değerli ve katma değeri olmayan eylemleri içeren bazı performansların tam bir grubudur. Değer akışı, hammadde tarafından başlatılan ve tüketici tarafından biten ürün akışı olarak kabul edilmektedir. VSM'nin temel amacı, değer akışındaki her türlü atığın yeniden düzenlenmesi ve bu atıkların azaltılmasına çalışmaktır (Renteria-Marquez et al., 2020). Değer akışı haritalamanın tanımı, üretim süreci sırasında veri akışını ve malzeme akışını görsel olarak göstermeye yönelik tekniklerin bir koleksiyonudur. Bu nedenle değer akışı haritalama ile katma değerli eylemler ve katma değeri olmayan eylemler sınıflandırılır. Ayrıca değer akış haritalarının varsayılan olay yerine gerçekte yaşanan olayları temsil etmesi gerekir, dolayısıyla gelişme ve tanınma şansı doğurur. (Deshkar et al., 2018)

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Değer Akış Haritalama

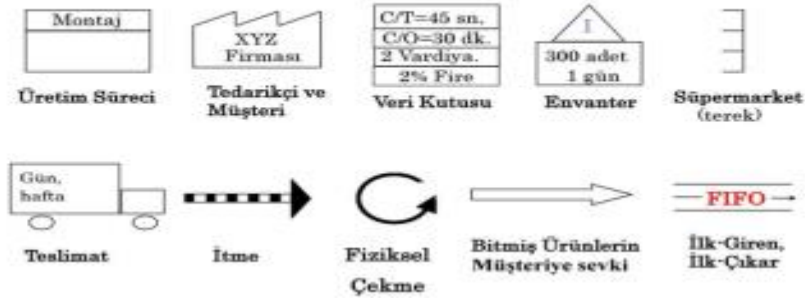
Değer akış haritalama grafiksel bir araçtır. Mevcut ve gelecekteki durum haritaları, döngü süresi, teslim süresi ve TAKT süresi gibi üretim süreciyle ilgili hayati bilgiler sağlar. VSM, esasen, verilerin üretim alanında dolaşarak ve süreç sürelerinin ölçülmesiyle toplandığı bir kalem ve kağıt yaklaşımıdır. Gelecek durum haritası üretim alanında uygulanmadan önce doğrulanmaz. Mevcut ve gelecekteki durum haritaları bir simülasyon yazılımında modellenmiştir. Çok sayıda simülasyon sonucunun analizi, daha sonra atölyede uygulanan en optimum gelecek durum haritasını verir. Simülasyon, gelecekteki durum haritasını üretim alanına fiili olarak uygularken sorun olasılığını en aza indirir. Ayrıca yapılan yinelemeler mümkün olan en iyi çözümün uygulanmasını sağlar. (Deshkar et al., 2018)



Şekil 3.1. Değer Akış Haritalama Uygulama Süreci

##### 3.1.1. Değer akış haritalama metodu sembolleri

## Malzeme Akışı Sembolleri



Şekil 3.2. Değer Akış Haritalama Uygulama Süreci

## Bilgi Akışı Sembolleri



Şekil 3.3. Değer Akış Haritalama Uygulama Süreci

### 3.1.2. Değer akış haritalama metodu aşamaları

Değer akış haritalama üç adımda gerçekleşmektedir. Bunlar;

- Mevcut durum haritasının incelenmesi
- Mevcut durumun nasıl iyileştirileceğine karar verilmesi
- Gelecek durum haritasının çizilmesi

#### 4. FORKLİFT MONTAJINDA DEĞER AKIŞ HARİTALAMA UYGULAMASI

Çalışmanın bu kısmında forklift imalatı yapan bir işletmede yapılan uygulamalar hakkında bilgiler verilmektedir.

##### 4.1. Uygulamanın Yapıldığı Firmanın Tanımı

Uygulama yapılan firma, Türkiye’de az sayıdaki forklift üreticilerinden biridir. Yerli ve milli üretim anlayışıyla ürettiği forklift çeşitlerini dünya pazarına sunmaktadır. Firma, alanında uzman personel kadrosu, yerli hammaddeye öncelik veren üretim anlayışı, kaliteli ekipman ve malzeme kullanımı, devamlı ARGE ve ileri teknoloji çalışmalarıyla dikkat çekmektedir.

Her geçen gün üretim kapasitesini ve istihdamını arttıran bu işletme Avusturya, Ukrayna, Almanya, Azerbaycan, İran, Dubai, Mısır, Sudan, Nijerya, Libya, Bulgaristan, Rusya ve Fas gibi dünya'nın birçok farklı bölgesine ihracat yaparak ülke ekonomisine katkı sağlamakta ve dünya markası olma yolunda emin adımlarla ilerlemektedir.



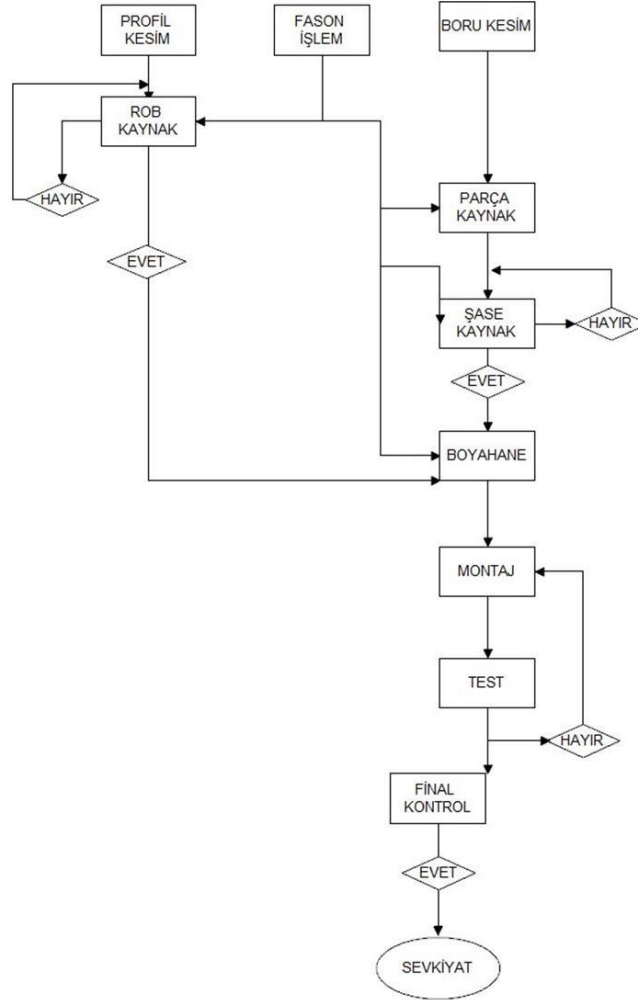
Şekil 4.1. Üretim alanı yerleşim planı

##### 4.2. Forklift Üretim Aşamaları

Forklift montajı; kaynak, boya, montaj üç ana prosesinden geçerek tamamlanmaktadır. Kaynak prosesi; forklift iskeletinin oluştuğu aşamadır. Bu aşamada

malzemeler ağırlıklı olarak fason temin edilmektedir. Bu yüzden sipariş süreci önem kazanmaktadır. Boya prosesi; forklift parçalarının boyandığı aşamadır. Çoğunlukla bekleme süresi oluşturmaktadır. Montaj prosesi; forkliftin baştan sona oluştuğu ve tamamlandığı prosestir.

Bu çalışmada montaj hattının iyileştirilmesi gerektiği belirlenmiştir.



Şekil 4.2. Forklift Üretim İş Akışı

#### 4.2.1. Montaj hattı prosesi

#### 4.2.2. İstasyon 1

Bu istasyonda şase ve motor, montaj hattına vinç ile getirilir. Motor sandıktan yarıcırcır kullanılarak çıkarılır. Şanzıman sandığı fleksle kesilip açılır. Cırcırla şanzımanın sandıkla olan bağlantısı çözülür. Şanzıman vinçle kutudan çıkarılır. Tork sacı kapağı yıldız tornavidayla çözülüp dış vidaların sıkılıp sıkılmadığı kontrolü yapılır.

Şanzıman motorla birleşecek şekilde sehpa üzerine konulur. Yaylı rondelayla birleştirilip üzerine diş sabitleyici sıvı dökerek lokmayla şanzıman motor bağlantısı yapılır ve tekrar sıkılır. Tork motora sabitlenir. Tork sacı tekrar yerine takılır. Yancircır kullanılarak hidrolik pompa yuvası açılır. Motorun üstünde gelen cıvatasıyla hidrolik pompanın yerine takılır. Nipele sızdırmazlık sıvısı sıkılarak hidrolik pompadaki yerine açık ağız anahtar kullanılarak sıkılır. 32mm emiş rekoruna sızdırmazlık sıvısı sıkılarak hidrolik pompadaki yerine takılır. Gaz teli motor üzerindeki gaz keleşbeği üzerine takılır, gaz teli sabitleme pimi takılır. Hava tabancasıyla ön dingilin üzerindeki aks vidaları gevşetilir. Vinç ile ön diferansiyel şanzımanın ön kısmına getirilip hava tutulup balata spreyle temizlenir. Dingil göbeğine sıvı conta sıkılıp üzerine yeşil diferansiyel conta konulup tekrar sıvı conta sürülür. Aks başı vidaları üzerine diş sabitleyici sıkılarak hava tabancasıyla sıkılır. Sıkılan kontrol edilen yerlere tik işareti konulur. Vinç ile motor şanzıman taşınıp şaseye konulur. Keplere diş sabitleme sıkılıp keplerin yerine alyan ve lokma kullanılarak hava tabancasıyla sıkılır. Motor takozları motor kulaklarına yerleştirilir ve motorun üstüne oturtulup 17 lokma ve anahtarla sıkılır. Cıvata arka diferansiyele takılır ve 2 adet dingil takozu takılır. Arka dingil vinç ile şase üzerindeki yerine konularak lokma ile sıkılarak yerine takılır.

#### 4.2.3. İstasyon 2-3

Spatulayla depo içi sürtülür. Süpürge ile çekilip tinerli bez yardımıyla depo içi temizlenir, kurulanır. Depo içinden filtresi takılır. Depo kapağının olduğu yere sıvı conta sürülür ardından yeşil conta üzerine konulur ve tekrar sıvı conta sürülür. Yağ depo kapağı yerine oturtulur. Mazot deposu için de yağ deposunda yapılan temizlik işleminin aynısı yapılır. Dişli kutusunun altındaki tapa alyanla sökölerek sızdırmazlık sıvısı sıkılıp yerine tekrar takılır, üst kısımdaki tapa açılarak yağ doldurulur. Motor yağ tapası açılarak yağ doldurulur. Depo kapağı etrafına sabunlu su sıkılıp deponun içine de hava tabancasıyla hava basılıp sızdırmazlık testi yapılır. Şanzıman üst kısmında yer alan pedal tıparaları sökölür, üzerlerine diş sabitleyici sıvı sıkılarak L demiri şanzımanın üstüne kapalı ağız anahtar kullanılarak takılır. L demirin üzerine demirle fren pedalları takılır, üzerinde bulunan cıvata cırcırla sıkılır. Fren boruları rekorla fren ana merkezine anahtar kullanarak bağlanır. L demiri pedal ayırma demirine kendi üzerindeki kilitli çatal ile bağlanır. Fren pedalının uzunluğu ayar cıvatasıyla ayarlanır. Kontraları sıkılır. Sabitleme aparatı pedal ayırma demirine kilitleme çatalıyla bağlanır. El fren telleri ön

demirin içinden geçirilip, el fren kol mekanizmasının üzerindeki tel geçme aparatı sökülüp, aparata teller takılıp, aparat tekrar mekanizmaya takılır. Anahtarla el fren telleri sıkılır. M14-16 rekorlar şanzımanın üstündeki yerlere takılıp cırcırla sıkılır. Arka dingil rekorları yerine bağlanıp anahtarla sıkılır. Radyatör üst hortumunun uçları 10 cm kesilerek radyatör ve motor arasındaki bağlantı oluşturulur. Egzoz manifoldunun cıvataları sökülerek egzoz borusu takılıp cıvatalar anahtarla sıkılır. Motorun üstündeki yakıt giriş çıkış tapaları kargaburnuyla sökülür. Çıkış hortumu yerine takılıp sıkılır. Hortumlar birbirine cırt kelepçeyle bağlanıp toplu durması sağlanır. Yakıt hortumları birbirine cırtlanarak şamandıranın üzerinde bulunan borulara kelepçe kullanılarak tornavida ile sıkılır. Arka bijonlar lokma hava tabancası kullanılarak sökülür tekerler yerine takılıp bijonlar tekrar sıkılır. Lokma hava tabancası kullanarak ön teker bijonları sökülüp tekerlek yerine takılıp bijonları tekrar sıkılır. Tekerin iç kısmında bulunan fren ayar tapaları tornavida ile sökülüp gerekli fren ayarı yapıp tapalar tekrar yerine takılır. Fren merkezindeki mil ileri çevrilerek boşluğu alınıp ayarı yapılır. Frenler pompalanırken teker iç tarafındaki cıvata anahtarla sıkılarak ayarı yapılır. Fren üst merkezindeki mil anahtarla kontrası sıkılarak sertlik ayarı yapılır. Yapılan işlemlerin genel kontrolü yapıp makine bir sonraki montaj hattına teslim edilir.

#### 4.2.4. İstasyon 4

Yakıt havalandırma hortumu ve asansör geri dönüş hortumu depodaki yerlerine kelepçe kullanarak tornavidayla takılır. Orbitrol geri dönüş hortumu hidrolik yağ deposundaki yerine takılır. 3 yollu valf kumanda sehpa üzerindeki yerlerine havalı yan cırcır lokma kullanılarak sıkılır. Ön demire öncelik valfi lokma ile monte edilir. Orbitrol ön demire lokma havalı yan cırcır ile sıkılır. Tilt silindiri üzerindeki tıplar sökülüp, içi temizlenip, hava tutulup kontrolü yapılır. Dirseğe sızdırmazlık sıvısı sıkılarak çıkarılan tıpların olduğu yere takıp anahtarla sıkılır. Şasenin üstündeki tilt bağlantı yerine kılavuz yenilemesi yapılır. Tilt silindirlerin bağlanacağı pim yuvalarına gres spreyi sıkılır daha sonra tilt silindiri yerine oturtulup pimleri lokmayla sıkılır. İngiliz anahtarı ve anahtar kullanılarak pompadan öncelik valfine giden basınç hortumu yönü düzeltilip yerine takılır ve sıkılır. Öncelik valfinden kumanda valfine giden yağlama hortumu anahtarla sıkılır. Direksiyon arka dingil hortumları orbitrole bağlanıp anahtarla sıkılır. Öncelik valfinden orbitrole giden yağ giriş hortumu anahtarla takılır. Ana basınç tahliye hortumu orbitrolden öncelik valfine takılıp anahtarla sıkılır. Valflerin tıpları çıkarılır.

Tilt silindir hortumları yerlerinden geçirilerek bağlanıp T kolları birleştirilir. Valfe döner dirsek lokmayla takılır ve dirseğe yağ giriş hortumu takılır. Dirseklerin birisine yukarı aşağı asansör hortumu, ikisine tilt silindir hortumu ve kalan ikisine de kaydırma hortumu takılır. Tilt hortumları cırt kelepçeyle toplanır. Hortumlar tilt üzerine dirsekler sıkılır. Hortumlar topanır.

#### **4.2.5. İstasyon 5**

Rob vinç kullanılarak şasenin üstüne oturtulur. Cıvata, pul ve somun lokma hava tabancasıyla şase üstündeki bağlantılı yerlere sıkılır. Rondela ve geniş pul lokmayla ön demirlere sabitlenir. Direksiyon sustalısı direksiyon rob bağlantı yerine takılır. Ön ve arka hortumlar toplanır. Hava filtresi I sacı bağlantısı vida, hava filtresi kelepçesi ve kelepçe sabitlenir. Hava filtresinin üst kısmına, hava filtresi L sacı takılır. El freni bağlantı vidaları sıkılır. Rob arka demiri üzerine; zıпка, flanşlı somun kullanılarak küçük menteşe sıkılır. Çekiçle yerine oturtulur. Kaput yerine oturtulup büyük menteşe vidaları takılır. Kaput takozları (2 adet) kaputun ön kısmına takılır. Kaput amortisörü yerine takılır. Çekiçle kaputun ayarı yapılır. Depo fiberine mazot koyulup depo kapağı takılır. Kumanda sehpa ayarı yapılır. Kumanda kolu, kol körüğü ve topuzu takılır. Geri dönüş hortumu, direksiyon ve ağırlık körleme kapak sacı takılır. Ağırlık vinç ve halat kullanılarak şase üstündeki yerine konulur. Ağırlık çeki demiri yerine takılır. Radyatör süngeri rob arka bacaklarına yapıştırılıp şaseye monte edilir.

#### **4.2.6. İstasyon 6**

Şasenin elektrik tesisatı bağlantısı yapılır. Mazot şamandırması bağlantısı yapılır. Marş dinamosuna akünün bağlantısı yapılır. Fren müşürü fren pedalının altına takılır. Yürüyüş selenoidi bağlantısı yapılır daha sonra yağ müşürü kablosu motorun alt kısmında bulunan yağ müşürüne takılır. Stop selenoidi bağlantısı yapılır. Hava ısıtıcısı bağlantısı yapılır. Akü şaseye sabitlenir. Direksiyona kollar ve gösterge paneli takılır. Akü sehпасı yerine oturtulur. Sinyal lambaları takılır. Fren müşürü ve arka lamba kontrolleri yapılır. Mazot pompalanıp forklift çalıştırılır.

#### **4.2.7. İstasyon 7**

Asansör vince takılıp ön hazırlık başlar. Kepler dingilin üstüne konur. Kaydırma hortumunun rakoru ayarlanır. Asansör vinçle makinenin üstüne yerleştirilip, asansör tilt silindiri bağlanır. Asansör tam ortalanır ve sabitlenir. Kaldırma hortumu hidrolikten gelen hortumla birleştirilir. Kaydırma tablası asansöre sabitlenir. Rampada işi biten forklift rampadan indirilip düz zemine konulur. Geri dönüş hortum uçları birbirlerine geçirilerek takılır. Kaldırma hortumu plastik kelepçeyle tablaya sabitlenir. Çatallar yerine getirilip asansör yerden biraz yükseltilir ve tapa yerine takılır. Asansör tamamen gres yağı ile yağlanır. Gres pompasıyla asansör fren pedalı ve arka dingil yağlanır. Arka sacı takmak için yer açılır. Ayak basma sacı ve gaz teli sıkılır. Gaz teli ayak basma sacına sabitlenir. Son olarak forklift kalite kontrole teslim edilir.

### 4.3. Ürün Aile Seçimi

Ürün üretim sürecinde, hangi sürecin analiz edilmesi gerektiği belirlenirken forklift firmasıyla görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmeler sonucunda kayıpların yüksek olduğu ve geliştirilebilme potansiyeli olduğu için montaj hattı tercih edilmiştir.

Firmada forkliftler dizel ve elektrikli olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Uygulama için elektrikli forklift seçilmiştir. Forklift; valf, batarya, kabin, asansör, dijital gösterge, direksiyon, kumanda sistemi ve koltuktan oluşmaktadır.



Şekil 4.3. Forklift

### 4.4. Mevcut Durum Haritalandırılması

DAH yönteminin uygulanabilmesi için işletme içerisinde detaylı bir süreç analizi çalışması yapılmıştır. Ürün ailesi olarak seçilmiş bölüm olan montaj prosesi baştan sona doğru incelenmiştir.

Uygulama yapılan işletmede ayda 20 işgünü, yılda 240 iş günü çalışılmaktadır. Bu işletmede tek vardiya çalışma sistemi tercih edilmiştir. Bir işgünü saat 08.00'da başlamakta olup, 18.00'de sona ermektedir. Bir işgünü 10 saat sürmektedir. 10 saatlik çalışma süresinin 1 saati öğle yemeği molasıdır. Ayrıca, gün içinde iki kere olmak üzere 15'er dakikalık çay molası verilmektedir. Bu bilgilerle beraber, toplam çalışma süresi ve net çalışma süresi aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\text{Toplam Çalışma Süresi} = 10 \text{ sa/gün} \times 60 \text{ dk/sa} \times 60 \text{ sn/dk} = \mathbf{36.000 \text{ sn/gün}}$$

$$\text{Net Çalışma Süresi} = 10 - 1 - 2 \times 0,15 = 8,5 \text{ sa/gün}$$

$$\text{Net Çalışma Süresi} = 8,5 \text{ sa/gün} \times 60 \text{ dk/sa} \times 60 \text{ sn/dk} = \mathbf{30.600 \text{ sn/gün}}$$

İşletme net çalışma süresi hesaplamasından sonra, müşteri günlük talep hesabı yapılmıştır. Bu amaçla, işletmenin 2023 yılı satış miktarları ay bazında incelenmiş ve Çizelge 4.1'de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Aylık müşteri satış verileri

Aylar	Satış Miktarı (adet/ay)	Aylar	Satış Miktarı (adet/ay)
Ocak	12	Temmuz	10
Şubat	10	Ağustos	12
Mart	11	Eylül	14
Nisan	11	Ekim	13
Mayıs	12	Kasım	10
Haziran	8	Aralık	9
		<b>TOPLAM</b>	<b>132</b>

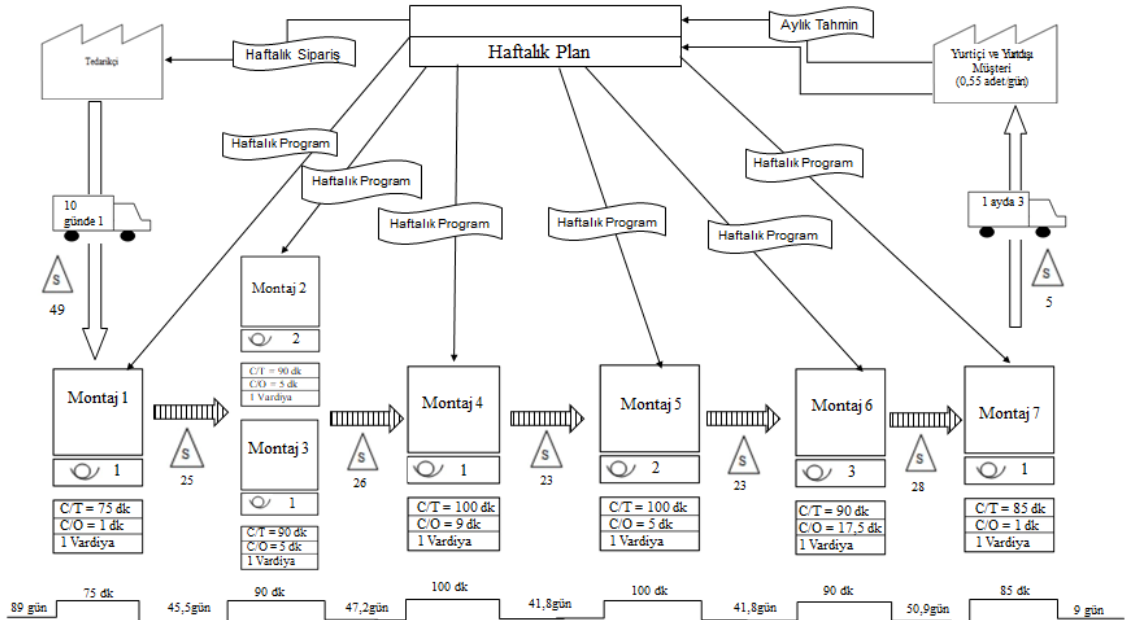
Çizelge 4.1'e göre işletmenin 2023 yılı toplam satış miktarı 132 adettir. İşletme yılda 240 gün çalışmaktadır. Buna göre;

**Günlük Talep** =  $132/240 = 0,55$  adet/gün'dür. Buna göre;  
**Takt Süresi** =  $30.600$  saniye /  $0,55$  adet =  $55636$  saniye/adet

Çizelge 4.2. Süreç parametre değerleri

Bölüm	Çalışan Sayısı	Çevrim Süresi(dk)	Bekleme Süresi(dk)
Montaj 1	1	75	1
Montaj 2	2	90	5
Montaj 3	1	90	5
Montaj 4	1	100	9
Montaj 5	2	100	5
Montaj 6	3	90	17,5
Montaj 7	1	85	1

İşletme tek vardiya çalışmaktadır. Montaj hatları arasında itme sistemi uygulanmaktadır. Mevcut durum haritası aşağıdaki gibidir;



Şekil 4.4. Mevcut Durum Haritası

Mevcut durum haritasından çıkarılan değer katan süre ve akış süresi incelendiğinde 540 dakikalık ürüne değer katan süre bulunmaktadır. Bununla birlikte akış sürecinde toplam 468.288 dakikalık bir değer katmayan süre bulunmaktadır. Bu verilerden yola çıkarak değer akışının %99,8'i ürüne değer katmayan faaliyetlerden meydana gelmektedir. Oluşturulacak gelecek durum haritasında amaç, ürüne değer katmayan faaliyetlerin azaltılması/ortadan kaldırılması olmalıdır.

Mevcut yerleşimde montaj hatları arasında parça bekleme süreleri çok uzun olduğu için değer katmayan süre ciddi derecede fazladır. Bu süre, akış süresine olumsuz olarak etki etmektedir.

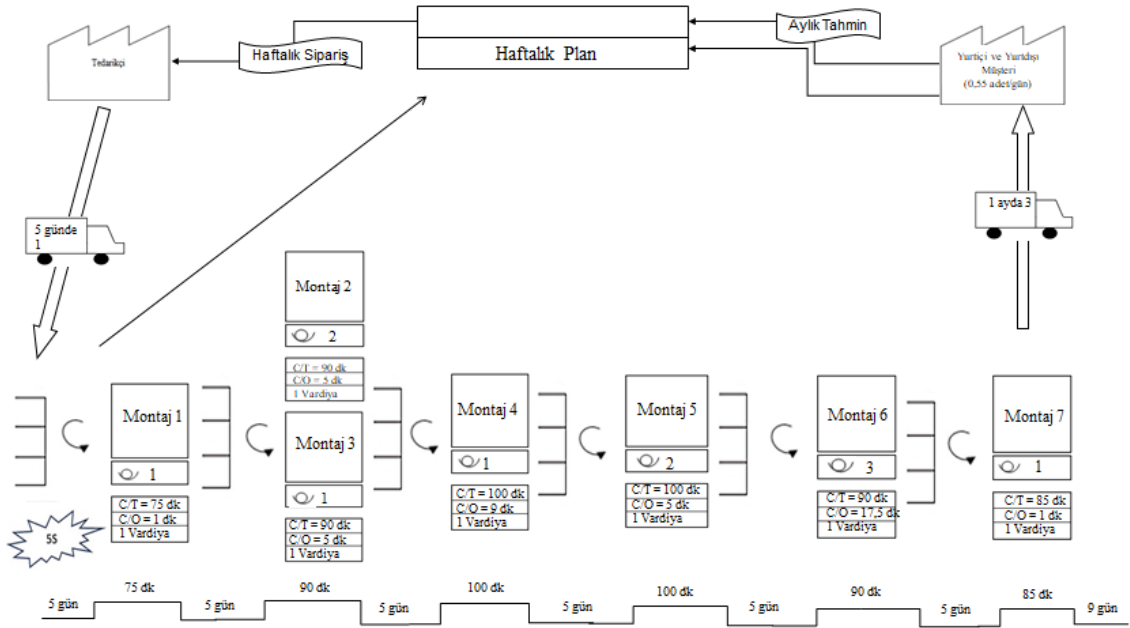
Bununla birlikte mevcut durum haritasından çıkarılan diğer bir sonuç ise, montaj hattı çevrim sürelerinin akış süresini ciddi bir şekilde etkilediğidir.

#### **4.5. Gelecek Durum Haritalandırılması**

Montaj hattı incelenen ve DAH uygulanan işletmede mevcut durum haritası referans alınarak ve genel olarak işletmedeki üretim süreci incelenerek aşağıdaki genel değerlendirilmeler bulunmuştur:

1. İmalat süreçleri arasındaki ara stok miktarının fazla olmasının temel nedeni, süreçler arasında parça aktarma parti büyüklüklerinin fazla olmasıdır.
2. Mevcut durumda, tedarikçiden malzeme sevkiyatı 10 günde 1 defa yapılmaktadır. Malzeme tedarikçileri işletmeyle aynı şehirde bulunmaktadır ve daha sık sevkiyat yapılabilme olanağına sahiptirler. Bu yüzden, tedarikçiden malzeme sevkiyatı sıklığı arttırılmalıdır.

Yukarıdaki tespitler doğrultusunda gelecek durum haritası hazırlanmıştır.



Şekil 4.5. Gelecek Durum Haritası

Mevcut durum haritasındaki tedarik süreci 10 günde 1'den, 5 günde 1'e düşürülmüştür. Aynı zamanda parça bekleme süreleri, esneklik ve tepki süresine ilişkin yüksek talepler olması durumunda kolay tepki verebilmesi için her istasyon başına süpermarket eklemeleri yapılmıştır.

Değer akışının gelecek durumunda ürüne değer katmayan faaliyetler toplamda 56.160 dakikaya düşürülmüştür. Gelecek durum haritasında ürüne değer katan süre hala 540 dakikadır. Bu verilerden yola çıkarak toplam 468.828 dakika olan akış süresi, 56.700 dakikaya düşürülmüştür. Bu durumda akış süresi %87,9 oranında kısılacaktır.

#### 4.6. Planlama ve Uygulama

Mevcut durum ve gelecek durum haritaları incelenerek, ulaşılan bulgu ve verilere göre aşağıdaki değerlendirmelere varılmıştır:

- Tedarikçilerin malzeme sevkiyatının 10 günde 1'den 5 günde 1'e indirilmesi önerilmiştir. Böylece daha sık sevkiyat sağlanıp, yarı mamul yığılması önlenecektir.
- Montaj hattında her istasyon başına süpermarket yerleştirilmesi önerilmektedir. İstasyon başlarına süpermarket eklenmesi parça bekleme sürelerini azaltacağı

gibi, montaj 2 ve montaj 3 paralel hatlar olduğu için bölünen malzeme akışını daha kolay hale getirecektir.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Gelişen ve değişen dünyada firmalar arasındaki rekabet teknoloji geliştikçe ve gün geçtikçe daha zor hale gelmektedir. Firmaların, buldukları pazarda varlıklarını sürdürebilmeleri için kendilerini yenilemeleri, geliştirmeleri ve teknolojiye ayak uydurmaları gerekmektedir. Bunları yaparken maliyetler de önem kazanmaktadır. Az maliyetle yapılan gelişmeler de düşünülenden daha çok fayda sağlayabilmektedir.

Yalın üretim teknikleri kalite, maliyet ve performans olarak iyileşmeyi hedefleyen firmaların sık kullandığı tekniklerdir. Bu çalışmanın uygulama kısmında; yalın üretime geçiş sürecinde ve israfların belirlenmesinde etkili bir yöntem olan değer akış haritalama yönteminden yararlanılmıştır.

### 5.1. Sonuçlar

Firmada uzmanlarca yapılan çalışmalar ve değerlendirmeler sonucunda, firmada en çok zaman harcanan ve israfın fazla olduğu hattın montaj hattı olduğu belirlenmiştir. Araştırmalar ve edinilen veriler sonucunda montaj hattının bir mevcut durum haritası çizilmiştir. Çizilen mevcut durum haritasında parça bekleme sürelerine önem verilmiştir. Hazırlanan mevcut durum haritasına göre işletmenin mevcut değer akış süresi 468.828 dakikadır. Bu süre, üretim süreci ve kaynakları bakımından yalın üretim amaçlayan işletme için fazlaca uzun bir süredir. Bu süre, gelecek durum haritası oluşturulmasıyla beraber 56.700 dakikaya düşürülmüş ve %87,9 oranında bir iyileştirme sağlanmıştır. Ayrıca tedarik zinciri süreçlerinin sıklaştırılması, stok yönetimi ve iç lojistik sistemlerinin geliştirilmesiyle ilgili öneriler sunulmuştur. Bu bulgular, forklift üretimi gibi kompleks süreçlerde yalın üretim uygulamalarının başarılı olabileceğini ortaya koymaktadır.

### 5.2. Öneriler

Uygulamanın yapılmış olduğu firmada, elde edilen bilgiler ışığında, çizilen mevcut durum haritasıyla beraber aşağıdaki bazı öneriler sunulmuştur:

- 1. İstasyonların Birleştirilmesi ve Dengeleme:** Montaj hattında çevrim süreleri benzer olan istasyonların birleştirilmesi önerilmektedir. Çalışmanın verilerine göre montaj istasyonları arasında çevrim

sürelerinde önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Bu durum, montaj hattının dengesiz çalışmasına ve bazı istasyonlarda bekleme sürelerinin artmasına neden olmuştur. Benzer çevrim süresine sahip istasyonlar birleştirildiğinde iş akışı daha dengeli hale gelecek, böylece montaj hattında darboğazların oluşması önlenecektir. Bununla birlikte, işgücü ve ekipman kullanımında da daha etkin bir yapı sağlanmış olacaktır.

2. **İç Lojistik Sistemi ve Otomasyonun Geliştirilmesi:** Ürünlerin montaj hattı boyunca taşınmasında yaşanan gecikmeleri ve bekleme sürelerini azaltmak için bir iç lojistik tasarımının geliştirilmesi gerekmektedir. İç lojistik süreçlerinin manuel işlemler yerine otomatik sistemlerle desteklenmesi, üretim akışını hızlandıracak ve ürünlerin doğru zamanda doğru istasyona ulaşmasını sağlayacaktır. Otomatik taşıma sistemleri veya konveyör bantlar, bu süreçlerde etkin bir çözüm olarak düşünülebilir. Ayrıca, montaj hattında kullanılan parçaların taşınması için bir lojistik uzmanın istihdam edilmesi de sürecin profesyonel olarak yönetilmesini ve lojistik aksaklıkların minimuma indirilmesini sağlayacaktır.
3. **Süpermarket Sistemi Kurulması:** Montaj hattındaki her istasyona bir "süpermarket" sistemi kurulması önerilmektedir. Süpermarket sistemi, parçaların istasyon başlarında stoklanmasını ve bu sayede montaj hattındaki bekleme sürelerinin azaltılmasını hedeflemektedir. Her istasyonda gerekli olan parçalar bu sistemle istasyon başlarında hazır bulundurulacak, montaj sürecindeki parça bekleme süreleri kısaltılacak ve montaj hattının verimliliği artacaktır. Süpermarket sistemi ayrıca, üretim hattı boyunca stok seviyelerinin daha etkin yönetilmesine ve gereksiz stok birikimlerinin önlenmesine katkıda bulunacaktır.
4. **Tedarik Süreçlerinin Sıklığının Arttırılması:** Tedarik zincirindeki malzeme sevkiyat sıklığının artırılması, üretim sürecinde esnekliği ve stok kontrolünü iyileştirecektir. Mevcut tedarik sürecinde malzeme sevkiyatı 10 günde bir yapılmaktadır, ancak tedarikçilerin işletmeye yakın bir konumda bulunması daha sık sevkiyat yapılmasını mümkün kılmaktadır. Sevkiyat sıklığının 5 günde bir olacak şekilde artırılması önerilmektedir. Bu sayede ara stok seviyeleri azaltılacak ve daha hızlı reaksiyon süreleri elde edilerek, üretim hattının malzeme bekleme

süreleri düşürülecektir. Böylece stok maliyetleri azalacak ve üretim sürekliliği sağlanacaktır.

- 5. Montaj Hattında Ergonomik İyileşmeler:** Montaj hattında çalışanların verimliliğini ve iş güvenliğini artırmak amacıyla ergonomik iyileştirmeler yapılabilir. Özellikle ağır parçaların taşınmasında otomatik veya yarı otomatik kaldırma sistemlerinin devreye sokulması, iş kazalarını önleyecek ve çalışanların performansını artıracaktır. Ayrıca, her istasyonun iş gereksinimlerine uygun düzenlenmesi ve çalışanlara ergonomik ekipmanların sağlanması, çalışan memnuniyetini artırarak üretim hızını olumlu yönde etkileyecektir.
- 6. Montaj Hattı Optimizasyonu için Eğitim Programları:** Montaj hattındaki çalışanların süreç optimizasyonu ve yalın üretim teknikleri konusunda düzenli eğitim programlarına tabi tutulması önerilmektedir. Yalın üretim yöntemlerinin etkin bir şekilde uygulanabilmesi için çalışanların bu konularda bilinçli ve yetkin olmaları gerekmektedir. Eğitim programları sayesinde çalışanlar israfı minimize etme, üretim süreçlerini iyileştirme ve süreç verimliliğini artırma konusunda bilgi ve beceri kazanacaklardır.
- 7. Sürekli İyileştirme (Kaizen) Yaklaşımının Benimsenmesi:** Yalın üretim anlayışının önemli bir parçası olan Kaizen, sürekli iyileştirmeyi hedeflemektedir. Bu doğrultuda, işletmenin her seviyesinde küçük ama sürekli iyileştirme projeleri yürütülmelidir. Kaizen yaklaşımı ile montaj hattında sıkça karşılaşılan sorunlar daha hızlı çözülebilir ve süreçler daha etkin bir şekilde optimize edilebilir. Özellikle çalışanların sürece dahil edilmesi ve önerilerinin alınması, iyileştirme faaliyetlerinde etkin sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır.

## 6. KAYNAKLAR

- Arunagiri, P., & Gnanavelbabu, A. (2014). Identification of major lean production waste in automobile industries using weighted average method. *Procedia Engineering*, 97, 2167–2175.
- Chikwendu Okpala, C., Constance Obiuto, N., & Chijioke Elijah, O. (n.d.-a). *Lean Production System Implementation in an Original Equipment Manufacturing Company: Benefits, Challenges, and Critical Success Factors*.
- Chikwendu Okpala, C., Constance Obiuto, N., & Chijioke Elijah, O. (n.d.-b). *Lean Production System Implementation in an Original Equipment Manufacturing Company: Benefits, Challenges, and Critical Success Factors*.
- Coşkun, E. *Değer Akış Haritalama ve Ayakkabı Yan Sanayisinde Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Karabük Üniversitesi, 2023*.
- Deshkar, A., Kamle, S., Giri, J., & Korde, V. (2018). Design and evaluation of a Lean Manufacturing framework using Value Stream Mapping (VSM) for a plastic bag manufacturing unit. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 7668–7677.
- Dudek-Burlikowska, M. (2009). *The Poka-Yoke method as an improving quality tool of operations in the process of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*.
- García-Alcaraz, J. L., Oropesa-Vento, M., & Maldonado-Macías, A. A. (2017). *Kaizen and Lean Manufacturing* (pp. 1–21).
- Htun, A., & Khaing, C. C. (n.d.). *Lean Manufacturing, Just in Time and Kanban of Toyota Production System (TPS)*.
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 662–673.
- Panwar, A., Nepal, B. P., Jain, R., & Rathore, A. P. S. (2015). On the adoption of lean manufacturing principles in process industries. *Production Planning and Control*, 26(7), 564–587.
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2017). 5S – a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. In *International Journal of Quality and Reliability Management* (Vol. 34, Issue 3, pp. 334–361). Emerald Group Publishing Ltd.
- Renteria-Marquez, I. A., Almeraz, C. N., Tseng, T. L. B., & Renteria, A. (2020). A Heijunka Study for Automotive Assembly Using Discrete-Event Simulation: A Case Study. *Proceedings - Winter Simulation Conference, 2020-December*, 1641–1651.

- Sahaya, N., & Anusaen, S. (n.d.). *Defect Reduction With 8 Muda Concepts in The Throttle Valve Manufacturing of ABC Company*.
- Smith A, T. Y. (2015). Lean Thinking: An Overview. *Industrial Engineering and Management*, 04(02).
- Soliman, M. H. A. (2020). The Toyota Way to Effective Strategy Deployment: How Organizations Can Focus Energy on Key Priorities Through Hoshin Kanri to Achieve the Business Goals. *Journal of Operations and Strategic Planning*, 3(2), 132–158.
- Tekin, M., Arslandere, M., Etlioğlu, M., Koyuncuoğlu, Ö., & Tekin, E. (2019). An Application of SMED and Jidoka in Lean Production. In *Proceedings of the International Symposium for Production Research 2018* (pp. 530–545). Springer International Publishing.
- Wakode, R. B., Raut, L. P., Talmale, P., & Steels Pvt Ltd, B. (2015). Overview on Kanban Methodology and its Implementation Student 2 Assistant Professor 3 Production Manager 1,2 Department of Mechanical Engineering. In *IJSRD-International Journal for Scientific Research & Development/* (Vol. 3).