

**T.C.  
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE SİMÜLASYON  
BÜTÜNLEŞİK DEĞER AKIŞ HARİTALAMA  
UYGULAMASI**

**Hazırlayan  
Muhammet KAHRIMAN**

**Danışman  
Yrd. Doç. Dr. Pınar Zarif TAPKAN**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Mayıs 2013  
KAYSERİ**



**T.C.  
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE SİMÜLASYON  
BÜTÜNLEŞİK DEĞER AKIŞ HARİTALAMA  
UYGULAMASI**

**Hazırlayan  
Muhammet KAHRIMAN**

**Danışman  
Yrd. Doç. Dr. Pınar Zarif TAPKAN**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Mayıs 2013  
KAYSERİ**

## **BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK**

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Muhammet KAHRIMAN

## **YÖNERGEYE UYGUNLUK**

“Otomotiv Endüstrisinde Simülasyon Bütünleşik Değer Akış Haritalama Uygulaması”  
adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma  
Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Danışman

Muhammet KAHRIMAN

Yrd. Doç. Dr. Pınar Zarif TAPKAN

Endüstri Mühendisliği ABD Başkanı

Doç. Dr. Mithat ZEYDAN


## ONAY SAYFASI

Yrd. Doç. Dr. Pınar Zarif TAPKAN danışmanlığında **Muhammet KAHRIMAN** tarafından hazırlanan “**Otomotiv Endüstrisinde Simülasyon Bütünleşik Değer Akış Haritalama Uygulaması**” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

06/06/2013

### JÜRİ:

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Pınar Zarif TAPKAN 

Üye : Doç. Dr. Emel Kızılkaya Aydoğan 

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hülya Behret 

### ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 07/06/2013 tarih ve 2013/25-31 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

07/06/2013  
  
Prof. Dr. Necmettin MARAŞLI  
Enstitü Müdürü

## TEŞEKKÜR

Endüstri Mühendisliği mesleğini sahada uygulamalarla sevdiren, tez konusunu seçerken bana farklı bakış akışı kazandıran ve kendimi geliştirme konusunda hayatıma yön veren saygıdeğer yöneticilerim Sayın Gülşah AYNEKİN'e ve Sayın Mustafa KONUK'a, uygulama çalışmasını yaparken görev yaptığım işletmede yaşadığım zorluklarda desteğini esirgemeyen, kişisel gelişimime yön veren, yardıma her ihtiyaç duyduğumda varlığını hissettirip bana destek olan, tez çalışmamın sonlanmasında bana emeği geçen ve yöneticilikten öte arkadaşlığını benden esirgemeyen saygıdeğer yöneticim Sayın Gülizar ERMİŞ'e, tez çalışmalarım boyunca beni yönlendiren, titizlikle çalışmalarımı inceleyip bildirimleriyle beni aydınlatan, değerli görüşleriyle hayatımda yeni ufuklar açan ve her konuda desteğini esirgemeyip çalışmamın sonlanmasına çok büyük katkı sağlayan danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Pınar Zarif TAPKAN'a ve kısıtlı bilgi dağarcığımin oluşmasında olumlu ve olumsuz örnek olarak katkı sağlayan tüm hocalarıma ve yöneticilerime sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Hayatımın her anında maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman benden esirgemediği gibi tez çalışmamda bana güvenerek destek veren canım annem ve babam başta olmak üzere tüm aileme, dostluklarını benden esirgemeyen ve benliğimin oluşmasına yardımcı olan tüm dostlarıma sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Muhammet KAHRIMAN

Kayseri, Mayıs 2013

# OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE SİMÜLASYON BÜTÜNLEŞİK DEĞER AKIŞ HARİTALAMA UYGULAMASI

**Muhammet KAHRIMAN**

**Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Yüksek Lisans Tezi, Mayıs 2013**

**Danışman: Yard. Doç. Dr. Pınar Zarif TAPKAN**

## KISA ÖZET

Günümüz rekabet ortamında işletmeler kendilerini öne geçireceğini düşündüğü her türlü verimlilik çalışmalarına önem vermektedir. İşletmeler sınırlı kaynakları, en iyi şekilde değerlendirerek, kendilerine düşük maliyetlerle yüksek katma değerler elde etmek istemektedirler. Değer kavramının büyük önem arz ettiği yalın üretim sistemi bu noktada ön plana çıkmıştır. İşletmeler yalın üretim sayesinde katma değerli işlere daha çok zaman ayırarak üretim akış sürecini azaltmak istemektedirler. Yapılan verimlilik çalışmalarında genelde ürün akışına odaklanılmakta, bilgi akışı göz ardı edilmektedir. Malzeme akışı ile bilgi akışını sentezleyerek süreçlerde meydana gelen israfların ortadan kaldırılması konusunda yalın üretim tekniklerinden Değer Akış Haritalama yöntemi kullanılmaktadır. Çalışmalarda bütün akış genelde göz önünde bulundurulmadan küçük bölümlerde iyileştirme yapılırken Değer Akış Haritalama çalışmalarında tüm süreçteki akışa bakılır ve bir süreçteki çalışmanın bir başka sürece olumsuz etkisi olup olmadığı araştırılarak çalışmaya yön verilir.

Çalışmada Değer Akış Haritalama tekniği kullanılarak malzeme ve bilgi akışının yalınlaştırılması, üretim akışının hızlanması hedeflenmiştir. Tüm endüstrilerde uygulanabilecek bu teknik, otomotiv yan sanayi firmasında yapılmış ve çalışmada malzeme ile bilgi akışı esas alınarak mevcut duruma ait analizler resmedilmiş, mevcutta oluşan israfları azaltarak üretim akış sürecini hızlandıracak şekilde simülasyon programına ait çıktılar doğrultusunda gelecek durum haritası çizilmiş ve iyileştirme noktaları belirlenerek çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Değer Akış Haritalama, Sürekli İyileştirme, Yalın Üretim, Simülasyon

# **APPLICATION OF SIMULATION INTEGRATED VALUE STREAM MAPPING IN AUTOMOTIVE INDUSRTY**

**Muhammet KAHRIMAN**

**Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences**

**M.Sc. Thesis, May 2013**

**Supervisor: Assist. Prof. Dr. Pınar Zarif TAPKAN**

## **ABSTRACT**

In today's competitive environment, factories concern on every kind of productivity studies that make them lead on this period. The factories want to use limited resources effectively and want to obtain high value-added products with lower costs. At this point, lean manufacturing system rising mean of value attract the attention. By lean manufacturing, factories want to decrease production flow times spending most of their time on value-added studies. Generally in productivity studies they focus on just material flow and disregard information flow. Value Stream Mapping which is one of the techniques of lean manufacturing, is used to synthesize information flows and material flows and to eliminate wastes between processes. While improvement is done without regard all of flow in studies, in Value Stream Mapping studies flow is watched in all process and research that a studies in process impress the other process negatively or not.

In this study we aim to decrease production flow by simplifying material flows and information flows. In this paper we studied in automotive supply industry and we draw map of current state focusing on material and information flows together and then we draw map of future state via using simulation application outputs.

**Keywords:** Value Stream Mapping, Continuous Improvement, Lean Manufacturing, Simulation

## KISALTMALAR VE SİMGELER

<b><u>Sembol</u></b>	<b><u>Anlamı</u></b>
<b>DAH</b>	Değer Akış Haritalama
<b>ABD</b>	Amerika Birleşik Devletleri
<b>WIP</b>	Ara Stok
<b>C/T</b>	Çevrim Süresi
<b>C/O</b>	Model Değişim Süresi
<b>EPE</b>	Her-Ürün-Her
<b>VA</b>	Katma Değerli Zaman
<b>NVA</b>	Katma Değeri Olmayan Zaman
<b>L/T</b>	Akış Süresi
<b>T/T</b>	Takt Zamanı
<b>FIFO</b>	İlk giren ilk çıkar

## İÇİNDEKİLER

### OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE SİMÜLASYON BÜTÜNLEŞİK DEĞER AKIŞ HARİTALAMA UYGULAMASI

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK .....	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	ii
ONAY SAYFASI .....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
TEŞEKKÜR.....	iv
KISA ÖZET .....	v
ABSTRACT.....	vi
KISALTMALAR VE SİMGELER.....	vii
İÇİNDEKİLER .....	viii
TABLO LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xii
<b>GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>

## 1. BÖLÜM

### GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. YALIN ÜRETİM VE ORTAYA ÇIKIŞI .....	5
1.2. DEĞER AKIŞI HARİTALAMA.....	6
1.2.1. Değer Akışı Çizilmesi.....	7
1.2.2. Değer Akış Haritalamada Kullanılan Semboller .....	8
1.3. LİTERATÜR ÇALIŞMASI.....	9

## 2. BÖLÜM

### YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. DEĞER AKIŞI HARİTALAMASI .....	12
2.2. MEVCUT DURUM HARİTASININ ÇİZİLMESİ .....	14
2.3. GELECEK DURUM HARİTASININ ÇİZİLMESİ .....	22
2.3.1. Aşırı Üretim .....	22
2.3.2. Takt Zamanı ile Çalışmak .....	24
2.3.3. Sürekli Akış Sistemi Kurmak.....	24
2.3.4. Tempo Ayarlayıcı Prosesin Bulunması .....	28
2.3.5. Yük Dengeleme Yapılması.....	29
2.3.6. Başlangıç Çekışı Oluşturmak .....	30
2.3.6. Tempo Ayarlayıcı Prosesten Önceki Proseslerde “Her Parça Her Gün” Üretim Yeteneği Geliştirmek.....	32

## 3. BÖLÜM

### UYGULAMA ÇALIŞMASI

3.1. Ürün Ailesinin Seçimi .....	35
3.2. Mevcut Durum Haritasının Çizilmesi .....	37
3.3. Mevcut Durum İyileştirme Noktaları.....	50
3.4. Gelecek Durum Haritasının Çizilmesi.....	54
3.5. İyileştirme Çalışmaları.....	63

## 4. BÖLÜM

### SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>74</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>76</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>80</b>

## TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1. İşletmede üretilen parça listesi.....	34
Tablo 3.2. Eylül 2012 itibariyle boyanan parça listesi.....	36
Tablo 3.3. Eylül 2013 itibariyle boyanacak parça listesi .....	37
Tablo 3.4. DAH hazırlık için gerekli veriler listesi.....	38
Tablo 3.5. Belirlenen senaryolarda istasyonlardaki çalışan sayısı.....	59
Tablo 3.6. OptQuest aracıyla yapılan optimizasyon çıktısı.....	60
Tablo 3.7. Process Analyzer aracıyla yapılan senaryo çıktıları .....	61
Tablo 3.8. Parçaların tamir alanındaki istasyonlarda bekleme süreleri .....	61
Tablo 4.1. Mevcut durum ve gelecek durum karşılaştırma tablosu .....	70

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1. Değer akış haritalama adımları [2] .....	8
Şekil 1.2. Malzeme akışı sembolleri [2] .....	8
Şekil 1.3. Bilgi akışı sembolleri [2] .....	9
Şekil 1.4. Genel Semboller [2] .....	9
Şekil 2.1. Müşteri ve bilgi kutusu sembolleri [2].....	15
Şekil 2.2. Proses kutusu sembolü [2] .....	15
Şekil 2.3. Stok sembolü [2].....	19
Şekil 2.4. Malzeme akışı itme sembolü.....	20
Şekil 2.5. Bilgi akışı ve elektronik bilgi akışı sembolleri [2].....	20
Şekil 2.6. Zaman eksenini sembolü [2].....	21
Şekil 2.7. Süpermarket çekme sistemi [2].....	26
Şekil 2.8. Süpermarket ve çekme sistemi sembolleri [2].....	27
Şekil 2.9. FIFO hattı örneği [2].....	28
Şekil 2.10. Yük dengeleme kutusu [2].....	30
Şekil 3.1. Seçilen ürüne ait ürün ağacı bilgisi.....	45
Şekil 3.2. Mevcut durum haritası.....	46
Şekil 3.3. Mevcut durum haritası iyileştirme noktaları.....	51
Şekil 3.4. Montaj ve tamir genel simülasyon ekran görüntüsü.....	55
Şekil 3.5. "Parçalar" alt modülü ekran görüntüsü.....	56

Şekil 3.6. “Tamir” alt modülü ekran görüntüsü .....	57
Şekil 3.7. “Montaj” alt modülü ekran görüntüsü .....	58
Şekil 3.8. “Kasalama” alt modülü ekran görüntüsü .....	59
Şekil 3.9. Gelecek durum haritası .....	62
Şekil 3.10. Önceki durum üretim alanı yerleşim planı .....	63
Şekil 3.11. Yeni durum üretim alanı yerleşim planı .....	64
Şekil 3.12. Önceki durum parça taşıma kasaları .....	65
Şekil 3.13. Yeni durum parça taşıma kasaları.....	65
Şekil 3.14. Önceki durum boyahane çalışma düzeni .....	66
Şekil 3.15. Yeni durum boyahane çalışma düzeni .....	67
Şekil 3.16. Önceki durum kapı çitası boyama askısı .....	68
Şekil 3.17. Yeni durum kapı çitası boyama askısı .....	68
Şekil 4.1. Boyahane kapasite arttırma planı.....	72

## GİRİŞ

Otomotiv sektörü ülkemiz için çok büyük önemi olan; ithalat ve ihracat olanakları sayesinde oldukça dinamik yapıya sahip bir sektördür. Sektörün bu dinamik yapısı, yaşanabilecek ekonomik krizlerden işletmelerin kısa sürede ve çok büyük ölçüde etkilenmesine neden olmaktadır. Oluşacak krizden ana sanayiler etkilendiği gibi tedarikçileri olarak nitelendirilen yan sanayi firmaları da olumsuz etkilenmektedir. Sektörün hızlı ve dinamik olması sebebiyle ayakta kalabilmek adına işletmelerin ana sanayilere ve endüstriye ayak uydurabilmesi gerekmektedir. Aksi durumlarda yan sanayilerin sektördeki rekabette ayakta durması söz konusu olmayacaktır.

Sektörde rekabet gücü günden güne artmaktadır. İşletmeler farklılaşmadığı sürece rekabet güçleri zayıflayacak ve yok olmaya başlayacaklardır. Bu sebeple işletmeler farklılaşmayı kendilerine ilke edinmeleri gerektiğinin farkında olup bu yönde çalışmalar yapmaktadırlar. Bu farklılaşmalar işletmelere özellikle maliyetlerde ciddi anlamda kazanımlar doğurmaktadır. Bununla birlikte işletmeler yüksek verimlerle daha az maliyetli ürünler ortaya koyarken kalite ve güvenlik konusunda asla taviz vermemelidir. Verilecek en küçük tavizler işletmenin bu rekabet ortamından silinmesine sebep olabilecektir. Bunun bilincinde olan işletmeler maliyet azaltma çalışmaları kapsamında çeşitli çalışmalar yapmaktadır. Verimlilik esasına dayalı çalışmalar arasında en etkin olan uygulamalar yalın üretim teknikleri sayesinde yapılmaktadır. Yalın üretim, menşei Japonya olan bir üretim sistemi olup Toyota üretim sistemi ve tam zamanında üretim olarak da bilinmektedir [1]. Temel mantığı müşteriye istediği ürünü, istediği miktarda, istediği yerde ve tam zamanında ulaştırmak olan bu sistem üretim akışı içerisinde yer alan gereksiz işlerin ortadan kaldırılmasına odaklanmaktadır [2].

Kelime anlamı sade, gösterişsiz yani temel amaca yönelik, zorunlu olmadıkça ek faaliyette bulunmayan asıl işleve yönelik demek olan yalın kavramı, düşünce ile birleştiğinde; faaliyete yönelirken bu faaliyetle ilgili gereksiz tüm hareket ve

düşüncelerden kaçınmayı, doğrudan asıl faaliyete yönelmeyi ve bu faaliyeti en kısa zamanda başarabilmeyi vurgulamaktadır [3].

Yalın üretim “en az kaynakla, en kısa zamanda, en ucuz ve hatasız üretimi, müşteri talebine de bire bir yanıt verebilecek şekilde, en az israfla (daha doğrusu israfsız) ve nihayet tüm üretim faktörlerini en esnek şekilde kullanıp, potansiyellerinin tümünden yararlanarak nasıl gerçekleştiririz?” arayışının sonucunda ortaya çıkan üretim şeklidir. Yalın üretim temel olarak verimlilikte istikrarlı bir ilerleme sağlamada, israfı önlemede ve bir imalat sisteminde mükemmelliği başarmak için iyi bir yol olarak gösterilmektedir [4].

Yalın üretim; yapısında hiçbir gereksiz unsur taşımayan ve hata, maliyet, stok, işçilik, geliştirme süreci, üretim alanı, fire, müşteri memnuniyetsizliği gibi unsurların en aza indirildiği üretim sistemi olarak tanımlanmaktadır [5]. Yalın üretimde müşterilerin istediği; sıfır hata, zamanında ve istedikleri miktarda üretimdir. Yalın üretimin kalite anlayışı; müşterinin bir mal veya hizmeti satın alırken bu mal veya hizmette var olduğunu ümit ettiği ve kullanım esnasında ihtiyaç duyacağı tüm beklentilerinin eksiksiz karşılanmasıdır. Özetle yalın üretim kalite anlayışına yeni boyutlar kazandırmıştır.

Yalın üretim, pazardan gelebilecek hedefleri anında karşılayabilmek için tepe yönetimden işçisine ve yan sanayicisine kadar herkesin çalışmasını bir bütün olarak birleştirir. Üretimin her düzeyinde çok yönlü eğitilmiş işçi ekipleri çalıştırılır ve yüksek derece esnekliği olan, otomasyon düzeyi yüksek makineler kullanılır. Diğer yandan sorumluluk firmanın organizasyon yapısının en alt kademelerine kadar itilir. Bu sorumluluk çalışanların kendi çalışmasını kontrol etme özgürlüğü anlamına gelir [6].

Seri üretim ile yalın üretim arasındaki en çarpıcı farklılık asıl amaçlarında yatmaktadır. Seri üreticiler kendilerine sınırlı bir hedef tayin ederler: “Yeterince iyi”. Bu da, azami sayıda, standardize edilmiş ürünler anlamına gelir. Daha iyisini yapmak, bu anlayışa göre çok pahalıya mal olacaktır veya insanın doğal yeteneklerini aşacaktır. Ancak yalın üretimde “Hep daha iyiye” gitme felsefesi bulunmaktadır. Kaliteli ürün üretmek, güvenilir süreçler elde etmek asla maliyet anlamına gelmeyeceği gibi kişilerden bağımsız olarak sürdürülür gelişme devam etmektedir.

İşletmelerin gelişimlerini sürekli hale getirebilmesi için iyileştirme yapacakları noktaları iyi belirlemeleri gerekmektedir. Bu sebeple müşterinin tam anlamıyla ne istediğini çok iyi bilmesi ve süreçlerini de buna göre şekillendirmesi gerekmektedir. Yapılan işlerin müşteri için önemli olan kısımları kesinlikle atlanmamalıdır; müşterinin önemsemediği ancak işletmeye maliyet getiren unsurları mümkün olduğunca minimum seviyeye düşürmelidir. Üretim süreçlerinde üç tip iş vardır. Bunlar şöyle kategorize edilebilir:

- a. Katma değerli iş,
- b. Gerekli ancak katma değersiz iş (yardımcı faaliyet),
- c. Katma değersiz iş (muda veya israf) [2].

Müşterinin tedarikçisinden üründe beklediği özellikleri yerine getirmesi için üründe yaptığı her türlü değişiklik faaliyeti **katma değerli iş** olarak adlandırılmaktadır. Müşterinin parasını vermeyi taahhüt ettiği her türlü işlem bu kategoride yerini almaktadır. Bunlara örnek olarak; enjeksiyon, delme, kesme, bükme, kurutma, boyama, kaplama, örme, dokuma, pres, kaynak, montaj gibi işlemler verilebilir.

Bazı zamanlarda işlerimizi sürdürebilmemiz için ürüne katma değeri olmadığı halde yapmak zorunda olduğumuz işlerimiz olabilmektedir. Ürüne herhangi bir katkı sağlamayıp yapılması zorunlu olan bu faaliyetler **yardımcı faaliyet** veya **gerekli ancak katma değersiz iş** olarak adlandırılmaktadır. Örneğin; kalıp değişimleri, makine ayarları, ince ayarlar, parçayı tezgâha bırakma, parçayı konveyörden alma, yasal zorunluluklar, iş sağlığı için gerekli adımlar gibi işlemler üründe herhangi bir değişiklik yapmayıp zorunlu olarak yapılması istenen işlemlerdir.

Yapılması gerekli olmayıp ürüne herhangi bir katkısı olmamakla beraber sadece işletme maliyetini artıran tüm gereksiz işlemler ise **katma değersiz iş** veya literatürde daha çok bilinen adıyla **muda/israf** olarak adlandırılmıştır. Gereksiz taşımalar, fazla üretim, hatalı üretim, onay bekleme, makine arızaları, tamir işlemleri, %100 kontrol işlemi, yanlış işi yapmak gibi işlemler bunlara örnek olarak verilebilir. Farkında olarak veya olmayarak yapılan israflar tüm işlemin neredeyse %90'ını oluşturmaktadır.

Yalın üretim sisteminde yaygın olarak kabul görmüş yedi israf şöyle sıralanabilir [7].

1. Fazla üretim,
2. Bekleme,
3. Taşıma,
4. Gereksiz işlemler,
5. Gereksiz hareket,
6. Kusurlar,
7. Envanter.

Yalın üretim sisteminde israf olarak yer alan kaynakların ortaya konması ve bunların tekrar oluşmayacak şekilde ortadan kaldırılması için kullanılan farklı teknikler bulunmaktadır. Bu israfların kaldırılması için kullanılan araçların altında yatan mantık, değer akışındaki israfları tanımlamak ve bunları kaldırmak veya en azından azaltmak için uygun rotalar bulmada, araştırmacı ve uygulayıcılara yardım etmektir. Bu amaçla kullanılan tekniklerden birisi Değer Akış Haritalama (DAH)'dır. DAH'da tek tek prosesler üzerinde değil büyük resim üzerinde çalışılarak sadece parçaları değil bütünü iyileştirmek hedeflenir. Eğer gerçekten bütüne bakar ve hammaddeden müşteriye tüm yollar izlenirse, birçok işletmeden ve firmadan geçen değer akışını takip etmek gerekecektir.

Bu çalışmada otomotiv yan sanayi olarak faaliyetlerini sürdüren bir işletmede yapılan DAH çalışmaları anlatılmıştır. Uygulama yapılması hedeflenen değer akışı hakkında bilgi verilerek konuyla ilgili önceki çalışmalara yer verilmiştir. Daha sonra mevcut değer akışı çiziminin nasıl yapılacağı ve gelecek durum çiziminde nelere dikkat edilmesi gerektiği hakkında bilgiler verilerek bölüm sonlandırılmıştır. Uygulama bölümünde anlatılan adımlar izlenerek işletmede sırasıyla pilot ürün seçimi, mevcut durum haritası, iyileştirme noktaları ve belirlenen iyileştirme noktaları doğrultusunda simülasyon programı araçlarından Process Analyzer yardımıyla yapılan çalışmalara yer verilmiştir. Son olarak simülasyon çıktıları ve yapılacak iyileştirme çalışmalarına göre gelecek durum haritası çizilerek yapılan uygulama çalışmaları sonlandırılmıştır. Çalışmanın sonuç bölümünde önceki durum ve gelecek durum haritasına göre yapılan çalışmalarla elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak bu bölüm sonlandırılmıştır. Çalışmanın son bölümünde ise genel çıkarımlar anlatılarak yapılması hedeflenen diğer çalışmalardan bahsedilerek tez çalışması sonlandırılmıştır.

# 1. BÖLÜM

## GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

### 1.1.YALIN ÜRETİM VE ORTAYA ÇIKIŞI

Yalın üretim, üretim süreçlerinde meydana gelen tüm gereksiz aşamaların ortadan kaldırılması, tüm aşamaların süreklilik arz eden bir akış içerisinde yayılması, işgücünün uzmanlığına göre fonksiyonlar arasında dağıtılması ve gelişme için sürekli bir çaba ile işletmelerin genel giderlerinin, harcanan zamanın, kullanılan araç-gerecin ve insan gücünün daha az kaynak kullanarak mal ve hizmet kalitesinde herhangi bir azalma yaşanmadan üretilmesi ve dağıtılması imkânına sahip olan üretim şeklidir. Bu şekilde üretim yapılması müşteri taleplerine karşı esnekliği artırmaktadır.

Yalın üretim sistemi, Toyota üretim sistemi veya tam zamanında üretim gibi isimlerle de anılan 1940'ların ikinci yarısından itibaren Japonya'da Toyota şirketinin öncülüğünde geliştirilerek 1980'lerde özellikle ABD'de yaygınlık kazanmış ve sonrasında Avrupa'ya da sıçramış tam zamanında üretim sistemlerinin kökenleri kitle üretimine getirilen eleştiriler ve üretim sisteminin eksikliklerine kadar inmektedir. 1950'lerin başında Toyota'da mühendis olarak görev alan Taiichi Ohno Toyota'nın Ford firmasını incelemek üzere Amerika'ya yaptığı gezisinde edindiği bilgilerin ışığında, Ford'un yüzyılın başlarından itibaren öncülük ettiği büyük partiler halinde üretimi temsil eden kitle üretim sisteminin Japonya için hiç de uygun olmadığını görmüş ve bunun üzerine yeni bir üretim ve yönetim anlayışının ilk adımlarının atılmasına yol açmıştır. Gezi sonrası yapılan tespite göre, kitle üretiminde her üretim faktörü olabildiğince fazla miktarda kullanılmakta, üretim pek çok gereksizlik ya da israf içermektedir. İsrafın kaynağı, sistemin aşırı bir iş bölümüne dayanması, yani gerek makineler gerekse işçilerin çoğu kez sadece tek bir ürün için tek bir operasyon gerçekleştirecek şekilde organize edilmeleri, literatürdeki deyimiyle, tek işe adanmış olmalarıdır. Süreçlerde kullanılan makineler de bu tür bir adanmışlığa uygun olarak

tasarlanmışlardır. Bu tür bir sistem, üretimde aşırı bir katılık ve hiyerarşiye sebep olmakta ve esnekliğe engel olmaktadır. Bu ortamda işçiler de sadece birer değişken maliyet olarak algılanmakta ve beyin güçleri dikkate alınmaksızın işlerin kötü gittiği dönemlerde rahatlıkla işten çıkarılabilmektedirler[8]. 1950'lerin ABD'sinde bunların hiçbiri sorun teşkil etmemektedir. Doymamış orta sınıf pazarların mevcudiyeti ve rekabetin görece olarak düşüklüğü sadece kârların maksimize edilmesi ve birim maliyetlerin en düşük düzeyde tutulması anlamında ölçek ekonomilerini cazip kılmaktaydı. Daha olumsuz piyasa koşullarına sahip olan Japonya'da ise, sürekli olarak daha ucuz ama kaliteli ürün ortaya çıkarma çabaları sürmekteydi. Tüm bu koşullarda başta Toyota firmasından Ohno ve benzerleri öncülüğünde üretim süreçlerinin son derece titiz incelenmesi bugün yalın üretim olarak adlandırılan sistemin ortaya çıkmasına ve tüm dünyaya yayılmasına neden olmuştur. Bu modelin menşei kabul edildiği için bu üretim sistemine Toyota Üretim Sistemi de denmektedir.

## 1.2.DEĞER AKIŞI HARİTALAMA

Yalın düşünce, değer tanımlanması, değer yaratan adımların en iyi ve doğru biçimde sıralanması, bu adımların gerektiği anda aksamaya uğramadan atılması ve giderek daha yüksek etkinlikte gerçekleştirilmesinin yollarını gösterir. Kısacası, yalın düşünce, giderek daha az (emek, ekipman, zaman ve alan) harcayarak daha fazla üretebilmeyi ve müşterilerin asıl beklentilerine daha çok yaklaşmayı sağladığı için yalındır [1]. Yalın üretimde en önemli kavramlardan birisi “değer”dir. Müşterinin üründe olmasını beklediği her şey değer olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla değer kavramının müşteri tarafından oluşturulduğunu söyleyebiliriz.

Değer kavramının tanımlanması yalın üretimde başlangıç noktası olarak kabul edilmektedir. Süreçlerde israfi belirleyebilmek için değer ne anlama geldiğini bilmek bu yüzden önemlidir. Değer akışı, ürünün hammaddesinin tedarik edilmesinden müşteriye teslimine kadar geçen katma değer katan ve katma değer katmayan her türlü faaliyetler bütünüdür [2]. Diğer bir deyişle, her ürün için esas olan ana akışlar boyunca bir ürünü meydana getirmek için ihtiyaç duyulan katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetlerin bütünüdür [2]. Ürünler için geçerli olan iki tip akış bulunmaktadır:

1. Hammaddeden müşteriye üretim akışı,
2. Kavramdan kuruluma tasarım akışı (ürün geliştirme süreci) [1].

DAH “kapıdan kapıya” bütün akışın nasıl işleyeceğinin tasarlanmasına yardım ederek, ki birçok yalınlaşma çalışmasında eksik olan parça budur, yalın uygulama için birer plan oluşturur [2].

Değer akış haritalamayı diğer yalın üretim tekniklerinden ayıran temel özellikleri şöyle sıralayabiliriz:

- Bilgi ve malzeme akışları arasındaki ilişkiyi gösterir. Başka hiçbir araç bunu yapamaz.
- Katma değer yaratan adımlar, temin süresi, kat edilen mesafe, stok seviyesi gibi sayısal değerler üreten birçok nicel teknikten ve yerleşim planları hazırlamaktan daha faydalıdır.

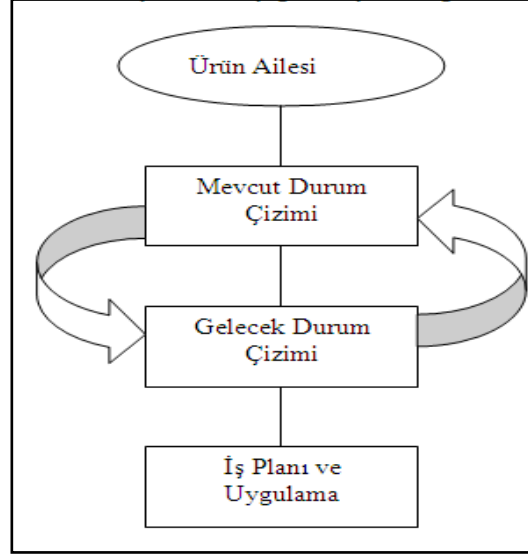
Değer akışı haritalama, akışı yaratmak için işletmeyi nasıl çalıştırmamız gerektiğini çok detaylı bir şekilde tanımlamamızı sağlayan nitel bir araçtır. Rakamlar aciliyet hissi yaratmak veya önce/sonra ölçümleri için iyidir. Değer akışı haritalama ise rakamları değiştirmek için neler yapacağımızı tanımlamak için iyidir [2].

Değer akış bakış açısı, yalnızca tek tek prosesler üzerinde değil büyük resim üzerinde çalışmak ve sadece parçaları değil bütünü iyileştirmek demektir. Eğer gerçekten bütüne bakar ve hammaddeden müşteriye tüm yolları izlersek birçok işletmeden ve firmadan geçen değer akışını takip etmemiz gerekecektir. Fakat bu büyüklükte bir akışı haritalamak başlangıç için çok fazla ve oldukça zor bir iştir [2].

### **1.2.1. Değer Akışı Çizilmesi**

DAH çalışmalarında öncelikle akışın üzerinde çalışma yapılması planlanan ürün veya ürün ailesi seçilmektedir. Benzer süreçlerden geçen ürünleri aynı ürün ailesi olarak kabul edip çizimler buna göre yapılır [2]. Ardından bu ürüne ait mevcut durum haritası çizilerek mevcut durumda değer zincirinde değer katan ve değer katmayan faaliyetler gözler önüne serilmektedir. Bir sonraki adım olan gelecek durum haritalamasında mevcut durumda değer katmayan faaliyet olarak görülen adımlar yok edilerek gelecek durum haritası çizilmektedir. Önerilen bu durumun uygulamaya geçmesi ise son adımdır. Yapılan tüm

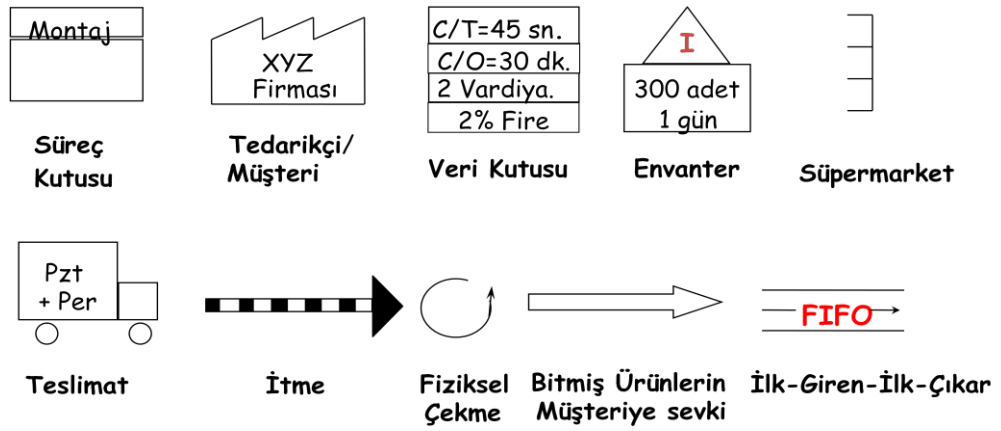
çalışmalarda mevcut durum ve gelecek durum haritalaması kısa sürmekteyken uygulamanın hayata geçirilmesi oldukça uzun zaman almaktadır.



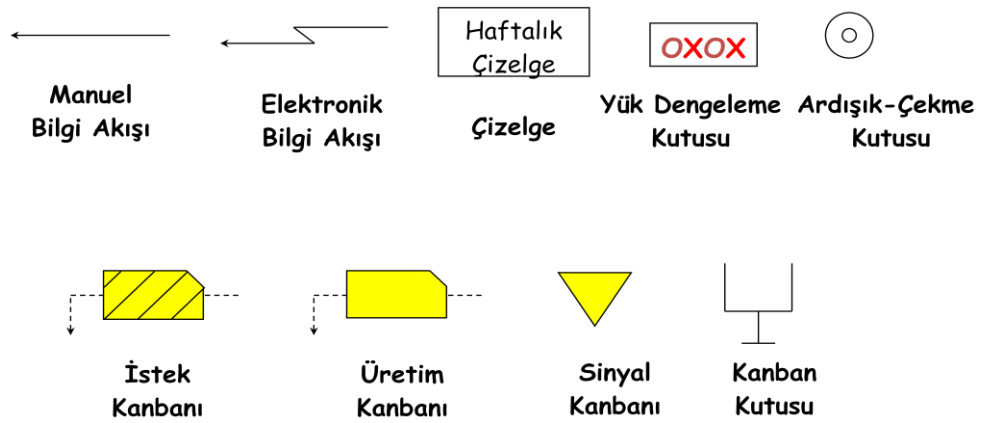
Şekil 1.1. Değer akış haritalama adımları [2]

### 1.2.2. Değer Akış Haritalamada Kullanılan Semboller

DAH çalışmalarında ürün akışının yanı sıra bilgi akışına da odaklanılmakta ve çizim yapılırken çeşitli semboller kullanılmaktadır. Çizim yapılırken ilk etapta malzeme ve bilgi akışı çizilmeyip en sona bırakılmaktadır. Özellikle bilgi akışında yaşanan karmaşıklık bu sayede kolaylıkla görülecektir. Uygulama yapılırken kullanılan şekiller aşağıda gösterilmiştir:



Şekil 1.2. Malzeme akışı sembolleri [2]



Şekil 1.3. Bilgi akışı sembolleri [2]



Şekil 1.4. Genel Semboller [2]

### 1.3.LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Değer akış haritalama konusuyla ilgili farklı sektörlerde uygulama çalışmaları bulunmaktadır. DAH uygulamaları otomotiv, tekstil, mobilya, metal, kimya, gıda, hastane ve banka gibi farklı endüstrilerde yapılmıştır. Uygulama tüm endüstrilerde aynı bakış açısından bütüne bakarak değer zincirinde yer alan değer katmayan işlemlerin göz önüne serilmesini ve sonrasında ortadan kaldırılmasını hedefler.

Proses ağırlıklı endüstride uygulanması halinde yalın üretim teknikleri sayesinde israfların yok edilebildiğini, envanter düzeyinin daha iyi düzeylere düşürülebildiğini ve ürün kalitesinin arttırılabileceğini gösteren çalışmalar yer almaktadır. Bu çalışmada mevcut durumun değer akışı çizilmiş ve ardından gelecek durum çizilerek gerçekleşmesinin öngörüsü yapılarak simülasyon destekli çalışma yapılmıştır; bu sayede gerçekleşmesi beklenmeyerek zaman kazancı ve maliyet kazancı sağlanmıştır [9].

Yalın üretim sistemi tekniklerinin uygulanması ile işletmelerin sağlayacağı faydalar Melton [2005] tarafından anlatılmaktadır. İşletmeler yalın üretim sayesinde tipik olarak daha düşük

stok seviyesi ile çalışır, proseslerde meydana gelen israflar azalır, üretim içerisindeki toplam akış süresi azalır, seri üretime göre daha az tamir işlemi yapacaktır ve toplamda harcanan zamanla birlikte maliyet tasarrufu sağlanmış olacaktır. İşletmeler gerçek anlamda yalın üretim sistemini benimsemek istediklerinde müşterinin “değer” adına neler istediğini bilmeleri gerektiğini ve buna göre süreçlerine yön vermesi gerektiğini vurgulayarak yalın üretimin tüm endüstrilerde uygulanabilir olduğunu ve işletmelere sağlayacağı faydalara değinerek çalışmayı sonlandırmıştır [10].

Hines ve Rich [1997] yalın üretim sistemi tarafından belirlenen yedi israf kaynağını işletme için önem arz eden yedi farklı başlıkla ilişkilendirmiş ve diğer taraftan çok kriterli karar verme tekniği olarak kullanıma sunulmuş çalışmalar da literatürde yer almıştır. Böylece DAH çok kriterli karar verme yöntemi olarak literatürde yerini almıştır [11].

DAH tedarik zinciri kavramını da kapsayan geniş bir tekniktir. Bu teknikle süreçler arası ürün akışını düzenleme sistemi veya tedarik zincirindeki zincirler arası siparişleri düzenleme sistemi olarak görülen Kanban sistemleri de kurulabilmektedir. Kanban sistemlerinde fiziksel veya sanal kart oluşturulur ve malzeme akışı bu kartlar üzerinden yapılır. Döngüde kullanılacak malzeme esas alınarak kanban kartı sayısı belirlenir ve belirlenen periyotlarda kartların kontrolü yapılarak sistemin doğru çalışmasına bakılır. Kanban kart sayısının belirlenmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. M. Rabbani ve ark. [2009] belirlenen bir tedarik zinciri üzerinde genetik algoritma çeşitlerinden sayılan Memetik Algoritma yardımıyla değer zincirinde kullanılması gereken kanban kartı sayısını bularak literatüre katkıda bulunmuştur [12].

Yalın üretim sistemlerinin işletmelere getireceği faydalar farklı sektörlerde örnek uygulamalar yapılarak literatüre kazandırılmıştır[13, 14, 15]. Özellikle DAH çalışmaları yapıp simülasyon destekli uygulama örneklerini de literatürde bulmak zor değildir[16]. Simülasyon destekli DAH uygulamaları sayesinde işletmeler yalın üretim sistemini kendi üretim sistemlerine entegre ederek kayıpların azalmasını sağlayabilirler [17].

DAH araçları kullanılarak yapılan çalışmalarda mevcut durum ve gelecek durum çiziminde dikkat edilmesi gereken noktaların yer aldığı çalışma literatürde yerini almıştır [18]. Yalın üretim tekniklerinden olan DAH uygulamalarının yanında sürekli iyileştirme mantığı kullanılarak model değişim zamanlarının azaltılması konusunda yapılan çalışmalar da yer

almaktadır [19, 20, 21, 22]. Ayrıca literatürde simülasyon destekli bir çok uygulamasını görmek mümkündür. Ancak literatürde simülasyon destekli yapılan çalışmalarda daha çok akış süresine odaklanmak yerine sadece çıktı artışı göz önüne alınarak bu doğrultuda çalışmalar yapılmıştır. Sistemdeki çıktı artışının bazen bilgi karmaşasına neden olabileceği unutulduğunda maliyet azaltma çalışmaları istenildiği gibi sonuç vermemektedir.

Bunun yanı sıra literatürde uygulama destekli olan çalışmalarda genelde basit süreçlerden geçen ürünler seçilmiştir. Aslında tek ürün bazlı projeler DAH tekniğinin daha kolay anlaşılmasını sağlamaktadır. Ancak gerçek hayatta her zaman aynı kolaylıkta ürün üretilmemektedir. Bu tez çalışmasında işletmelerde sık rastlanılan akış problemleri göz önüne alınarak DAH yapılmış ve gelecek durum simülasyon programı ile desteklenerek öngörüler doğrultusunda iyileştirme yapılabileceği varsayımıyla iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. Desteklenen simülasyon uygulamasında akış sürelerinde meydana gelecek değişimler gözlemlenerek bu doğrultuda çalışmalar yapılmıştır. Mevcut durum ve gelecek durum karşılaştırması yapılarak çalışmalar sonlandırılmıştır.

## **2. BÖLÜM**

### **YÖNTEM VE MATERYAL**

Değer akışı çalışmalarının iki farklı şekilde yapıldığını; hammaddeden müşteriye üretim akışı ve kavramdan kuruluma tasarım akışı (ürün geliştirme süreci şeklinde) olduğu daha önceden belirtilmişti. Bu çalışmada müşteri talebinden hammaddeye doğru üretim akışı ele alınmıştır. Çalışmanın bu bölümünde yalın üretim teknikleri kullanılarak yapılan uygulama çalışması anlatılmaktadır. Uygulama çalışmasına geçmeden önce mevcut durum haritasının nasıl çizileceği ve gelecek durum haritası çizimi yapılırken dikkat edilmesi gereken noktalara değinilecektir. Ardından gerçekleştirilen uygulama çalışması hakkında bilgi verilerek bölüm sonlandırılacaktır.

#### **2.1. DEĞER AKIŞI HARİTALAMASI**

DAH uygulamalarında akışa odaklanma esastır. Ürün akışı hammaddenin tedarikçiden temini ile başlayıp son kullanıcıya ürünün teslimatı ile son bulmaktadır. Ürünün tedarikçiden müşteriye iletilmesini içeren tüm süreçler tedarik zinciri olarak adlandırılmaktadır. Tedarik zincirinde; malzeme tedariki sağlayan tedarikçiler, üretici firma, ürünlerin gönderildiği müşteriler ve nihai müşteri olan kullanıcılar yer almaktadır. DAH çalışmalarda tüm tedarik zincirine birden odaklanmanın oldukça zor olması sebebiyle bu çalışmada tüm tedarik zincirinde çalışılmayıp işletme içerisindeki akış üzerinde çalışılmıştır.

Üretimde akış denildiğinde ilk akla gelen işletme içindeki malzeme hareketi akışıdır. Hammadde ve üründe kullanılacak alt parçaların ilk olarak nereden alınacağı, hangi makinede üretim yapılacağı, sonraki süreçlere ve ilk noktaya uzaklığı, üretim adedi, kalıp değişimi yapılıp yapılmayacağı veya ne zaman yapılacağı, tekrar işleminden geçmesi durumunda bekleme yerleri gibi bilgiler de malzeme akışı kadar önemlidir.

Birçok uygulamada göz ardı edilen fakat her prosese daha sonra ne yapacağını bildiren bu akış, bilgi akışı olarak adlandırılmaktadır. Çalışmalarda göz ardı edilen bilgi akışı çeşitli karmaşalara neden olarak süreçlerde gereksiz israflar oluşturmaktadır. Yalın üretimde, bilgi akışı da malzeme akışı ile aynı öneme sahiptir. Malzeme ve bilgi akışını aynı paranın iki yüzü olarak düşünebiliriz; birbirlerinden ayrılmamalı ve çizimlerde birlikte haritalandırılmalıdırlar.

DAH çizimi aşağıdaki adımlar izlenerek yapılmaktadır:

- Çizim yapılacak ürünün/ürün ailesinin seçimi,
- Mevcut durumun çizilmesi,
- Gelecek durumun haritalandırılması,
- Gelecek durum için belirlenen konuların iş planına alınarak uygulama çalışmaları.

DAH oluşturmadaki temel hedef, yalın bir değer akışı tasarlamak olduğu için “Gelecek durumun haritalandırılması” oldukça önem arz etmektedir. Çizimde bunun ön plana çıkartılmasına dikkat edilmesi gereklidir. Gelecek durum olmaksızın mevcut durum işe yaramayacaktır.

DAH uygulamalarında ilk adım bilgi toplanmasıdır. Bilgiye ulaşılırken en doğrusu edinilmelidir. Bu sebeple mümkün olduğunca sahadan bilgi toplanıp mevcut durum çizilmelidir. Bu gelecek durumu tasarlamak için ihtiyacımız olan gerçek bilgiyi sağlar. Daha önceden veri olması halinde bu verilerin sahada doğrulama yapılması iyi bir DAH için önemlidir. Yapılacak doğrulama, olası sistemsel hataların görülmesi ve gerekli önlemlerin alınmasını sağlayacaktır. Aksi durumda yanlış verilerle yapılacak DAH uygulaması hatalı olacak ve bizi yanlış yönlendirecektir.

Doğru verilerin elde edilmesi ile artık mevcut durum haritası çizilebilecektir. Çizim yapılırken malzeme ve bilgi akışı birlikte çizilmelidir. Mevcut durumda ve gelecek durumda birbirlerini etkileyen çalışmalar vardır. Gelecek durum ile ilgili fikirler iyi çizilen mevcut durum haritası çizilirken zaten oluşacaktır. Bu sebeple mevcut durum haritalaması oldukça önemlidir. Mevcut durumun çizimi, yapılmakta olan uygulama ile ilgili gözden kaçırılan önemli bilgileri de ortaya çıkaracaktır. Mevcut durumun çizilmesinin ardından çözüm getirilmesi hedeflenen konularda işaretlemeler yapılarak

gelecek durum haritası çizilir. Burada mevcutta yaşanan sorunların yaşanmaması veya en aza indirilmesi hedeflenmektedir. Yine bu adımda bilgi akışı karmaşası görülebilecektir. Bu karmaşanın azaltılarak sadeleşmesi gelecek durum haritasına yansıtılmalıdır. Gelecek durumun çizilmesinin ardından belirlenen iyileştirme noktalarına göre uygulama planının hazırlanması gerekmektedir. Bir sayfalık uygulama planı, çizimi yapılan gelecek duruma nasıl ulaşılacağını tanımlar. Hedeflenen gelecek duruma ulaşıldığında, yeni bir gelecek durum haritası çizilmelidir. Daima bir gelecek durum haritası olmalıdır. Bu sayede sürekli iyileştirme sistemi diri tutulacaktır.

## **2.2. MEVCUT DURUM HARİTASININ ÇİZİLMESİ**

Mevcut durumun kolayca çizilmesi daha önceden elde edilen verilere bağlıdır. Verilerin doğruluğu ve tutarlı oluşu mevcut durum haritalandırmayı oldukça kolay hale getirecektir. Çizim yapılırken çeşitli semboller kullanılmaktadır. Mevcut durum resmedilirken mümkünse tüm akış sahada incelenmelidir. Akış çizilerek adım adım ilerlenir. Fabrika içindeki bütün akışı sahada gördükten sonra çalışmanın seviyesi değiştirilebilir. Proses grupları içindeki her bir adım detayına inilebilir veya değer akışının fabrika dışındaki akışı seviyesine çıkılabilir.

Herhangi bir iyileştirme çalışmasına başlamanın en kritik yolu ürünün müşteri tarafından algılanan değerinin açık bir şekilde tanımlanmasıdır. Aksi takdirde, değer akışını müşterinin isteğinden farklı bir şey sunacak şekilde iyileştirme riskine sahip olunur. Bu nedenle haritalandırma müşteri istekleri ile başlamalıdır.

Çekme sistemi olarak da bilinen yalın üretimde ilk nokta müşteridir ve haritalandırma da buna göre müşteri istekleri ile başlar ve ilk noktaya doğru ilerlenir. Müşteri eğer bir fabrika ise genel olarak haritanın sağ üst köşesinde fabrika sembolü ile gösterilir. Bu sembolün altında müşteri isteklerinin kaydedildiği bir bilgi kutusu çizilir.

Müşterinin ismi şeklin üst kısımda yer alan kısma yazılır. Müşterinin günlük çalışma saati, vardiya düzeni, talep edilen ürün miktarı alt kısımda yer alan bilgi kutusuna yazılır. Böylece mevcut durum haritası çizilmeye başlanmış olur. Bu şekil haritalamanın son kısmı olan tedarikçi bölümünde de kullanılır.



Şekil 2.1. Müşteri ve bilgi kutusu sembolleri [2]

Haritalandırmada müşteri sürecinin çiziminin ardından sevkiyattan başlanarak geriye doğru ana üretim prosesleri çizilmektedir. Bir procesi göstermek için proses kutusu kullanılır. Proses kutusunda prosesin adının yazılı olduğu proses kutusu ve bilgi kutusu yer almaktadır.



Şekil 2.2. Proses kutusu sembolü [2]

Proses bilgi kutusunda üretim yapılan ürüne ait işlem süresi, ürün geçişlerindeki hazırlık süresi, kullanılan ekipmana ait doluluk oranı ve ekipmanın kullanım verimliliği, ürün hata oranı, prosese ait kullanılabilir süre ve vardiya düzeni yazılır. Böylece ilgili ekipmanın kullanım durumu ortaya çıkmaktadır.

Proses kutusu, içinden malzeme akan bir süreci göstermektedir. Her bir proses adımı için bir kutu çizilmesi haritanın kullanımını zorlaştıracığı için malzeme akışının, özellikle sürekli akışın olduğu bir alanı göstermek için bir proses kutusu kullanılır. Proses kutusu, proseslerin birbiriyle bağlantısının kesildiği ve malzeme akışının durduğu yerde durur. Örneğin birbirine bağlı birkaç iş istasyonundan oluşan bir montaj

prosesi, istasyonlar arasında işlem görmek üzere bekleyen (Work-in-proses WIP) stoku olmasına rağmen, bir proses kutusu ile gösterilmektedir. Fakat bir montaj prosesi daha sonra gelen diğer montaj prosesinden duran, biriken ve arada yığınlar halinde hareket ettirilen bir stok ile ayrılıyorsa iki proses kutusu kullanılmaktadır.

Benzer şekilde her operasyonun birbirine transfer hattı ile bağlandığı 15 sıralı makine operasyonundan, delme-yağlama gibi oluşan bir makine hattı, makineler arasında bir miktar stok olsa bile, kapıdan-kapıya haritada yalnızca bir proses kutusu ile gösterilecektir. Eğer fabrikada aralarında duran ve yığınlar halinde taşınan stok ile birbirinden tamamen ayrılan makine prosesleri varsa, her birisi kendi proses kutusuna sahip olur.

Çizimde malzeme akışı, haritanın alt kısmında soldan sağa doğru, ürünün akış yönüne göre çizilir. Burada fiziksel yerleşimin bir önemi yoktur. Üretim sahasında akışı yerinde görmek adına malzeme ve bilgi akışı boyunca ilerlerken, gelecek durumun nasıl olacağına karar vermede önemli olan veriler toplanmalıdır. Proses kutusunun altına bilgi/veri kutusu çizilmesi de bu konuda oldukça yardımcı olacaktır. Birçok mevcut ve gelecek durum haritası çizildikten sonra, hangi proses bilgilerine ihtiyacımız olduğunu içgüdüsel olarak bilmek gerekir. Genel olarak proses kutusunda yer alması gereken bilgiler aşağıda listelenmiştir:

- Çevrim Süresi (Cycle time - C/T),
- Model Değişim Süresi (Changeover time - C/O),
- Makine kullanım oranı (Uptime),
- Üretim parti büyüklüğü (Every-part-every – EPE),
- Operatör sayısı,
- Ürün çeşitliliği sayısı,
- Ambalaj/kasa büyüklüğü,
- Çalışma süreleri (Molalar hariç),
- Hurda oranı.

DAH çizimlerinde kullanılacak bazı terimlerin aşağıda kısaca tanımları yapılmıştır. Ayrıca uygulamada bunlar detaylı olarak anlatılacaktır:

**Çevrim süresi (C/T):** Bir proste üretilen ardışık iki sağlam parça arasında geçen süredir. Normal şartlarda bu süre standarttır. Başka bir tanım yapmak gerekirse bir proste üretilen parça veya ürün tamamlanma sıklığı diyebiliriz. Ayrıca proste görevli operatörün bir çevrim içinde üstlendiği iş elemanlarını yerine getirmesi için geçen süre olarak da tanımlanmaktadır.

**Model değiştirme süresi (C/O):** Aynı proste üretilen farklı iki ürün geçişlerinde bir ürün tipinden diğerine geçmek için gereken süre toplamıdır. Bu süre hazırlık zamanı olarak da bilinmektedir. Hazırlık süresi, önceki üründen alınan en son sağlam parça ile üretilecek yeni ürüne ait ilk sağlam parçanın alınmasına kadar geçen toplam zamanı ifade etmektedir.

**Katma Değer Süresi (Value Added Time - VA):** Proste ürüne değer kattığı düşünülen işlemler için harcanan toplam süredir. Başka bir tanım yapmak gerekirse katma değer süresi, müşterinin parasını ödemeye istekli olduğu şekilde ürüne katkı sağlayan iş elemanlarının toplam süresidir.

**Katma Değeri Olmayan Süre (Non-value Added Time - NVA):** Üründe yapılan tüm işlemlerden katma değerli işlerin çıkması sonucu kalan işler toplamı katma değeri olmayan işlerin süresini gösterir. DAH'nın odaklandığı esas nokta da işte bu sürelerdir.

**Akış Süresi (Lead Time - L/T):** Bir parçanın, bir proste veya çizim yapılan değer akışında başlangıç noktasından bitiş noktasına hareketi boyunca geçen toplam süredir. Bu sürenin içine katma değerli ve katma değersiz işler de girmektedir. Kapıdan-kapıya çalışmalarda akış süresi için işletme girişinde işaretlenen bir parçanın sevkiyatta yüklenmesine kadar geçen toplam zamanın ölçülmesidir.

Çevrim süresi, akış süresi ve katma değerli iş arasındaki ilişkiye bakıldığında genelde aşağıdaki durum ile karşılaşmaktadır:

$$VA < C/T < L/T$$

Akış süresi en büyük değer olarak karşımıza çıkmaktadır. Burada ürüne değer katma süresi, tamir süreleri, hurda üretim süreleri gibi katma değerli ve katma değersiz işlerle beraber ürünün giriş kalite tarafından kabul edilmesi, süreç arası beklemleri, sevkiyat

depoda beklemeleri gibi beklemeleri de içermektedir. Böylece bu süre hem çevrim süresinden hem de katma değerli süreden oldukça büyüktür. Çevrim süresi ise katma değerli iş ve istenmeyen durumlardan kaynaklı olarak katma değersiz işlerin de olabileceği süre toplamı olduğu için katma değerli iş süresinden büyüktür.

Bilgi kutusunda ayrıca EPE de gösterilir. EPE üretim parti büyüklüğünün ölçüsüdür. Örneğin her üç günde bir, belirlenen bir ürün tipinden diğerine model değiştiriliyorsa üretim parti büyüklüğü “üç günlük parça” denilmektedir. Çevrim süresinin, bir proste üretilen ve birbirini takip eden parçalar arasında geçen süre olduğuna, bir parçanın bütün proses adımları boyunca geçen toplam akış süresi olmadığına dikkat etmek gerekir.

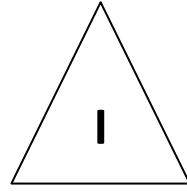
DAH uygulamalarında çevrim süresi, takt zamanı ve kullanılabilir çalışma süresi için zaman birimi olarak saniye kullanılır. Daha önceden tanımı yapılmayan takt zamanı, müşterinin bizden ne sıklıkta ürün istediğini gösteren bir birimdir. Örneğin günlük 10 saatlik çalışmamızda müşteri bizden 360 adet ürün istiyorsa takt zamanı şöyle hesaplanır:

Elimizdeki toplam süre saniyeye çevrilir; 36.000sn. Bulunan bu süre müşteri talebine bölünerek ürüne ait takt zamanı (T/T) hesaplanmış olur: 100sn. Buradan çıkan sonuca göre; müşteri bizden her 100sn’de bir bu üründen talep etmektedir.

Genelde C/T ve T/T karıştırılır. C/T proseslerimizde ürünler arası süreyi gösterirken, T/T ise kullanılabilir süre içerisinde müşterinin ürünler arasında geçmesini istediği süredir. Optimum olan durum, mümkünse, C/T değerini T/T değerine eşitlemektir. Eğer T/T değeri C/T değerinden düşükse işletmede bunu telafi etmek için ya mesai zamanları arttırılacak ya da bu işlerin yapılabilmesi için fazladan ekipman ve çalışan bulundurulacaktır. Genelde işletmelerde, her ne kadar istenmese de, ikinci durumla karşılaşılır.

Proses kutularına ilgili tüm bilgiler eklendikten sonraki aşama, işlem görmek üzere bekleyen stokların haritada çizilmesidir. Ürün malzeme akışı boyunca hareket ederken, stokların biriktirildiği yerler olabilir. Bu noktalar akışın nerede durduğunu anlattığı için mevcut durum haritasında bu noktaların çizilmesi önemlidir. Stokun yeri ve miktarını

göstermek için uyarı üçgeni şeklindeki sembol kullanılır. Bu sembol bize burada belli miktarda stok olduğunu göstermektedir:



150 parça / 2 gün

Şekil 2.3. Stok sembolü [2]

Yukarıdaki sembol, belirtilen proses öncesinde 150 parça işlem bekleyen stok bulunduğunu ve bu 150 parçanın ilgili süreçte toplam 2 günde işlenebildiğini göstermektedir. Bu sembol süreç aralarında işlem bekleyen stok düzeyini (Work-in-Process - WIP) gösterebileceği gibi hammadde veya bitmiş ürün stok düzeyini de göstermektedir. Prosesler arasındaki tüm yarı mamul stokları, gerekli alt parça stokları, ilk prosesin önünde bekleyen hammadde stoku ve gönderilmek üzere bekleyen tüm bitmiş ürün stokları haritada çizilir ve bunların her birinin kaç günlük stok düzeyi olduğu hesaplanarak stok sembolünün alt kısmına yazılır.

Yalın üretim sistemi, itme sisteminin karşılığı olarak nitelendirilen çekme sistemi olarak da bilinmektedir. İtme sisteminde ürünler stoka yönelik üretilir; bu sistem bir sonraki prosesin neye ihtiyacı olacağını tahmin ederek çizelgeye dökülmesini ve buna göre üretim yapılmasını sağlar. Ancak gerçekleşen müşteri siparişleri yapılan tahminlerden farklı çıkabilmektedir. Müşteri, işletmenin nihai ürününü alan dış müşteri olabileceği gibi önceki prosesin çıktısını kendi prosesinde işlemek üzere bekleyen müşteri proses de olabilir. Her proses kendi parti büyüklüğünü belirleyebilir ve değer akışı bakış açısı yerine, kendi bakış açısından uygun görülen tempoda üretim yapar.

Tüm sürece bakıldığında tedarikçi olan prosesler kendi müşterisi olan procesten ayrı üretim çizelgesinde çalıştığı için müşterisinin ihtiyaç duymadığı parçaları üretirler ve bu parçalar belirlenen stok alanlarına iletilir. Ya da müşteri proses ihtiyaç duyduğu parçayı bulamaz. İtme şeklinde yapılan üretim, yalın üretimin en çok önemsedığı akış kavramının sağlanmasını neredeyse imkânsız hale getirir. Süreçler arasında parçalarda

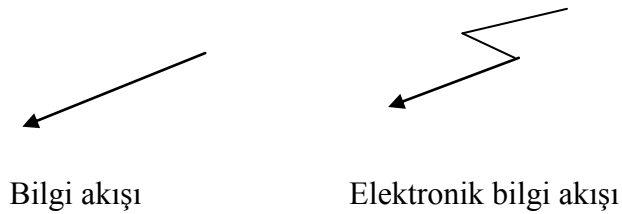
durağanlık olacağından akış oldukça düşük seyredecektir. DAH çizimlerinden itme hareketinin varlığı aşağıdaki gibi kesikli çizgi sembolüyle gösterilir:



Şekil 2.4. Malzeme akışı itme sembolü [2]

Malzeme akışı olarak itme sisteminin kullanıldığı tüm alanlarda bu sembol çizilerek harita çizimindeki malzeme akışı tamamlanır.

DAH uygulamasının ikinci boyutu bilgi akışıdır. Malzeme akışına da yön veren bilgi akışı oldukça önemlidir. Yapılan birçok uygulamada bilgi akışı göz ardı edildiği için istenen sonuca ulaşmak da zor olmaktadır. DAH çizimlerinde bilgi akışı aşağıdaki sembollerle gösterilir:



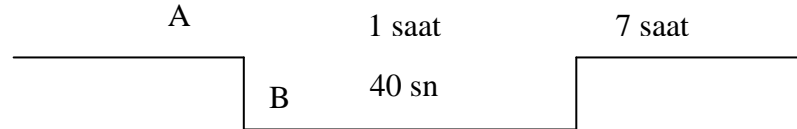
Şekil 2.5. Bilgi akışı ve elektronik bilgi akışı sembolleri [2]

Bilgi akışında faks, e-mail veya internetten akışları (müşteriye sipariş verilmesi durumunda) sağlanan bilgi, elektronik bilgi olarak adlandırılıp şimşek sembolüyle gösterilmektedir. Üretime verilen iş emirleri gibi kâğıtla iletilen bilgiler ise düz çizgi sembolüyle gösterilen bilgi akışı olarak adlandırılmaktadır.

Müşterilerden gelen siparişleri ve buna göre tahminleri genelde işletmelerde üretim planlama bölümü yapmaktadır. Üretime iş emri siparişlerinin verilmesi ve tedarikçilerden hammadde talebi gibi işlemler yine üretim planlama bölümü tarafından yapılmaktadır. Bu yüzden bilgi akışının çizimine üretim planlama bölümünden başlanmalıdır. Bilgi akışında; üretim planlama-müşteri, müşteri-üretim planlama, tedarikçi-üretim planlama, üretim planlama-tedarikçi arasındaki tüm bilgi akışları gösterildiği gibi üretim planlama-üretim arasında ve ilgili diğer birimlerle olan tüm bilgi

akışları çizimde gösterilmelidir. Yapılan çalışmada istenilen etkinliğe ulaşılması için tüm akış detaylı olarak çizilmeli, varsa bilgi karmaşası göz önüne konmalıdır.

Bilgi akışının tamamlanmasının ardından her bir proses için katma değer yaratan çevrim süresi ve katma değer yaratmayan bekleme süreleri zaman eksenine yazılır:



Şekil 2.6. Zaman eksenini sembolü [2]

Katma değer yaratmayan süreler şekilde “A” ile gösterilen üst kısma yazılır, değer katan süreler ise “B” ile gösterilen alt kısma yazılır. A bölgesinde prosesin önünde ve sonrasında işlem bekleyen parçaların toplam işlem süresi yer almaktadır. Ayrıca makine çevrim süresinin üst kısmında makinede ürünün işlenebilmesi için gerekli hazırlık süresi yer alır. Zaman eksenindeki bu bilgiler tüm süreçlerde aynı şekilde belirlenir. Ürünün akmakta olduğu tüm süreçlerdeki toplam değer katan süre ve değer katmayan süre toplanarak zaman ekseninde yazılır ve böylece DAH sonlandırılır.

Bitmiş haritaya bakıldığında incelenmekte olan ürüne ait tüm akış bilgisinin yer aldığı görülür. Haritanın alt kısmında ürünün geçmiş olduğu tüm süreçler yer alır. Proses kutularında her bir prodesteki hurda oranı, makine kullanım oranı, makinenin vardiyadaki çalışma süresi, makinenin etkin kullanım oranı, ürüne ait hazırlanma süresi ve çevrim süresi gibi değer katan ve katmayan tüm faaliyetler yer almaktadır. Ayrıca proses önlerinde işlem bekleyen stok düzeyi zaman ekseninde görülebilmektedir. Prosesler arasındaki akışın itme veya çekme şeklinde olduğu yine alt kısımdaki semboller yardımıyla görülebilir. Ürüne ait alt parçaların hangi süreçlerden geldiği yine alt kısımda görülür. Ürünün proseslerdeki akışına bakıldığında gereksiz taşımalar ve gereksiz işlemler net olarak fark edilir.

Haritanın sol üst tarafında tedarikçi bilgileri yer almaktadır. Tedarikçiden fabrikaya hammadde ve alt parçaların nasıl sevk edildiğine dair tüm bilgiler haritada görülür. Haritanın sol üst kısmında ise müşteri bilgileri yer alır. Aynı şekilde müşteriye sevk edilen parçaya ait tüm bilgiler bu kısımda görülür. Haritanın üst kısmında ise müşteri,

tedarikçi ve üretim arasında köprü görevi gören ve tüm bilgi akışlarını kontrolünde bulunduran üretim planlama kutusu yer alır. En başta da belirtildiği gibi ürüne ait hammadde ve alt parçaların tedarikinden müşteriye sevkiyatına kadar olan tüm süreçlerdeki malzeme ve bilgi akışı haritada yer alır. Çizilen haritaya bakılarak mevcut karmaşıklıkların azaltılması sağlanır.

DAH çizimi yapıldıktan sonra zaman ekseninde değer katan ve değer katmayan sürelerin toplamının gösterilmesi gerekir. Proseslerdeki çevrim süreleri değer katan sürelerdir. Stokların bekleme süreleri, hazırlık süreleri, hurda üretimler değer katmayan sürelerdir. Her ne kadar değer katan ve katmayan süre ayrı hesaplanırsa da ürüne ait üretim akışı süresini değer katan ve değer katmayan sürelerin toplamı oluşturmaktadır. Ürüne ait üretim akış süresinin düşük olması hedeflenir. Bu süre ne kadar az olursa ürüne ait hammadde ve alt parçaların fabrikaya oluşturduğu maliyet o kadar az olacaktır. Dolayısıyla DAH uygulamalarının odağı iyileştirmeler yaparak üretim akış süresini düşürmektir. Proseslerde çalışma yaparak veya farklı montaj proseslerini birleştirip çevrim sürelerinde iyileştirme yapılabileceği gibi stok seviyelerinin düşürülmesi, hurda üretimlerin azaltılması, makine etkinliğinin artırılması, hazırlık sürelerinin düşürülmesi veya beklemelerin azaltılması ile toplam üretim akışında iyileştirme yapılabilir.

Mevcut durum haritası çizildikten sonra artık gelecek durum haritası çizilebilir. İyi bir mevcut durum haritası gelecek durumun nasıl olabileceği hakkında bilgiler vermektedir.

### **2.3. GELECEK DURUM HARİTASININ ÇİZİLMESİ**

DAH uygulamalarında mevcut durum haritası çizildikten sonra gelecek durum haritası çizilir. Mevcut durum haritası çizilirken iyileştirme fırsatları görülür ve gelecek durum da bu iyileştirme fırsatlarında öngörülen iyileştirmelere göre çizilir. Gelecek durum çiziminde bazı önemli yalın prensiplerinin bilinmesi mevcut durumun analizinde iyileştirme fırsatlarını görülebilmesi için yararlı olacaktır.

#### **2.3.1. Aşırı Üretim**

Yalın üretim sistemini kendi üretim sistemlerine adapte etmemiş işletmelerde, bir proses kendi müşteri prosesinin ihtiyaçlarını üretmek yerine gün başında kendisine üretim

planlama ve kontrol tarafından verilen çizelgeye göre üretim yapar ve üretmiş olduğu ürünleri sonraki sürecin alacağı yere iletir. Üretilen bu parçalara sonraki süreç o anda ihtiyaç duymadığı için bu parçalar bekleme alanına taşınmalı, taşınan alanda sayılmalı ve sonraki süreç tarafından alınana kadar depolanmalıdır. Yapılan bu fazla ve gereksiz işlerin karşılığı tam olarak israftır. Beklemekte olan bu parçalarda önceki proses kaynaklı herhangi bir problem varsa bu hatalar gizli kalacaktır ve ancak müşteri proses tarafından parçalar işlenmeye başlandığı anda fark edilecektir. Müşteri proseste işlenmek üzere bekleyen bu parçalar hurdaya atılabilir veya önceki proseste tekrar işleme tabi tutulabilir. Bu da parçaya ait üretim akış süresinin artmasına neden olur. Sonuçta bir parçayı üretmek için harcanan katma değer süresi çok az olmasına rağmen ürünün fabrika içinde harcadığı toplam süre çok uzun olur.

Gelecek duruma geçmeden önce yalın üretim sistemi tarafından tamamen gereksiz iş olarak görülen 7 israfa değinmek gerekir. Yalın üretim sisteminde yaygın olarak kabul görmüş 7 israf şöyle sıralanabilir [3].

1. Fazla üretim,
2. Bekleme,
3. Taşıma,
4. Gereksiz işlemler,
5. Gereksiz hareket,
6. Kusurlar,
7. Envanter.

Yedi israf kaynağından birisi olan aşırı üretim aslında en önemli ve en kötü israf kaynağıdır. Aşırı üretim fazla stoka ve bunlara yatırım yapılmasına neden olabileceği gibi bunların depolanabilmesi için ayrılacak alana, bu üretimin yapılabilmesi için fazla ekipman ve işgücü ihtiyacına neden olmaktadır. Ayrıca yanlış işlerin yapılması durumunda kullanmakta olduğumuz kaynakların kısıtlanmasına da neden olur. Yine ürünün akış süresini arttırdığı için müşteriden gelen taleplere karşı esnekliği olumsuz yönde etkileyecektir. İşte tüm bu nedenlerden dolayı aşırı üretim en önemli israf kaynağıdır.

### 2.3.2. Takt Zamanı ile Çalışmak

Takt zamanı kullanılabilir süre içerisinde müşterinin ürünler arasında geçmesini istediği süre olarak tanımlanmakta olup aşağıda yer alan formülasyon bu tanımı daha kolay açıklamaktadır:

$$\text{Takt zamanı} = \frac{\text{Vardiyada kullanılabilen iş zamanı}}{\text{Vardiya başına müşteri talep miktarı}} \quad (1)$$

Takt zamanı formülasyona bağlı olarak müşterinin ürün çekiş hızı olarak da tanımlanabilir. Diğer taraftan müşteri isteklerini karşılamak için satış seviyesine bağlı olarak ürünün hangi sıklıkta üretilmesi gerektiğini belirtir. Formülasyondan da görülebileceği gibi takt zamanı, vardiyada toplam süreden planlanan duruşların çıkarılması sonucu (dinlenme, çay, yemek gibi duruşlar) elde edilen vardiya başına kullanılabilir sürenin vardiya başına müşterinin talep ettiği ürün adedine bölünmesi ile elde edilir. Hesaplama genel olarak zaman birimi saniye olarak alınır ve takt zamanı saniye ile ifade edilir. Ürüne ait takt zamanı tüm proseslere hangi hızda üretim yapması gerektiği hakkında bilgi verir. Proseslerdeki çevrim süresinin takt zamanına eşit veya daha düşük olması istenen durumdur. Böyle olması halinde müşteri talepleri istenen zamanda karşılanacağı için sorun yaşanmayacaktır. Ancak çevrim zamanının takt zamanından yüksek olması halinde fazla ekipman veya işgücü harcanarak bu fark kapatılmaya çalışılacaktır.

### 2.3.3. Sürekli Akış Sistemi Kurmak

Geleneksel üretim anlayışında büyük partiler halinde üretim yapma fikri hâkimdir. Bu anlayışa göre tek seferde yüzlerce parça üretimi yapılır ve sonraki proseste işlem görmek üzere depolanır. Bu şekilde yapılan üretimde birçok israfın oluşması kaçınılmazdır. Montaj işlemleri genelde tezgâhta yapıldığı için parçalara ait montaj çevrim sürelerinde değişimler meydana gelmektedir.

Geleneksel üretim anlayışında büyük partiler halinde üretim yapılması istenirken bu anlayışa karşı ortaya çıkan sürekli akış sistemi tek parça akışına dayalı üretim

yapılmasını benimsemektedir. Buna göre bir seferde tek parça üretip herhangi bir alanda beklemeden bir sonraki adıma gönderilmesi ve işlemlere bu şekilde devam edilmesi sağlanır. Bu anlayış, bakıldığı zaman en etkili üretim şeklidir ve bu sistemin kurulması işletmelerde oldukça çaba isteyen bir uğraştır. Bu sistemde montaj işlemleri ayrı tezgâhlarda yapılması yerine tek bir alanda bitirilmeye çalışılır. Bu işlem mümkünse konveyör bantlarda yapılır; böylece parçaların süreçler arası taşımaları da engellenmiş olur.

Her ne kadar sürekli akış sağlanması işletmelere fayda sağlayacak olsa da bazen bu alanı sınırlandırmak gerekebilir. Prosesleri sürekli akış bünyesinde birleştirmek bu proseslerin çevrim sürelerini ve duruşlarını birleştirmek anlamına gelmektedir. Güvenilmeyen süreçlerde bu işlemin yapılması veya birbirinden çok farklı olan sıralı proseslerde bu işlem çok da faydalı olmayabilir. Böyle süreçlerde sürekli akış kurulmadan önce proses güvenilirliği iyileştirilmeli, hazırlık süresi süreçler arasında çok fark olmayacak şekilde azaltılmalı (mümkünse sıfırlanmalı) ve üretim hattında kullanılan ekipmanların etkinliği artırılmalıdır. Ardından uygun görülmesi halinde sürekli akış alanı genişletilebilir.

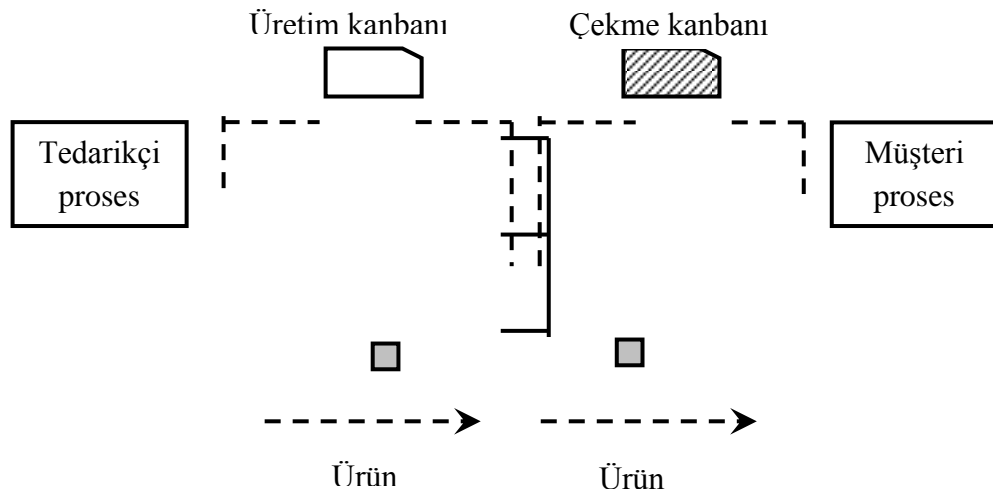
Sürekli akış kurulan alanlarda süpermarket diye adlandırılan raf sistemleri kullanılır. Geleneksel süpermarketlerde ürünler farklı alanlarda bulunan raflardadır. Süpermarkette müşteri tarafından ürün alınması sonucu raflarda azalan ürünler belli periyotlarda görevliler tarafından kontrol edilerek raflar önceden belirlenen seviyeye kadar doldurulur. Böylece raflarda ürün bitmesi gibi bir sorun yaşanmamaktadır. Üretim yapılan işletmelerde de sürekli akış kurulan alanlarda süpermarketler kullanılır. Buna göre belirlenen alanlardaki raflarda olması gereken ürünler ve sayıları belirlenir. Daha sonra bunların ne sıklıkta kontrol edileceği belirlenerek ilgili çalışan tarafından doldurulması istenir ve böylece sürekli akışın sağlanabilmesi için alanda kullanılan tüm alt parçalar yeterli miktarda bulunur.

Süpermarketler sürekli akışın kurulamadığı yerlerde de kullanılır. Sürekli akışın kurulamadığı proseslerde çeşitli nedenlerden dolayı süpermarketler kurulur:

- Proseslerin tamamı aynı çevrimde çalışmamaktadır. Bazı prosesler daha hızlı veya daha yavaş çevrim sürelerinde çalıştırılır ve genelde aynı proste farklı

parçaların üretimi yapıldığı için model değişim süresi veya yeni ürüne hazırlık süresi ihtiyacı bulunmaktadır. Model değişimlerinden kullanılacak malzemeler ekipmanların yakınında bulundurulur ve bu değişim süresinin azaltılması sağlanır.

- Depo alanı her prosese aynı uzaklıkta olmamaktadır. Proseslerde kullanılacak parçaya her ihtiyaç duyulduğunda depo alanından bunu tek tek taşımak uygun değildir. Yine bu sorunun ortadan kaldırılması için bir veya daha fazla prosesin belirlenen periyotta ihtiyaç duyduğu malzemelere kolay ulaşabilmesi için süpermarket kurulur.
- Prosesler arasındaki üretimi kontrol altına almak ve prosesler arasındaki stok düzeyinin aynı seviyede kalmasını sağlamak için tedarikçi proses ile müşteri proses arasında süpermarket kurulabilir. Bu tür durumlarda süpermarket çekme sisteminin işlemlerini sağlar.

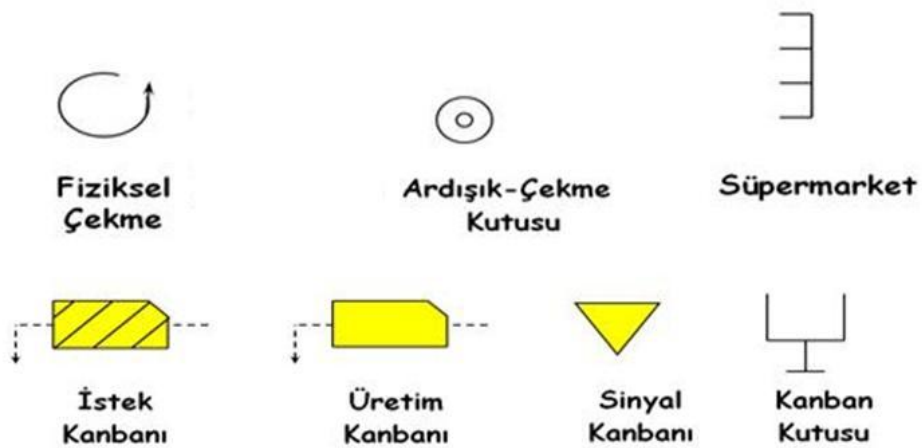


Şekil 2.7. Süpermarket çekme sistemi [2]

Yukarıdaki şekle göre müşteri proses, işlem görece kadar ürünü süpermarketten çeker ve işleme tabi tutar. Süpermarkette eksilen parça bilgisi kanban kartları sayesinde tedarikçi prosese iletilir ve eksilen parça adedince ürün işlenerek süpermarketteki yerine konur. Genelde süpermarketteki malzeme akışı ilk giren ilk işlem görür (First-in-First-out, FIFO), kuralına göre. Buna göre tedarikçi proses süpermarketi müşteri prosesin malzeme alışına zıt yönde besler; örneğin müşteri proses ön kısımdan malzeme çekerken tedarikçi proses arka kısımdan doldurarak FIFO kuralının devamını sağlar.

Üretimde kullanılacak kanban kartları sayısı hesaplamaları farklı çalışmalarda yapılmıştır [8], bu çalışmada kanban kartı sayısının hesaplanması yapılmamıştır. Müşteri proses ürün çekerken çekme kanbanını kullanır; tedarikçi proseste üretim yapılması emrini ise üretim kanbanı verir. Kanban kartlarında üretim/çekme yapılacak ürüne ait tüm bilgiler yer almaktadır: Parça adı, parça kodu, parça sayısı gibi.

Prosesler arasında bu şekilde çekme sistemi kurulmasının amacı, tedarikçi proseste müşteri prosesinin ihtiyacını tahminlere gerek kalmadan doğru üretim emrini vermek için bir araç sağlamaktır. Yapılan çekme sistemi, süreçler arasındaki üretimin kontrol altına alınmasını sağlayacaktır. Süpermarket ve çekme sistemleri ile ilgili semboller aşağıdadır:



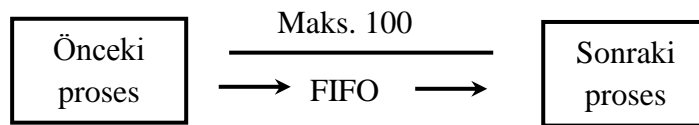
Şekil 2.8. Süpermarket ve çekme sistemi sembolleri [2]

Süpermarket sembolü tedarikçi proseste bakacak şekildedir. Çünkü bu süpermarket tedarikçi proseste aittir ve tedarikçi prosesin üretimini tetiklemek için kullanılır. Süpermarketler tedarikçi proses ile müşteri proses arasındaki uzaklığı optimize edecek şekilde konumlandırılır. Böylece arada yapılacak taşımaların azaltılması da engellenir. Müşteri prosesin ihtiyacı olan malzemeyi alandaki malzeme taşıyıcı süpermarketten alarak müşteri proseste işlenmek üzere alana getirir. Süpermarketten malzeme alınırken malzeme kutusu üzerindeki kanban kartı kanban kutusuna atılarak tedarikçi prosesin üretim yapması için uyarılmasını sağlar. Alandaki kanban kartları iş emri görevi yapmaktadır; böylece prosesler kendi üretimlerini kontrol altında tutmaktadır. Tedarikçi proseste kanban kartındaki sayı kadar üretim yapıldıktan sonra malzeme taşıyıcısı

kanban kartını malzemelerin olduğu kutuya koyarak süpermarketteki yerine koyar. Böylece malzeme akışı sağlanmış olur.

Süpermarket kurulmasının birçok faydası vardır, ancak süpermarketin kurulması her zaman uygun olmayabilir; bunun yerine FIFO hattı kurulabilir. Özel ürünler, kısa raf ömrüne sahip parçalar, seyrek kullanılan pahalı parçalar gibi. Böyle durumlarda FIFO hattının kontrolünü sağlamak için izlenecek yol; hattın dolması halinde müşteri prosesin aradaki stokun bir kısmını kullanması ve bu esnada tedarikçi prosesin üretimi durdurarak aradaki stok seviyesinin artmasını engellenmesi olacaktır. Örneğin kaynak yapılan bir işlemden sonra boyama yapıldığı bir prosesi ele alalım. Kaynak yapılan malzemeler taşlanarak boyaya hazır hale getirilir. Günde sadece bir sefer ve 100 adet boyanabildiğini düşünelim. Bu durumda en fazla 100 adet malzeme alacak şekilde FIFO hattı kurulur ve kaynak alanından bu parti büyüklüğünün üzerinde üretim yapması engellenir. FIFO hattı dolu iken kaynak atölyesinde işlem yapılmaz ve boya bölümünden parça çekilmesi beklenir. Böylece kaynak atölyesinde fazla üretim yapılması engellenir.

Benzer uygulamalar bazı bankalarda aynı mantıkla sürdürülmektedir. Aynı anda işlem bekleyen 50 müşteri varken 51. kişiye sıra verilmeyerek aradaki kuyruk sayısının artmasının önüne geçilmesi hedeflenir. Kurulan FIFO hattından işlem görüp eksilenler oldukça numarator yeni sıra sayısını vermektedir.



Şekil 2.9. FIFO hattı örneği [2]

#### 2.3.4. Tempo Ayarlayıcı Prosesin Bulunması

DAH uygulamalarında genelde her süreç için ayrı çizelgeleme oluşturulmaz. Çekme sistemi kullanıldığında sadece bir noktayı çizelgelemek gerekir. Bu nokta müşteri çekişine göre çizelgelenir ve önceki proseslerin tetiklenmesini sağlar. Bu prosese “tempo ayarlayıcı (pacemaker) proses” adı verilir. Ürüne ait üretimin kontrolünü bu prosesin hızı belirlemektedir. Bazı işletmelerde tempo ayarlayıcı proses olarak sevkiyat

bölümü seçilir veya darboğaz olarak kabul edilen proses tempo ayarlayıcı proses olur ve ürüne ait akışın hızını bu prosesin çıktısı belirler. Tempo ayarlayıcı processte üretim hacmindeki dalgalanmalar daha önceki proseslerin kapasite ihtiyaçlarını etkiler. Bu prosesin seçimi aynı zamanda değer akışındaki hangi elemanların, müşteri siparişinden bitmiş ürüne akış süresinin bir parçası olduğunu belirler.

Tempo ayarlayıcı processten sonra herhangi bir süpermarket veya çekme sistemi olmamasına dikkat edilmelidir. Tempo ayarlayıcı proses genellikle kapıdan – kapıya DAH içinde en sondaki sürekli akış prosesidir. Gelecek durum haritasında tempo ayarlayıcı proses, müşteri siparişleri ile kontrol edilen üretim prosesidir. Bu sebepten ötürü tempo ayarlayıcı processte farklı ürünlerin üretimini zamana düzgün yaymak oldukça önemlidir.

### **2.3.5. Yük Dengeleme Yapılması**

Montaj yapılan birçok yerde uzun süre bir ürün tipini çizelgeleyip model değişimlerinden kaçınmak bulunabilecek en basit çözümdür. Ancak bu durum değer akışının geri kalan kısımları için oldukça büyük problemler yaratabilir. Aynı ürünleri gruplandırıp tek seferde üretmek, mevcut durumda üretilen ürün tipinden farklı bir şey isteyen müşteriye hizmet vermeyi zorlaştırır. Bu bitmiş ürün stokunun daha fazla olmasını, müşterinin istediği ürünün elde bulunmasını ümit ederek veya siparişi karşılamak için daha uzun akış süresini gerektirir.

Montajda yapılan seri üretim aynı zamanda işlem görmüş parçaların da büyük partiler halinde tüketilmesi anlamına gelmektedir. Büyük partiler halinde tüketilmesi bütün değer akışı boyunca süpermarketlerin ihtiyaç duyulan WIP stokları ile gereğinden fazla doldurulmasına neden olur. Ayrıca son noktada meydana gelen dalgalanma, akışın başına doğru şiddetini arttırarak hareket edecek ve stoklar başa doğru gidildikçe artacaktır. Stokların proses aralarında artmasını engellemek ve uzun süre bir ürünün çizelgelenmesinin önüne geçebilmek için farklı ürünlerin üretimini belli bir zaman diliminde düzgün olarak dağıtılması gerekir. Bu seviyeleme işlemine yük dengeleme adı verilmektedir. Örneğin günlük üretilecek 3 ürünümüz olsun: 100 adet A ürünü, 50 adet B ürünü, 25 adet C ürünü. Normalde yapılan; öncelikle A ürünün tamamını, daha sonra B ürünün tamamını ve son olarak C ürünün tamamını üretecek şekilde çizelge

oluşturmak ve bu doğrultuda çalışmaktır. Bu üretim yığın üretim tipidir. Ancak yapılacak dengeleme sayesinde ürünler küçük partilere bölünür ve üretim küçük partiler halinde dönüşümlü olarak yapılabilir. Yapılacak muhtemel hat dengeleme sonucunda üretim çizelgesi aşağıdaki gibi olacaktır:

AAAABBCAAAABBCAAAABBC.....AAAABBC

Her bir çevrimde 4 adet A ürünü, 2 adet B ürünü ve 1 adet C ürünü üretilecek şekilde çizelgelenmesi durumunda küçük partiler halinde yapılan üretim 25 çevrim sonunda müşteri talebini karşılayacak parti büyüklüğüne ulaşacaktır ve her bir ürünün günlük talebi karşılanmış olacaktır. DAH çizimlerinde yapılan bu yük dengeleme aşağıdaki şekilde gösterilmektedir:



Şekil 2.10. Yük dengeleme kutusu [2]

Yukarıda anlatılan üretim seviyeleme işlemini minimum kayıpla yapabilmek için model değişim sürelerinin çok düşük veya sıfır olması gerekir. Aksi durumda her model değişimi üretimin aksamasına ve süreçte israfların oluşmasına neden olacaktır.

### 2.3.6. Başlangıç Çekişi Oluşturmak

İşletmelerde atölye proseslerine ürün gönderiminin genelde büyük partiler halinde olduğuna çalışmanın farklı yerlerinde değinilmiştir. Bu durum çeşitli problemlere yol açmaktadır:

- Böyle bir durumda değer akışında parça akışını tetikleyen takt zamanı yoktur ve dolayısıyla süreçte herhangi bir çekme de yoktur.
- Belli bir takt zamanının olmaması durumunda gün içerisinde üretim hacminde çeşitli nedenlerden dolayı artış veya azalış olacaktır. Bu da makine, işgücü ve süpermarketlerde ya beklemelere, ya da aşırı yüklenmeye neden olabilecektir.
- Üretimin kontrol altına alınması oldukça zor hale gelir.

- Ürüne ait değer akışında yer alan tüm prosesler alana büyük partiler halinde ürün gönderdiği için siparişlerde yer değişiklikleri olabilir. Bu da ürüne ait akış süresinin artmasına neden olur.
- Siparişlerde meydana gelen yer değişikliği sebebiyle bazen ürünlerin gönderilebilmesi için hızlı çalışmak veya daha fazla ekipman ve işgücü ile çalışmak gerekebilir. Bu durum ürün kalitesini olumsuz etkileyeceği gibi işgücü ve makinenin verimsiz kullanımına neden olacaktır.
- Müşteri isteklerinde meydana gelen değişikliklere cevap vermek oldukça zorlaşır.
- Değer akışında herhangi bir proste meydana gelen kalitesizlik bu alanda fark edildiğinde tüm partinin hurdaya atılması veya tamir edilmesi gerekebilir. Böyle bir durumda fazladan işgücü veya makine kullanımına gidilir. Ayrıca önceki proste bu ürünlerin işleminin bitmesi için geçen süre bu proses için verimsizlik kaynağı olacaktır.

Yukarıdaki nedenlerden dolayı tempo ayarlayıcı prosese düzenli olarak küçük partiler halinde ürün göndermek gerekir. Belirlenen küçük partilerin tutarlı olması da önemlidir. Özellikle müşteri prosteeki çevrim süresine bakılarak belirlenmelidir. Örneğin; takt zamanı 60 saniye olan bir ürünün paketinde 30 adet olduğunu varsayalım. Buradaki tutarlı zaman 30 dakikadır. Yani her 30 dakikada veya her 30 üretimde bir tempo ayarlayıcı prosese 1 paket kadar üretim emri verilir. Belirlenen bu 30 dakika dilim olarak adlandırılır. Bu durumda dilim, tempo ayarlayıcı proste takt zamanı ile bitmiş ürün transfer miktarını çarparak hesaplanmaktadır. Bu da bir ürün ailesi için üretim çizelgelemenin temel zaman birimi olur.

Dilimi yönetim zamanının sınırı olarak düşünebiliriz. Müşteri talebi ile ilgili performans hangi sıklıkla öğreniliyor? Bir seferde atölyeye bir haftalık iş gönderiliyorsa cevap muhtemelen “haftada bir” dir. Böyle bir durumda takt zamanına göre üretim yapmak imkansızdır. Diğer taraftan her dilimde üretim çizelgeniyor ve kontrol ediliyorsa, problemlere çok hızlı reaksiyon gösterebilir ve takt zamanı kavramı oluşturulabilir. Sadece malzeme değil üretim emrini (bilgiyi) de büyük partiler halinde taşımak istenmemektedir.

### **2.3.6. Tempo Ayarlayıcı Prosesten Önceki Proseslerde “Her Parça Her Gün” Üretim Yeteneği Geliştirmek**

Akış üzerinde tempo ayarlayıcı prosesten önce bulunan üretim prosesleri model değişim sürelerini azaltarak ve daha küçük partiler halinde çalışarak, daha sonraki proseslerin ihtiyaçlarında meydana gelecek değişimlere daha hızlı cevap verebilecektir. Ayrıca kendi süpermarketlerinde daha az stok tutmak isteyeceklerdir. Bu durum hem parça imalatı hem de proses endüstrilerine uygulanabilmektedir.

Genel olarak değer akış haritası üzerindeki bilgi kutusuna ya parti büyüklüğü ya da EPE yazılır. EPE, ‘every part every’ nin kısaltmasıdır ve sonuna hafta, gün, vardiya, saat, dilim veya takt gibi bir zaman dilimi ilave edilir. Bu terim, bütün parça çeşitlerinden üretmek için prosesin hangi sıklıkta model değişimi yapacağını tanımlar. Birçok fabrikada başlangıç hedefi, çok kullanılan parçaları en azından her gün üretmektir. Önceki sayfalarda da belirtildiği gibi bu sistemin uygulanabilmesi ve israfların minimum olabilmesi için model değişim sürelerinin oldukça düşük olması gerekir.

DAH uygulamalarının amacı kısa sürede gerçekleştirilecek olan gelecek durum değer akışının uygulanması ile israf kaynaklarını ortaya çıkarmak ve onları ortadan kaldırmaktır. Amaç, her prosesin müşterisine sürekli akış veya çekme sistemi ile bağlandığı ve her prosesin yalnızca müşterisinin ihtiyacı olan ürünü ihtiyacı olduğunda ve ihtiyaç adedince üretmeye çalıştığı bir üretim zinciri yaratmaktır.

Mevcut bir işletmede, mevcut bir ürün ve proses ile çalışılıyorsa, değer akışındaki bazı israflar ürün tasarımının, daha önceden alınan makinenin ve bazı faaliyetlerin yerleşimleri arasındaki mesafenin sonucu olarak ortaya çıkacaktır. Mevcut durumun bu özellikleri belki hemen değiştirilemez. Yeni bir ürün söz konusu olmadıkça, gelecek durum haritasında ilk adım; ürün tasarımlarını, proses teknolojilerini ve fabrika yerleşimlerini verilmiş koşullar olarak almak ve bu özelliklerden kaynaklanmayan bütün israf kaynaklarını mümkün olduğu kadar hızlı bir şekilde ortadan kaldırmaya çalışmak olmalıdır. Yani öncelikle “sahip olduğumuz ile ne yapabiliriz?” sorusuna yanıt aranmalıdır [2].

Gelecek durum çizimi yukarıda bahsedilen konu başlıkları göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. Çizilen harita yapılabileceğinin en iyisi olmalıdır. Gelecek durum haritası

iziminden sonra yapılması hedeflenen işler sıralanarak sırasıyla tamamlanır. Uygulama aşamasının uzun sürmesi bazen işletme kaynaklı olabileceği gibi bazen de tedarikçi/müşteri kaynaklı da olabilecektir. Gelecek durumda yer alan konu başlıklarındaki iyileştirmelerin sonlandırılmasıyla önceden çizilen gelecek durum standart hale gelir ve mevcut durum halini alır. Bu durumda mevcut durum haritası çizimi baştan yapılarak buna göre yeni bir gelecek durum ortaya konur ve çizilen bu gelecek durum haritasına ulaşabilmek için çalışmalara başlanır. Yani gelecek durum sürekli yenilenme süreci halindedir. Bu yenilenme hiçbir zaman son bulmayıp devam edecektir. Sonu olmayan bu süreç yalın üretimin en temel felsefesi olan sürekli iyileştirme kavramının tam karşılığıdır. Bu felsefe doğrultusunda hedeflenen duruma ulaşıldığı anda yeni bir hedef nokta belirlenir ve yeni hedef noktasına ulaşmak üzere çalışmalar yapılarak sürekli iyileştirme sağlanır.

### 3. BÖLÜM

#### UYGULAMA ÇALIŞMASI

Çalışmada yer alan DAH uygulaması otomotiv yan sanayi olarak hizmet veren bir işletmede yapılmıştır. İşletme plastik enjeksiyon ile parça üretimi yapmaktadır. Enjeksiyon sonrası müşteri talebine göre boyama işlemi veya montaj işlemleri yapılmaktadır. İşletmede otomotivde kullanılan birçok plastik parçanın üretimi yapılmaktadır. Aşağıda üretilen bazı parçaların listesi yer almaktadır:

Tablo 3.1. İşletmede üretilen parça listesi

PARÇA ADI
EL FRENİ KONSOLU
YOĞUŞTURUCU HAZNE
ENSTRÜMAN PANELİ YAN KAPAK
ALT BASAMAK
ARKA SÜS PARÇASI
LENS-KEDİGÖZÜ
TABAN-KEDİGÖZÜ
SU YÖNLENDİRİCİ
DAVLUMBAZ
BENZİN DEPO GÖVDE KOMPLE
PLASTİK KORUYUCU
DİREKSİYON GİYDİRME
TUTAMAK GÖVDE
BAGAJ KAPI GÜNEŞLİK
SİNYAL CAMI
SÜS CAMI

PARÇA ADI
ARKA EŞİK ÇITASI
FAN TAŞIYICI
KAPAMA CAM ÖNÜ
KAPI ÇITASI
BAGAJ ÇITASI
ÖN IZGARA
ÖN GÖĞÜS
JANT KAPAĞI
GEÇİŞ KAPAMA
MOTOR KAPAĞI

Çalışmada DAH çizimi yapılması hedeflenen ürün seçilerek mevcut durum haritası çizilmiştir. Ardından iyileştirme fırsatları olabilecek noktalar belirlenerek seçilen boyahane hattında Arena 14.0 programı ile boyahane alanı simülasyonu yapılmıştır. Simülasyon çalışmasında programda yer alan araçlar sayesinde farklı senaryolar üretilerek çalışmada önemli olan konu başlıklarının karşılaştırılması verilmiş ve optimum sonucu veren senaryoya göre gelecek durum haritası çizilerek yapılan iyileştirme çalışmaları anlatılmıştır. Bölümün son kısmında ise mevcut ve gelecek durum karşılaştırılması verilerek çalışma sonlandırılmıştır.

### 3.1. Ürün Ailesinin Seçimi

DAH çalışması yapılabilmesi için öncelikle çalışma yapılması istenen ürün veya ürün grubunun belirlenmesi gerekmektedir. DAH çizilecek ürün işletme üst yönetimi tarafından belirlenebileceği gibi sorun yaşanan ürün veya prosesler göz önünde bulundurularak işletmeye en çok fayda sağlayacak şekilde ilgili bölüm çalışanları tarafından, üst yönetimin onayıyla seçilebilmektedir. Bu çalışmada yeni proje geçiş sürecinde yaşanan sorunlar göz önünde bulundurularak ürün grubu seçilmiş ve üst yönetim onayı alınarak çalışmalar yapılmıştır. Aynı süreçlerde ilerleyen zamanlarda yeni proje devreye alınması da göz önünde bulundurulmuş ve olası sorunlar doğrultusunda çalışmalara yön verilmiştir.

DAH uygulamalarında genelde ürün odaklı çalışılmasına karşın bu çalışmada proses odaklı çalışılarak ürün akış sürecinde iyileştirme hedeflenmiştir. Burada seçilen proses kısıt kaynak olarak görülen boyahane prosesidir. Boyahane farklı tipte parçalar boyanabilmektedir. İşletmenin boyhanesinde mevcut durumda boyanan parçalara ait detaylı liste aşağıda yer almaktadır:

Tablo 3.2. Eylül 2012 itibariyle boyanan parça listesi

Müşteri	Proje Adı	Parça Adı
RENAULT	X98	KAPI ÇITASI
FLINS	X98	KAPI ÇITASI
RENAULT	X98	KÜÇÜK ÇITA
RENAULT	X98	DİFÜZÖR
RENAULT	L38, B32	KAPI ÇITASI
RENAULT	L38	BAGAJ ÇITASI
HYUNDAI	i20	ÖN GÖĞÜS
MERCEDES	TRAVEGO	KONSOL
MERCEDES	TRAVEGO	MENTEŞE KAPAK
MERCEDES	TRAVEGO	SERVİS KAPAK
TOYOTA	850L	KAPI KOLU

Mevcut durumda parça çevrim süreleri ve aynı anda boyanan parçalara bakıldığında herhangi bir sorun yaşanmamaktadır. Ancak yeni dönemde devreye girmesi hedeflenen parçalarla birlikte boyahane alanında kapasite sorunu yaşanmaktadır. Çalışmada boyahane sürecinin seçilmesi bu sebeptendir. DAH yapılacak ürün ailesi seçimi yine boyahanenin kısıt proses olduğu göz önünde bulundurularak yapılacaktır. Odak proses boyahane olmasına rağmen değer akış mantığı doğrultusunda tüm resme bakılacak ve yapılacak çalışmalar tedarikçiden müşteriye kadar olan tüm süreçleri kapsayacak şekilde olacaktır.

İşletme tarafından alınan yeni projelerle boyahane boyanması planlanan parça listesi aşağıdadır:

Tablo3.3. Eylül 2013 itibariyle boyanacak parça listesi

Müşteri	Proje Adı	Parça Adı
RENAULT	X98	KAPI ÇITASI
FLINS	X98	KAPI ÇITASI
RENAULT	X98	KÜÇÜK ÇITA
RENAULT	X98	DİFÜZÖR
RENAULT	L38, B32	KAPI ÇITASI
RENAULT	L38	BAGAJ ÇITASI
HYUNDAİ	i20	ÖN GÖĞÜS
MERCEDES	TRAVEGO	KONSOL
MERCEDES	TRAVEGO	MENTEŞE KAPAK
MERCEDES	TRAVEGO	SERVİS KAPAK
TOYOTA	850L	KAPI KOLU
<i>HYUNDAI</i>	<i>i10</i>	<i>KAPI ÇITASI</i>
<i>HYUNDAI/MOBIS</i>	<i>i10</i>	<i>ÖN PANEL GİYDİRME</i>
<i>HYUNDAI/MOBIS</i>	<i>i10</i>	<i>ÜFLEÇ TUTUCU</i>
<i>HYUNDAI/MOBIS</i>	<i>i10</i>	<i>ÖN GÖĞÜS</i>

Süreçte üretilen tüm ürünler için ayrı ayrı DAH çizilmeyip pilot ürün seçilerek çalışmalar yapılmıştır. Ardından diğer parçalar için aynı çalışmanın yapılması planlanmıştır. Ürün seçimi olarak hatta en çok boyanan kapı çitası seçilmiştir. Kapı çitası arabaların sağında ve solunda önde ve arkada olmak toplam 4 adet bulunmaktadır. Bu kapı çitalarının boyalı ve desenli opsiyonu bulunmaktadır. Ayrıca desenli kapı çitalarda da krom çitalı ve krom çitasız olmak üzere farklı iki opsiyon yer almaktadır. Ancak çalışmada desenli parçalar göz ardı edilerek sadece boyanan kapı çitalarında çalışmalar yapılmıştır. Boyanan bu kapı çitaları toplam kapı çitaların yaklaşık %40'ını oluşturmaktadır. Çalışmalarda tüm hesaplamalar buna göre yapılmıştır.

### 3.2. Mevcut Durum Haritasının Çizilmesi

Ürün seçimi yapıldıktan sonraki ilk iş ürüne ait bilgilerin elde edilmesidir. İşletmede ürüne ait veriler bulunduğu için yeniden veri alınmamıştır; verilerin üretim sahasında doğrulanması sağlanmıştır. Gerekli verilerin farklı bölümlerden alınması gerekmektedir.

Mevcut durumda gerekli veriler ile bu verilerin temin edileceği bölüm ve sorumluyu gösteren liste aşağıda yer almaktadır:

Tablo 3.4. DAH hazırlık için gerekli veriler listesi

GRUP	GEREKLİ BİLGİ	BÖLÜM	SORUMLU
SEVKİYAT	Müşterinin çalıştığı vardiya sayısı	Sevkiyat	Sevkiyat Sorumlusu
	Bitmiş ürünün hangi depoda stoklanacağı	Sevkiyat	Sevkiyat Sorumlusu
	Bitmiş ürünün hangi depodan sevk edileceği	Sevkiyat	Sevkiyat Sorumlusu
	Sevkiyat yöntemi (kamyon / tır / deniz vs.)	Sevkiyat	Sevkiyat Sorumlusu
	Sevkiyat sıklığı (günde kaç kez sevkiyat yapılıyor?)	Sevkiyat	Sevkiyat Sorumlusu
	Sevkiyat yapılırken bu üründe kaç kişi çalışıyor?	Sevkiyat	Sevkiyat Sorumlusu
	Müşteri öngörülleri hangi periyotlarda alınıyor?	Sevkiyat	Sevkiyat Sorumlusu
	Müşteri öngörülleri hangi formatta alınıyor?	Sevkiyat	Sevkiyat Sorumlusu
	Kesin siparişler hangi sıklıkta alınıyor?	Sevkiyat	Sevkiyat Sorumlusu
	Kesin siparişler hangi formatta alınıyor?	Sevkiyat	Sevkiyat Sorumlusu
	Bir paleti stok adresine taşıma süresi	Sevkiyat	Sevkiyat Sorumlusu
	Ortalama bir paleti rafa yükleme süresi	Sevkiyat	Sevkiyat Sorumlusu
	Bir paleti raftan sevkiyat hazırlama alanına taşıma süresi	Sevkiyat	Sevkiyat Sorumlusu
	Bir paletin sevkiyat hazırlama süresi (etiketleme, barkod okutma, kanban etiketi takma vb.)	Sevkiyat	Sevkiyat Sorumlusu
	Bir paletin müşteri aracına yükleme süresi	Sevkiyat	Sevkiyat Sorumlusu
	Kasa içi miktar	İkincil Ekipmanlar & Otomasyon	İkincil Ekipmanlar & Otomasyon Teknikeri
Ürünün boyahanedeki konveyör hızı veya parça çevrim süresi	Boyahane	Boyahane Mühendisi	

GRUP	GEREKLİ BİLGİ	BÖLÜM	SORUMLU
BOYAHANE	Boyahannede tek seferde kaç parça boyanacağı	Boyahane	Boyahane Mühendisi
	Bu ürüne geçiş için gerekli hazırlık süresi	Boyahane	Boyahane Mühendisi
	Boyanan parçalardan; ilk seferde doğruluk yüzdesi	Boyahane	Boyahane Mühendisi
	Bu üründen boyahannede hangi sıklıkta boyanacağı	Üretim Planlama	Planlama Mühendisi
	Bu ürün için boyahane bandında çalışan operatör sayısı	Boyahane	Boyahane Mühendisi
	Bitmiş ürün paket içi adedi (bandın sonunda direkt müşteriye gideceği pakete konuluyorsa o paketin içinde kaç adet bulunuyor)	Boyahane	Boyahane Mühendisi
	Boyanan ürün bitmiş ürün paket içi adedi (ürün boyahane-montaja gidiyorsa)	Boyahane	Boyahane Mühendisi
	Boyanan ürünler için bir paket ürünü monte edip kasaya yerleştirme süresi (ürün boyahane-montaja gidiyorsa)	Boyahane	Boyahane Mühendisi
	Boyahane montajda bu ürünün için çalışan operatör sayısı (ürün boyahane-montaja gidiyorsa)	Boyahane	Boyahane Mühendisi
	Boyahanedeki diğer ürünler için boyahannede konveyör hızı	Boyahane	Boyahane Mühendisi
	Boyahanedeki diğer ürünlerde kaçlı boyandığı bilgisi	Boyahane	Boyahane Mühendisi
	Boyahanedeki diğer ürünler için hazırlık süreleri	Boyahane	Boyahane Mühendisi
	Boyahanedeki diğer ürünler için ilk seferde doğruluk yüzdesi	Boyahane	Boyahane Mühendisi
	Boyahanedeki diğer ürünler boyahannede hangi sıklıkta boyanacağı	Boyahane	Planlama Mühendisi
	Boyahanedeki diğer ürünler için boyahane bandında çalışan operatör sayısı	Boyahane	Boyahane Mühendisi
Boyahanedeki diğer ürünler için bitmiş ürün paket içi adedi (bandın sonunda direkt müşteriye gideceği pakete konuluyorsa o paketin içinde kaç adet bulunuyor)	Boyahane	Boyahane Mühendisi	

	<b>GEREKLİ BİLGİ</b>	<b>BÖLÜM</b>	<b>SORUMLU</b>
	Boyahanedeki diğer ürünler için bitmiş ürün paket içi adedi (ürün boyahane-montaja gidiyorsa)	Boyahane	Boyahane Mühendisi
	Boyahanedeki diğer ürünler için bir paket ürünü monte edip kasaya yerleştirme süresi (ürün boyahane-montaja gidiyorsa)	Boyahane	Boyahane Mühendisi
	Boyahanedeki diğer ürünler için montajda bu ürün için çalışan operatör sayısı (ürün boyahane-montaja gidiyorsa)	Boyahane	Boyahane Mühendisi
	Ürüne enjeksiyondan sonra başka bir makinede işlem yapılacak ise buradaki çevrim süresi	İkincil Ekipmanlar & Otomasyon	İkincil Ekipmanlar & Otomasyon Mühendisi
	Ürüne enjeksiyondan sonra başka bir makinede işlem yapılacak ise buradaki çalışan operatör sayısı	İkincil Ekipmanlar & Otomasyon	İkincil Ekipmanlar & Otomasyon Mühendisi
<b>ENJEKSİYON SONRASI DİĞER İŞLEMLER</b>	Ürüne enjeksiyondan sonra başka bir makinede işlem yapılacak ise buradaki kalıp değişim süresi	Üretim	Üretim Mühendisi
	Ürüne enjeksiyondan sonra başka bir makinede işlem yapılacak ise buradaki hurda oranı	Üretim	Üretim Mühendisi
	Ürüne enjeksiyondan sonra başka bir makinede işlem yapılacak ise buradaki bitmiş ürün paket adedi bilgisi	Üretim Planlama	Planlama Mühendisi
	Ürüne enjeksiyondan sonra başka bir makinede işlem yapılacak ise burada bu ürünün hangi sıklıkta basılacağı bilgisi ve parti büyüklüğü	Üretim Planlama	Planlama Mühendisi
	Ürüne enjeksiyondan sonra başka bir makinede işlem yapılacak ise burada ortalama stok seviyesi ne olacak, ortalama stok seviyesinin neden bu seviyede seçildiğinin analizi	Üretim Planlama	Planlama Mühendisi

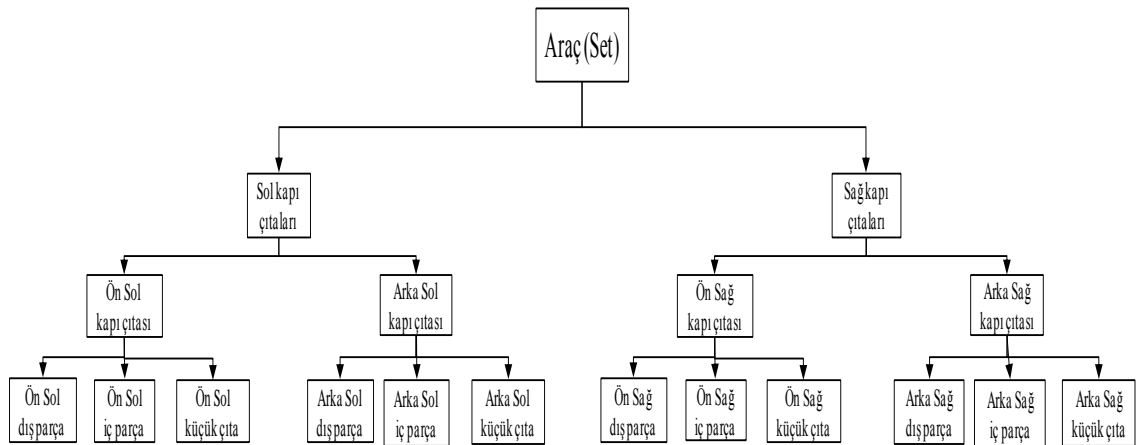
GEREKLİ BİLGİ	BÖLÜM	SORUMLU
Ürüne enjeksiyondan sonra başka bir makinede işlem yapılacak ise bu makinede üretilen diğer ürünlerin referansları ve tanımları	Üretim Planlama	Planlama Mühendisi
Ürüne enjeksiyondan sonra başka bir makinede işlem yapılacak ise bu makinede üretilen diğer ürünlerin cycle time'ları	Üretim Planlama	Planlama Mühendisi
Ürüne enjeksiyondan sonra başka bir makinede işlem yapılacak ise bu makinede üretilen diğer ürünlerin çalışan operatör sayıları	Üretim Planlama	Planlama Mühendisi
Ürüne enjeksiyondan sonra başka bir makinede işlem yapılacak ise bu makinede üretilen diğer ürünlerin kalıp değişim süreleri	Üretim	Üretim Mühendisi
Ürüne enjeksiyondan sonra başka bir makinede işlem yapılacak ise bu makinede üretilen diğer ürünlerin hurda oranları	Üretim	Üretim Mühendisi
Ürüne enjeksiyondan sonra başka bir makinede işlem yapılacak ise bu makinenin duruş yüzdesi (hazırlıklar sırasındaki kalıp bağlama, kalıp ayarı, robot ayarı ve ocak temizleme duruşlarını almayınız. hazırlık sırasında gerçekleşen duruşlar dışındaki diğer duruşlar için ortalama yüzde)	Üretim	Üretim Mühendisi
Ürüne enjeksiyondan sonra başka bir makinede işlem yapılacak ise bu makinede üretilen diğer ürünlerin bitmiş ürün paket adedi bilgisi	Üretim Planlama	Planlama Mühendisi
Ürüne enjeksiyondan sonra başka bir makinede işlem yapılacak ise bu makinede üretilen diğer ürünlerin günlük sipariş adedi	Üretim Planlama	Planlama Mühendisi
Ürüne enjeksiyondan sonra başka bir makinede işlem yapılacak ise bu makinede üretilen diğer ürünlerin makinede hangi sıklıkta basılacağı bilgisi? Parti büyüklükleri?	Üretim Planlama	Planlama Mühendisi

	<b>GEREKLİ BİLGİ</b>	<b>BÖLÜM</b>	<b>SORUMLU</b>
	Ürüne enjeksiyondan sonra başka bir makinede işlem yapılacak ise bu makineye üretim emri nasıl gidiyor? (kanban listesi, günlük üretim planı, haftalık üretim planı vs.)	Üretim Planlama	Planlama Mühendisi
	Ürüne enjeksiyondan sonra başka bir makinede işlem yapılacak ise burada bu üründe çalışan operatör iş analizi formu (hat dengeleme formu)	İkincil Ekipmanlar & Otomasyon	İkincil Ekipmanlar & Otomasyon Mühendisi
	Ürünün enjeksiyon çevrim süresi	Proses Geliştirme	Proses Geliştirme Mühendisi
	Üründe çalışan operatör sayısı	İkincil Ekipmanlar & Otomasyon	İkincil Ekipmanlar & Otomasyon Mühendisi
	Ürünün kalıp değişim süresi	Proses Geliştirme	Proses Geliştirme Mühendisi
<b>ENJEKSİYON MAKİNESİ</b>	Ürünün hurda oranı	Proses Geliştirme	Proses Geliştirme Mühendisi
	Ürünün çalıştığı makinenin duruş yüzdesi (hazırlıklar sırasındaki kalıp bağlama, kalıp ayarı, robot ayarı ve temizlik duruşları alınmamalı. Hazırlık sırasında gerçekleşen duruşlar dışındaki diğer duruşlar için ortalama yüzde)	Üretim	Üretim Mühendisi
	Ürünün bitmiş ürün paket adedi bilgisi	Üretim Planlama	Planlama Mühendisi
	Ürünün günlük sipariş adedi	Üretim Planlama	Planlama Mühendisi
	Ürün makinede hangi sıklıkta basılacak? Parti büyüklüğü ne olacak?	Üretim Planlama	Planlama Mühendisi
	Ortalama stok seviyesi ne olacak, ortalama stok seviyesinin neden bu seviyede seçildiğinin analizi	Üretim Planlama	Planlama Mühendisi

	<b>GEREKLİ BİLGİ</b>	<b>BÖLÜM</b>	<b>SORUMLU</b>
	Üründe çalışan operatör iş analizi formu (hat dengeleme formu)	İkincil Ekipmanlar & Otomasyon	İkincil Ekipmanlar & Otomasyon Mühendisi
	Planlanan makinede üretilen diğer ürünlerin referansları ve tanımları	Üretim Planlama	Planlama Mühendisi
	Planlanan makinede üretilen diğer ürünlerin çevrim süreleri	Üretim Planlama	Planlama Mühendisi
	Planlanan makinede üretilen diğer ürünlerin çalışan operatör sayıları	Üretim Planlama	Planlama Mühendisi
	Planlanan makinede üretilen diğer ürünlerin kalıp değişim süreleri	Üretim	Üretim Mühendisi
	Planlanan makinede üretilen diğer ürünlerin hurda oranları	Üretim	Üretim Mühendisi
	Planlanan makinede üretilen diğer ürünlerin bitmiş ürün paket adedi bilgisi	Üretim Planlama	Planlama Mühendisi
	Planlanan makinede üretilen diğer ürünlerin günlük sipariş adedi	Üretim Planlama	Planlama Mühendisi
	Planlanan makinede üretilen diğer ürünler makinede hangi sıklıkta basılacak? Parti büyüklükleri ne olacak?	Üretim Planlama	Planlama Mühendisi
	Üretim emri seçilen makineye nasıl gidiyor? (kanban listesi, günlük üretim planı, haftalık üretim planı vs.)	Üretim Planlama	Planlama Mühendisi
	Üründe kullanılan hammaddenin ve alt parçaların tedarikçisi	Malzeme Planlama	Malzeme Planlama Mühendisi
	Üründe kullanılan hammaddenin ve alt parçaların tedarikçisinin menşei	Malzeme Planlama	Malzeme Planlama Mühendisi
	Üründe kullanılan hammaddenin ve alt parçaların tedarikçilerine öngörüler hangi sıklıkta atılıyor?	Malzeme Planlama	Malzeme Planlama Mühendisi
<b>MALZEME PLAN</b>	Üründe kullanılan hammaddenin ve alt parçaların tedarikçilerine öngörüler hangi araç kullanılarak atılıyor? (telefon, faks, e-mail gibi)	Malzeme Planlama	Malzeme Planlama Mühendisi

GEREKLİ BİLGİ	BÖLÜM	SORUMLU
Üründe kullanılan hammaddenin ve alt parçaların tedarikçilerine kesin siparişler hangi sıklıkta atılıyor?	Malzeme Planlama	Malzeme Planlama Mühendisi
Üründe kullanılan hammaddenin ve alt parçaların tedarikçilerine kesin siparişler hangi araç kullanılarak atılıyor? (telefon, faks, e-mail gibi)	Malzeme Planlama	Malzeme Planlama Mühendisi
Üründe kullanılan hammaddenin ve alt parçaların nakliye yöntemi	Malzeme Planlama	Malzeme Planlama Mühendisi
Üründe kullanılan hammaddenin ve alt parçaların yol süresi	Malzeme Planlama	Malzeme Planlama Mühendisi
Tedarikçi hangi sıklıkta teslimat yapıyor? (haftada 1 kez, günde 1 kez gibi)	Malzeme Planlama	Malzeme Planlama Mühendisi
Üründe kullanılan hammaddenin ve alt parçaların teslimat paket tipi ve büyüklüğü	Malzeme Planlama	Malzeme Planlama Mühendisi
Üründe kullanılan hammaddenin ve alt parçaların bir adet üründe kaç gram ya da kaç adet kullanıldığı bilgisi	Malzeme Planlama	Malzeme Planlama Mühendisi
Üründe kullanılan hammaddenin cinsi	Malzeme Planlama	Malzeme Planlama Mühendisi
Üründe kullanılan hammadde ve alt parçalar için ortalama hedef stok seviyesi	Malzeme Planlama	Malzeme Planlama Mühendisi
Hammadde ve alt parçalar için ortalama stok seviyesinin neden bu seviyede seçildiğinin analizi	Malzeme Planlama	Malzeme Planlama Mühendisi
Hammaddenin ve alt parçaların malzeme kabul yapıldığı depo / silo	Malzeme Planlama	Yarı Mamul Depo Sorumlusu
Hammaddenin ve alt parçaların stoklandığı depo/ silo	Malzeme Planlama	Yarı Mamul Depo Sorumlusu
Hammaddenin ve alt parçalar makinelere nasıl teslim ediliyor (kanban, iş emrine göre makineye teslim gibi)	Malzeme Planlama	Yarı Mamul Depo Sorumlusu

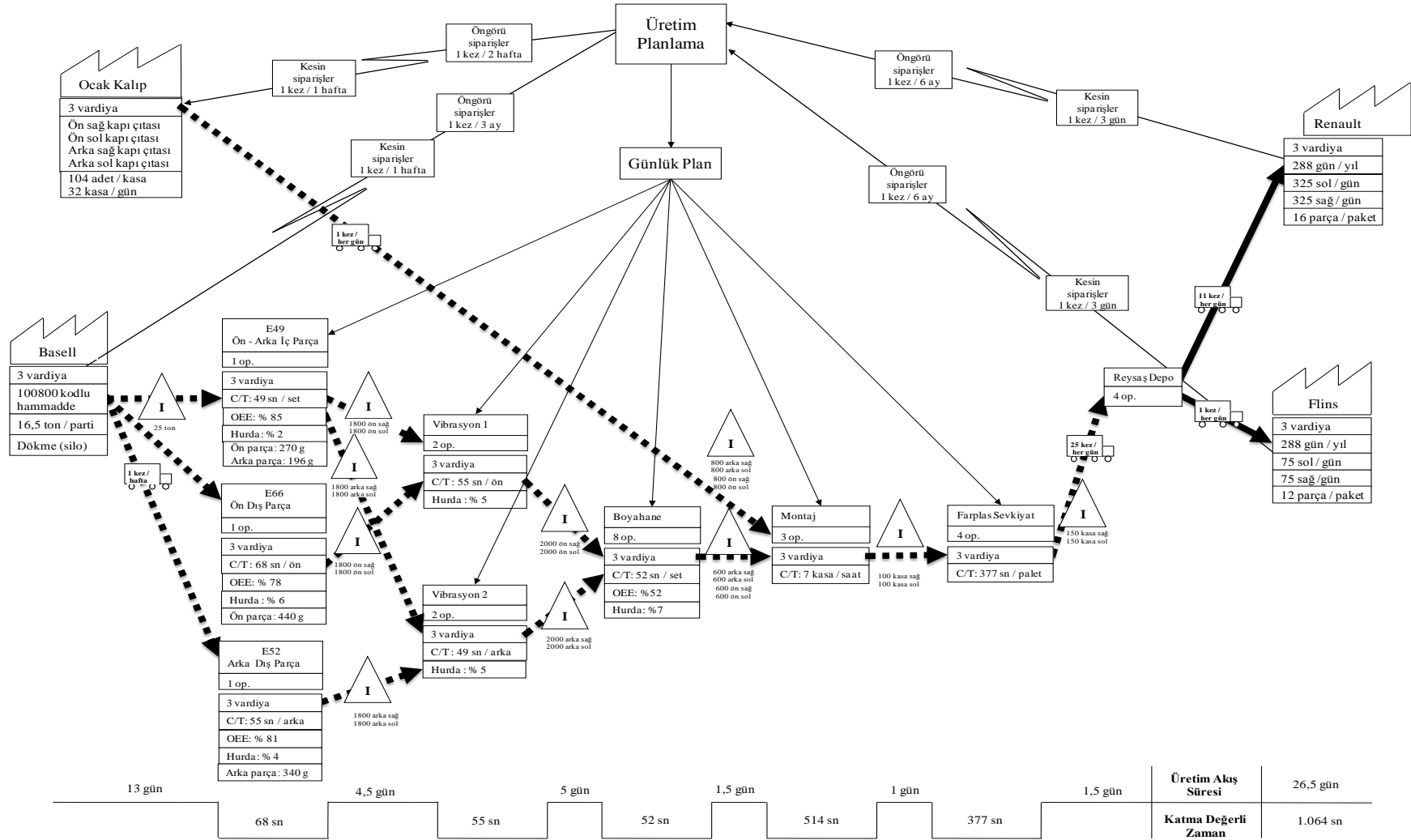
İlgili birimlerden alınan verilerden sonra DAH çizimine başlanmıştır. Çalışmalar üretim sahasında ölçümler yapıp verileri doğrularak ilk etapta A3 boyutunda kâğıda çizilmiştir. Böylece yapılan hataların sahada görülmesi kolaylaşmıştır. Çizilen harita, ürün ve malzeme akışı birkaç kez izlenerek doğrulanmış ve mevcut durum çizilmiştir. Yapılan DAH çiziminin anlaşılır olabilmesi için önce ürüne ait ürün ağacı bilgisi verilmiş ve ardından çizilen mevcut durum haritası verilmiştir. Ürün ağacından da görüleceği gibi kapı çitası 3 parçadan oluşmaktadır; kapı çitası dış parçası, kapı çitası iç parçası ve vibrasyon kaynak makinesinde kaynak yapılan kapı çitası parçasına montajı yapılan küçük çita parçaları. Aşağıdaki şekilde anlatılan seçilen ürüne ait ürün ağacı bilgisi verilmektedir:



Şekil 3.1. Seçilen ürüne ait ürün ağacı bilgisi

Yukarıdaki şekilden de seçilen ürün olan kapı çitası bir araçta sağ ve sol taraflarda yer almaktadır. Her iki tarafta bulunan bu kapı çitaları ise ön kapı çitası ve arka kapı çitası olarak ikiye ayrılmıştır. Ön kapı çitası ve arka kapı çitası ise toplam üç parçadan oluşmaktadır; dış parça, iç parça ve küçük çita. Her üç parça da enjeksiyonda üretilmektedir. İç parçalar aynı anda sağ ön parça, sol ön parça, sağ arka parça ve sol arka parça olmak üzere toplam dört adet üretilmektedir. Dış parçalar ise dış ön sol parça ve dış ön sağ parça birlikte üretilip dış arka sol parça ve dış arka sağ parça ise birlikte üretilmektedir.

Aşağıda seçilen ürüne ait mevcut durum DAH çizimi yer almaktadır:



Şekil 3.2. Mevcut durum haritası

Yukarıdaki şekli metin olarak ifade etmek gerekirse, DAH mantığıyla müşteriden tedarikçiye doğru tüm malzeme ve bilgi akışına ait bilgiler aşağıdaki gibi açıklanabilir:

- Üretim Planlama tarafından müşteriye ait ürünler için talep tahmini yapılır ve buna göre malzeme ihtiyaç planlaması yapılarak hammadde ve alt parça gerekleri tespit edilir. Stok durumu da göz önünde bulundurularak tedarikçilere belirli dönemleri içeren öngörü sipariş bilgisi ve kesinleşmiş sipariş bilgisi iletilir. Bu durum müşteri ve üretim planlama arasında da aynı şekilde yapılmaktadır.
- Tedarikçiden gelen hammadde ve alt parçalar hammadde ve yarı mamul depolarında stoklanır. Bu malzemelere ait birim ölçüsü adet, kilo, litre gibi çeşitli birimler olabilir. İşletmede kullanılan hammaddeler için bu birim tondur, alt parçalar için malzemelerin paketlenildiği farklı ebatlardaki kasadır. Yukarıdaki şekle göre Basell'den alınan 100800 kodlu hammaddeden 25 ton stok bulunmaktadır. Bu hammadde haftada 1 kez ve 16,5 tonluk partilerde ve dökme halinde gelmektedir. Ocak Kalıptan gelen küçük çıtalara ise kasalarda gelmektedir. Günlük sevkiyat yapılan küçük çıtalara günde 32 kasa gelmektedir ve kasadaki parça sayısı 104 adettir.
- Yukarıdaki çizim malzemenin akış sırasına göre düzenlenmiştir. Buna göre hammadde enjeksiyon makinelerinden çıktıktan sonra kaynak yapılır. Ardından kaynaklı parçaların dış yüzeyi boyanarak küçük çita montajı yapılır ve sevkiyata verilir. Sevkiyat alanından depo alanına gönderilerek müşteri isteğine hazır hale gelmiş olur.
- Ürün ağacından da görüldüğü üzere en alt seviyede iç ve dış kapı çitası parçaları yer almaktadır. Hammadde olarak alınan malzeme buradaki 3 farklı enjeksiyon makinelerinde basılarak yarı mamul malzemeler elde edilmektedir.
- İç parçalar sağ ön, sağ arka, sol ön ve sol arka olmak üzere her çevrimde 4 adet çıkmaktadır. Çıkan bu parçalar demir kasalara konarak bekleyeceği alana götürülmektedir. Makinede 1 çalışan görevli olup 3 vardiya çalışmaktadır. Parçaya ait çevrim süresi 49 saniye, makinenin etkin kullanım oranı % 85 ve hurda oranı % 2 seviyesindedir.
- Dış parçalar ise farklı 2 makineden çıkmaktadır; ön dış parçalar, arka dış parçalar. Ön dış parçaların basıldığı makinede ön sağ ve ön sol aynı anda

çıkılmaktadır. Makinede 1 çalışan görevli olup, parçaya ait çevrim süresi 68 saniye, makine kullanım oranı % 78 ve hurda oranı diğer parçalara nazaran daha yüksek olup % 6 seviyesindedir. Arka parçaların basıldığı makinede ise arka sağ ve arka sol aynı anda çıkmaktadır. Makinede 1 çalışan görevlidir. Parçaya ait çevrim süresi 55 saniye, makine kullanım oranı % 81 ve hurda oranı % 4 seviyesindedir. Dış parçalar görsel parça olması nedeniyle çizilme ve darbe gibi taşıma esnasından yaşanacak olası sorunlara karşı özel poşetlere konarak demir kasalarda istiflenmektedir.

- Enjeksiyon makinelerinden çıkan malzemeler vibrasyon kaynağını beklemek üzere yarı mamul alanlarında bekletilir. Burada ortalama günlük 1800 adet sağ ön, 1800 adet sol ön, 1800 adet sol arka ve 1800 adet sağ arka olmak üzere her 2 vibrasyon makinesinde işlem görmek üzere bekleyen yaklaşık 4,5 günlük malzeme yer almaktadır. Burada bekleyen stok miktarının gün hesabı şu şekilde hesaplanmaktadır: Süreçler arasında bekleyen stok miktarı (1800 adet) müşterinin günlük talebine bölünür (400 adet) ve alanda bekleyen stok büyüklüğünün günlük hesabı yapılmış olur. Bu hesaplama tüm stok alanları için yapılmıştır.
- Vibrasyon 1 makinesine yarı mamul alanından E49 numaralı makineden çıkan ön sağ ve ön sol iç parçaları ile E66 numaralı makineden çıkan ön sağ ve ön sol dış parçalar taşınarak vibrasyon kaynağı yapılmaktadır. Makinede 2 çalışan görevli olup 3 vardiya çalışılmaktadır. Parçaya ait kaynak işlem süresi 55 saniye ve hurda oranı % 5 seviyesindedir.
- Vibrasyon 2 makinesine yarı mamul alanından E49 numaralı makineden çıkan arka sağ ve arka sol iç parçaları ile E52 numaralı makineden çıkan arka sağ ve arka sol dış parçalar taşınarak vibrasyon kaynağı yapılmaktadır. Makinede 2 çalışan görevli olup 3 vardiya çalışılmaktadır. Parçaya ait kaynak işlem süresi 55 saniye ve hurda oranı % 5 seviyesindedir.
- Vibrasyonda kaynak işlemi biten parçalar boyanmak üzere yarı mamul alanına taşınır. Burada boyanmak üzere bekleyen ortalama günlük 2000 adet ön sağ, 2000 adet ön sol, 2000 adet arka sağ ve 2000 adet arka sol parça bulunmaktadır. Alandaki stok 5 günlük stok olarak hesaplanmıştır.
- Vibrasyon 1 makinesinden çıkan ön sağ parça ile Vibrasyon 2 makinesinden çıkan arka sağ parça aynı kasaya konmaktadır. Aynı şekilde Vibrasyon 1

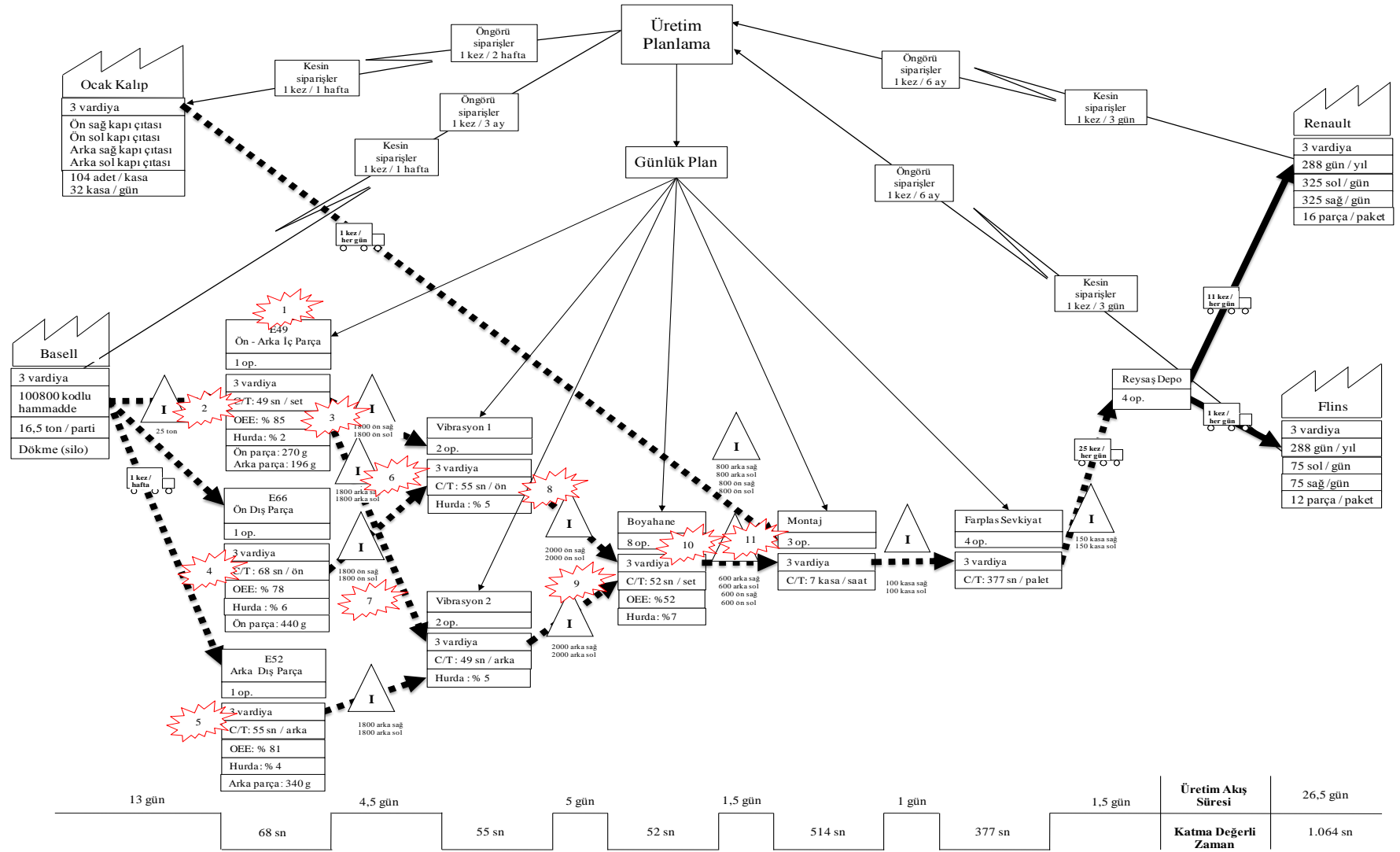
makinesinden çıkan ön sol parça ile Vibrasyon 2 makinesinden çıkan arka sol parça aynı kasaya konmaktadır. Parçalar taşınma esnasında hasar görme riskinden dolayı özel poşetlere konmaktadır.

- Kaynak işlemleri biten parçalar boyanmaktadır. Boyahane farklı istasyonlarda toplam 8 adet çalışan bulunmaktadır. Boyahane alanında parçalar hareketli konveyör üzerindeki demir askılıklara asılarak boyanır. Boyama askılarına 1 adet sağ ön, 1 adet sağ arka, 1 adet sol ön ve 1 adet sol arka parça takılmaktadır. 4 parça birden boyanan bu alanda işlem süresi 52 saniyedir. Hatta boyanan parçalar boyahanedeki operatör tarafından kontrol edilerek montaj alanına taşınmak üzere çizilme ve darbe gibi olası sorunlara karşı özel kaplanmış taşıma arabalarına konur ve montaj alanına taşınır. Montaj alanı ve boyahane arasında ortalama 600 adet sağ ön, 600 adet sağ arka, 600 adet sol ön ve 600 adet sol arka parça bulunmaktadır. Alanda bekleyen stok 1,5 günlük stok olarak hesaplanmıştır.
- Montaj alanına boyahaneden gelen parçalar taşıma esnasında çizilme riski olduğu için tekrar kontrol edilir ve küçük çıta montajı yapılarak paketlenmek üzere özel kasalara konur. Paketlerde müşteri talebine göre sağ veya sol parçalar aynı kasaya konmaktadır: 8 adet sağ ön parça ile 8 adet sağ arka parça veya 8 adet sol ön parça ile 8 adet sol arka parça veya 6 adet sağ ön parça ile 6 adet sağ arka parça veya 6 adet sol ön parça ile 6 adet sol arka parça bir kasayı tanımlamaktadır. Aynı şekilde sağ yerine sol parçalar da aynı kasaya konmaktadır; aynı kasada sadece sağ veya sadece sol parçalar bulunmaktadır. Alanda toplam 3 çalışan görevlidir. Kasa işleminin bitmesi için harcanan toplam zaman 514 saniyedir. Montaj sonrası paketlenmiş günlük ortalama 100 kasa sağ ve 100 kasa sol kapı çıtası bulunmaktadır. Bitmiş ürün kasalarında bekleyen bu stok 1 günlük stoku temsil etmektedir.
- Parçalar sevkiyata gönderilirken paletler halinde gönderilmektedir. Paketlenen 8 kasa 1 paleti oluşturmaktadır. Sevkiyat alanında 1 palet için 4 çalışan farklı istasyonlarda görevlidir ve toplam işlem süresi 377 saniyedir. Sevkiyattan günde 25 kez parça işletme tarafından depo olarak kiralanmış Reysaş depo alanına gönderilmektedir. Bu gönderimlerde kapı çıtaları ile müşterilerin istemiş olduğu diğer ürünlerde sevk edilmektedir.

- Son olarak müşteri tarafında görüldüğü üzere iki farklı müşteri bulunmaktadır: Renault ve Flins. Müşteriler günlük ortalama günlük 400 sol kapı çıtası, 400 sağ kapı çıtası istemektedir.
- Üretim hatlarına üretim bilgileri üretim planlama tarafından günlük olarak verilmektedir.
- Üretim akış süresi hesaplanırken E66 numaralı makinede üretilen ön kapı çıtası dış parçasının akışına ait veriler göz önüne alınmıştır. Gerekli tüm hesaplamalar bu parçaya göre yapılmıştır. Bu parçanın seçilmesinin sebebi ön kapı çıtası dış parçasının üretildiği E66 numaralı makinesinin darboğaz olmasıdır. Şöyle ki: Makine aynı anda 68 saniyede sağ ve sol ön parça olmak üzere 2 parça üretebilmektedir. Günlük 3 adet 30 dakikalık olmak üzere toplam 90 dakika yemek molası ve 15'er dakikalık 4 adet çay molası olmak üzere toplam 60 dakika duruş vardır. Günlük kullanılabilir süre buradan 21,5 saat olarak hesaplanmaktadır. Bu süre saniye cinsinden 77.400 saniyedir. E66 numaralı makinede belirtilen bu zamanın %40'ında boyanacak parçaların üretimini yapmaktadır (30.960 saniye). E66 numaralı makinenin ekipman etkinliği de göz önünde bulundurularak (%78) makinede üretilebilecek maksimum parça sayısı 355 adet olarak hesaplanmaktadır. Ancak müşteri talebi günlük 400 adettir. Dolayısıyla mesai yapılmaksızın bu makinede müşteri talepleri karşılanamamaktadır. Bu sebepten dolayı çalışmada E66 numaralı makinede üretilen ön kapı çıtası dış parçaya ait akış seçilmiştir.

### **3.3. Mevcut Durum İyileştirme Noktaları**

Çizimden de görüleceği gibi iyileştirmeye açık bazı yönler bulunmaktadır. Öncelikle mevcut durum DAH çiziminde bunların görselleştirilmesi gerekmektedir. Çizilen mevcut durum haritası üzerinden iyileştirmeye açık olarak görülen tüm noktalar şekil üzerinde gösterilmelidir. Aşağıda mevcut durum haritasında iyileştirme noktaları daha önceki sayfalarda belirtilen sembolüyle gösterilmiş ve yapılan çizimin ardından iyileştirme noktaları olarak belirtilen konular açıklanmıştır. Yapılan çizimin ardından her bir iyileştirme noktası detaylı olarak anlatılmıştır:



Şekil 3.3. Mevcut durum haritası iyileştirme noktaları

Gelecek durum çizimi yapılmadan önce yukarıdaki çizimde belirlenen iyileştirme noktaları açıklamak gelecek durum haritasını anlamakta kolaylık sağlayacaktır. Buna göre iyileştirme noktaları sırasıyla aşağıda açıklanmaktadır:

1. DAH uygulamaları fiziksel yerleşimi göstermemektedir. Ancak mevcut durum haritası çiziminde fiziksel yerleşimde sorun yaşandığı görülmüştür. Buna göre iç parçaların üretiminin yapıldığı E49 numaralı makine diğer makinelere uzak olduğu için malzemeler fazladan taşınmaktadır. Ayrıca vibrasyon makineleri ve diğer dış parçaların üretildiği makinelerde iş kazası yaşanma riski oldukça yüksektir. Kasaların makine alanına konması sonucunda çalışma alanı daralmakta ve forklift hareketlerini riskli hale getirmektedir. Alandaki daralma sebebiyle forklift yolu kapanarak alanda bulunan diğer makinelere erişim imkânsız hale gelmektedir. Bu sebeplerden dolayı iç parça üretimi E49 numaralı makinede yapılması yerine diğer makinelerin paralelinde yer alan E75 numaralı makineye taşınması araştırılabilir. Böylece hem malzeme hareketi azaltılacak hem de iş kazası riski ortadan kaldırılacaktır. Aynı şekilde vibrasyon makineleri de E75 numaralı makinenin yanına taşınarak ara taşımalar minimize edilmiş olacaktır. Aynı şekilde vibrasyon makineleri de uygun alan olarak görülen E75 numaralı enjeksiyon makinesinin yanına konabilir. Böylece alanda forklift hareketleri daha rahat olacağı gibi süreçler arası taşımalar azaltılmış olur.
2. İç parça üretimi yapılacak makinede (E49 veya E75) ürüne ait çevrim süresinde iyileştirme olabilir, ilk etapta proje geçişinde kabul edilen sürede prostedeki çeşitli parametrelerde değişiklikler yapılarak düşürülebilir.
3. İç parça basılan makinede hurda oranında iyileşme sağlanabilir. Farklı bir proje kapsamında değerlendirilmeye alınabilir.
4. E66 numaralı makinede iç parça basılan makinede olduğu gibi çevrim iyileştirilmesi yapılabilir. Proje geçiş süreci sonlandırıldığı için proses parametrelerinde yapılacak değişikliklerle bu sağlanabilir. Ayrıca makinede hurda oranını düşürmeye yönelik çalışmalar yapılabilir. Hurda değerinin azalması ve prosese müdahalelerin azalması ile OEE değerinin artması da görülecektir.
5. E52 numaralı makinede çevrim iyileştirme çalışmaları yaygınlaştırılabilir. Böylece ürüne değer katma süresi azalacaktır.

6. E75 numaralı makineden çıkan iç parçalar demir kasalara konarak yarı mamul alanına taşınmaktadır. Daha sonra ihtiyaç duyulduğunda tekrar taşınarak vibrasyon makineleri alanına taşınmaktadır. Yapılan bu taşımalar tamamen israftır. Hem taşımaları azaltmak hem de üstteki maddeyi destekler nitelikte vibrasyon makinelerinin hareketli konveyörle çalışması için E75 numaralı makineden çıkan parçalar aynı zamanda vibrasyon makinelerine verilirse, eş zamanlı üretim yapılacaktır. Böylece her 2 vibrasyon ve E75 numaralı makinenin çevrim zamanı aynı olacaktır. Ayrıca dış parçalar vibrasyon alanına geldiği sürece E75 sonrası iç parça stoku olmayacaktır.
7. DAH çiziminde ürünlerin taşınma esnasında kullanılan taşıma kasaları ve taşınırken kullanılan özel poşetler hakkında herhangi bilgi yoktur. Ancak üretim sahasında gözlemler yapılırken çalışanların dış parçaları koydukları özel poşetlerin hemen yırtılabildiği görülmüştür. Ayrıca poşetleme işlemi de tamamen israftır. Bunun yerine dış parçaların taşınması esnasında zarar görmesini engelleyecek taşıma kasaları yapılabilir. Buna benzer çalışmalar işletmede daha önceden yapılmıştır; uygulanabilir olduğu görülmüştür. Böylece parçalar zarar görmediği gibi kullanılan özel poşetler de artık kullanılmayacaktır. Yapılan taşıma kasaları belli sayıda olacağı için süpermarket görevi de yapacaktır. Alanda boş kasa olmadığı sürece E66 ve E52 numaralı makinelerde fazladan üretim yapılmayacaktır. Boşalan kasa adedince üretim yapılarak kendi içerisinde çizelge yapılmış olacaktır.
8. Vibrasyon kaynak makinelerinde çevrim sürelerinde iyileşme sağlanabilir. Vibrasyon kaynak makinelerinde kaynak yapılan iç parçalar ve dış parçalar yarı mamul stoku olarak demir kasalarda gelmektedir. Bu sebeple vibrasyon makinelerindeki çevrim süresi büyük ölçüde çalışana dayalıdır. Vibrasyon makineleri en düşük çevrimli enjeksiyon makinesi ile eş zamanlı çalışır hale getirilerek vibrasyon makinelerindeki çevrim süresinin çalışanın inisiyatifinden bağımsız hale gelecektir. Böylece enjeksiyon makineleri ve her 2 vibrasyon makinesinin eş zamanlı çalışması sağlanabilir.
9. Vibrasyon sonrasında boyahaneye taşınan taşıma kasalarına parçalar dış parçalarda olduğu gibi zarar görmemesi için özel poşete konmaktadır. Boyahanede hareketli konveyöre yetişebilmesi için 1 kişi sadece parçaları poşetten çıkartıp ayırmaktadır. Aynı kasada sağ ön ve sol ön veya sağ arka ve

sol arka parça olduğu için parçalar aynı kişi tarafından ayrılmaktadır. Dış parçalara yapılması planlanan taşıma kasaları boyahaneye gelen parçalar için de yapılabilir. Böylece parçaların zarar görmesi engelleneceği gibi özel poşetlerin maliyeti ortadan kaldırılacaktır. Ayrıca vibrasyon ve boyahane arasındaki stoklar taşıma kasalardaki göz adedine sabitlenerek üretim kontrol altına alınacaktır. Bunun yanında her bir parça farklı taşıma arabasına konarak her kasada tek tip parça olması sağlanabilir. Böylece parça ayırma işi ortadan kaldırılacaktır.

10. Müşteriler işletmeden sağ veya sol parça talep etmesine rağmen boyahane sağ ve sol parçalar birlikte boyanmaktadır. Malzeme akışının düzgün olabilmesi için müşteri talebine uygun üretim yapılmalıdır. Boya askılarında düzenleme yapılarak belirtilen işlem sağlanabilir. Ayrıca aynı anda 4 parça yerine daha fazla parça boyanması durumuna bakılabilir. Böylece parça bazında çevrim süresi düşürülebilir.
11. Boyanan parçalar montaj yapılmak üzere taşıma arabalarına konarak montaj alanına taşınmaktadır. Montaj alanında 3 operatör tezgâh mantığıyla çalıştığı için düşük verimlilikle çalışmaktadır. Montaj işlemi boyahanedeki hareketli konveyör sonrasında yapılabilir. Böylece çalışanların verimliliği artırılarak parça bazında çevrim süresi azalacaktır. Ancak burada unutulmaması gereken nokta şudur; boyahane çevrim süresinde iyileştirme sağlanırsa mevcut montaj operatörleri yeni çevrimde yeterli olmayabilir. Buna göre operatör sayısında artış yaşanabilir.

Yukarıdaki iyileştirme noktalarından da görüleceği gibi uygulamada yedi israf olarak bilinen gereksiz işlemler üzerinde iyileştirmeler hedeflenmektedir. Yapılması hedeflenen çalışmalar listelenmiş ve üst yönetime sunulmuştur. Bunun sonucunda eş zamanlı olarak iyileştirme çalışmaları başlamıştır.

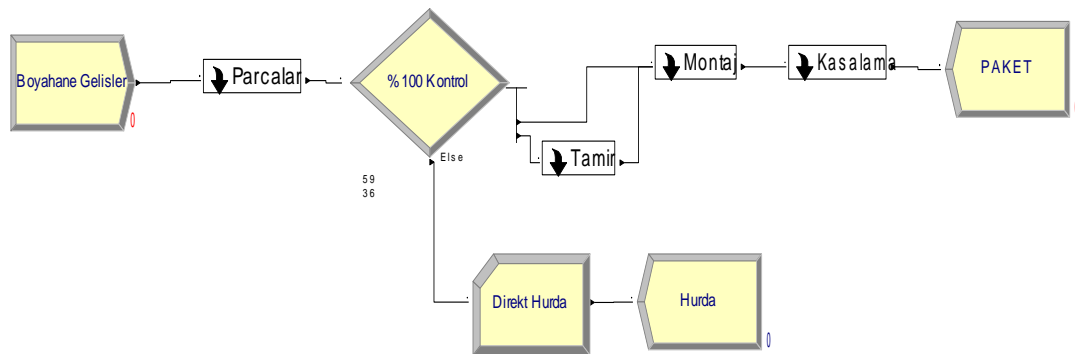
### **3.4. Gelecek Durum Haritasının Çizilmesi**

Gelecek durum DAH çizimi yapılmadan önce boyahane sonrasında Arena 14.0 simülasyon programı yardımıyla boyama prosesi sonrasında yapılan tamir ve montaj işlerinin boyama prosesi ile eş zamanlı çalışma durumu anlatılmıştır. Mevcut durumda boyahane sonrası montaj işlemi tezgâh mantığıyla yapılmaktadır; herhangi zorlayıcı unsur olmayıp çalışanların verimlilikleri oldukça düşüktür. Alanda mevcut durumda 3

çalışan görevli olup saatte ortalama 7 kasa paketleme yapılmaktadır. Bu alana parçalar iki taraftan gelmektedir:

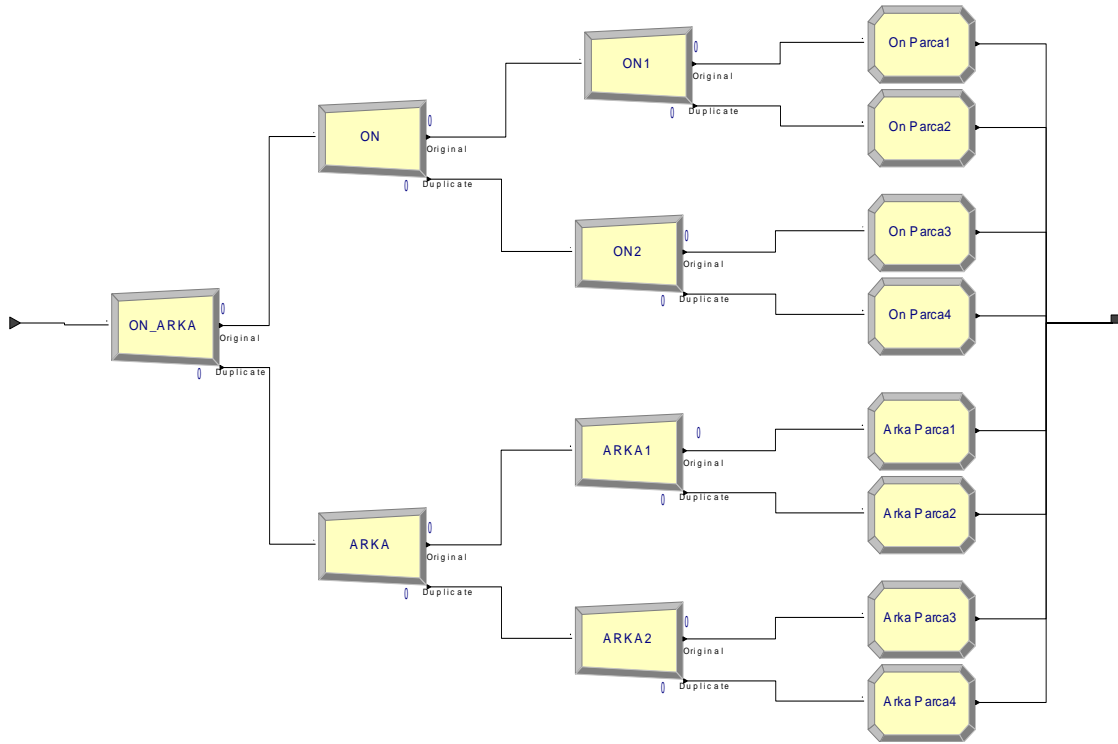
- Boyahaneden ilk seferde sağlam çıkan parçalar,
- Boyahane sonrasında tamir yapılmak üzere tamir alanına gidip işlem yapıldıktan sonra getirilen parçalar.

Montaj alanı gibi tamir alanında da hareketli konveyör olmadığı için tezgâh mantığı burada da vardır ve yine verimlilik düşüktür. Simülasyon programında montajın ve tamir işleminin boyahanedeki hareketli konveyöre bağlı olarak yapılacağı hedeflenerek model oluşturulmuştur. Her iki alanda veri alınarak bu verilerin dağılımı Arena 14.0'da yer alan Input Analyzer sayesinde belirlenmiş ve programda yerlerine yazılmıştır. Yapılan simülasyon programına ait ekran görüntüleri aşağıda yer almaktadır:



Şekil 3.4. Montaj ve tamir genel simülasyon ekran görüntüsü

Yukarıdaki şekilde boyahane yapıldığı hedeflenen tamir alanı ve montaj alanının boyahane sonrasında eş zamanlı olarak yapıldığı durum resmedilmiştir. Aynı şekilde boyanan kapı çitası sayısı mevcut durumdaki gibi dört adet olarak alınmayıp hedeflendiği gibi aynı anda sekiz parça boyanabileceği varsayımına göre simülasyonda veriler yerini almıştır. Yukarıda yer alan simülasyon ekranı genel resminden sonra simülasyon programında kurulan her bir alt modüle ait ekran görüntüleri ve modüllere ilişkin açıklamalar sırasıyla aşağıda verilmiştir. Aynı şekilde simülasyon programına ait çıktı bilgileri ekte yer almaktadır.:

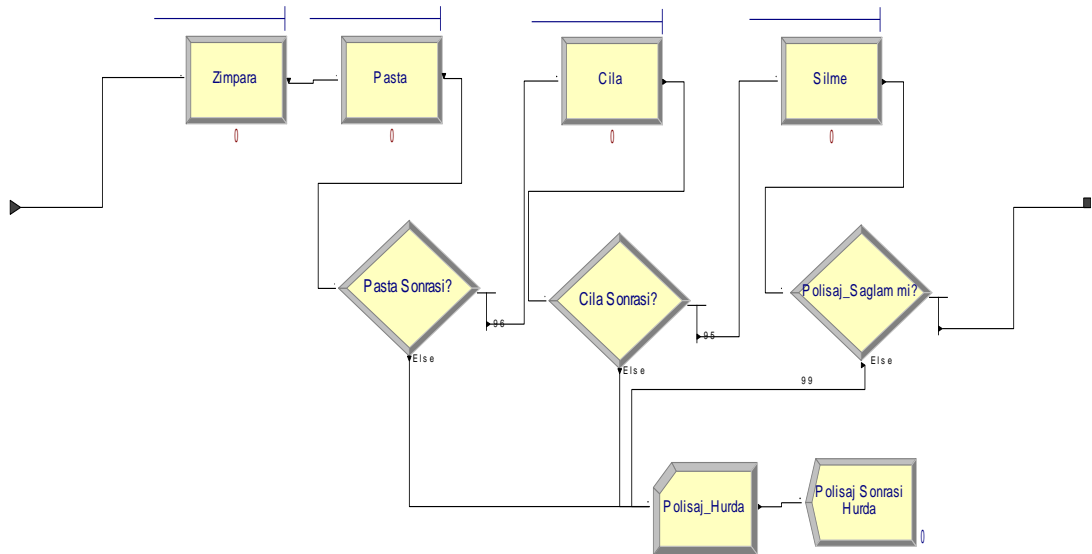


Şekil 3.5. “Parçalar” alt modülü ekran görüntüsü

Şekilde “Parçalar” alt modülü olarak yer alan modüle ait ekran görüntüsü yer almaktadır. Mevcut durum DAH sonrası iyileştirme noktalarından çıkan çalışma sonucunda parçalar müşteri talebine göre boyanması kararı alınarak bu yönde çalışmalar yapılmıştır. Çalışmalar parçaların 4 adet boyanması yerine 8 adet boyanması durumuna göre yapılmıştır. Buna göre 52 saniye aralıklarla demir askılıklara toplam 8 adet sağ veya 8 adet sol parça takılarak boyanacaktır. Aynı şekilde hattın parçaları alıp kontrol eden çalışan da 8 parçayı görsel kontrol ederek parçaların izleyeceği yol hakkında karar verecektir. Hattan alınan 8 parçanın 4 tanesi ön kapı çıtası, 4 tanesi de arka kapı çıtasıdır.

Hattan gelen parçalar %100 kontrol edildikten sonra genel simülasyon ekranından da görüleceği üzere;

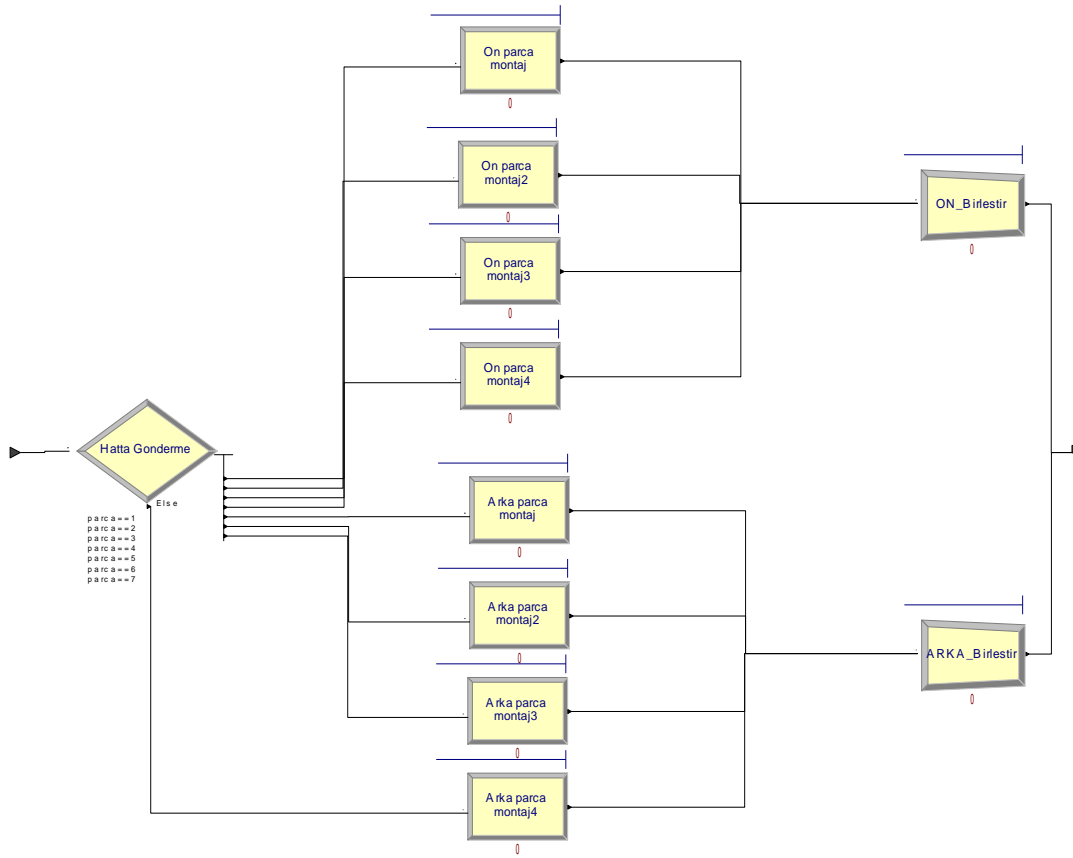
- Direkt hurdaya atılabilir.
- Tamir yapılmak üzere ayrılabilir.
- Montaj yapılmak üzere montaj masasına konabilir.



Şekil 3.6. “Tamir” alt modülü ekran görüntüsü

Boyama sonrası tamir alanına giden parçalara sırasıyla zımpara yapılır, zımpara yapılan alana özel macun kaplanır (pasta), macun üzerine parlaklık kazanması için cila sürülür ve son olarak parça üzeri silinir. Bu alanda zımpara dışındaki istasyonlarda farklı oranlarda parçalar hurdaya atılabilmektedir. Bunun dışında kalan büyük çoğunluk sağlam parçalardır ve işlem bittikten sonra montaj masasına konmaktadır.

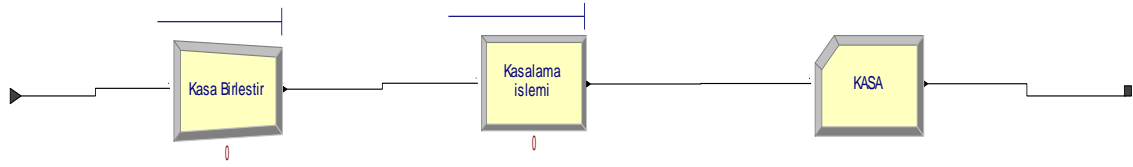
Mevcut durumda 4 parça hattan gelirken tamir yapılan alanda her istasyonda bir çalışan görevliyken yeni durumda hattan 8 parçanın gelmesi ile istasyonlarda dengesizlik olabileceği öngörüsüyle optimizasyon çalışması yapılmıştır. Buna göre sırasıyla zımpara, pasta, cila ve silme işlemini yapan çalışan sayılarını 1 ve 2 olmak koşuluyla farklı optimizasyon seçenekleri Arena 14.0 programında yer alan OptQuest aracılığıyla en fazla çıktı sayısını veren ve süreçler arası en düşük bekleme zamanlarını veren optimizasyon seçeneği seçilerek simülasyon programı çalıştırılmıştır. OptQuest aracında buna göre iki farklı amaç belirlenmiştir. Bunlardan ilki montaj alanı çıktı sayısını en büyüklerken diğer amaç ise istasyonlar arasında meydana gelecek bekleme zamanlarının azaltılmasıdır. Bunların yanında alanda görevli çalışanlara ait kaynak kullanım oranlarının belirlenen aralıklarda farklı optimizasyon seçeneklerinin kendi içinde karşılaştırılması yapılmıştır. Anlatılan bu bilgiler simülasyon programı ekran görüntülerinin ardından tablo halinde verilmiştir.



Şekil 3.7. “Montaj” alt modülü ekran görüntüsü

Montaj alt modülünde parçaların montaj sürelerinin dağılımları modülde yerine yazılmıştır. Alanda parça montajı yapılırken iş etüdü yapılarak çalışanların standart çalışması sağlanmıştır. Çalışanların montaj yaparken harcamış oldukları zamanlar tutulmuş ve Arena 14.0 programında yer alan Input Analyzer aracında bu verilerin dağılımı belirlenerek proses sürelerine bu dağılım süreleri yazılmıştır.

Bu alanda 4 adet arka kapı çıtası, 4 adet ön kapı çıtası montajını alandaki montaj çalışanları yapmaktadır. Mevcut durumda 3 çalışan hem alt parça getirip hem de montaj yaparken yeni durumda 3 kişi sadece montaj yapacak şekilde model tasarlanmıştır. Buna ilaveten montaj çalışanları ihtiyacı olan parçaları depodan almayıp gerekli tüm alt parçalar ve kasa ihtiyaçları başka bir çalışan tarafından temin edilecektir ve dolayısıyla alanda 4 operatör çalışacaktır. Montajı biten parçalar paketleme kasalarına konarak toplam 8 adet ön kapı çıtası ve 8 adet arka kapı çıtası olunca kasa dolmaktadır. Dolan bu kasayı alıp boş kasayı yerine getirme işi görevli çalışan tarafından yapılmaktadır.



Şekil 3.8. “Kasalama” alt modülü ekran görüntüsü

Yukarıdaki ekranda ön ve arka kapı çıtalarının birleştirilip kasalama işleminin yapıldığı istasyon resmedilmiştir. Modelde kasalama işlemini yapacak çalışan “*Montaj Kasacı*” olarak tanımlanmıştır. Mevcut durumda bu işlem montaj alanı çalışanları tarafından yapılmaktayken montaj çalışanlarının hareketli konveyörle eş zamanlı çalışması sonucu hat verimliliğini arttırmak için bu işlem başka bir çalışana verilmiştir.

Yukarıda belirtildiği gibi montaj alanı ve tamir alanında işlerin yapılabilmesi için farklı senaryolar OptQuest aracı yardımıyla oluşturulmuştur. Senaryolar tamir alanında tüm alanlarda 1 veya 2 çalışan görevli olacak şekilde oluşturulmuştur. Bu varsayımlara göre oluşturulan 16 senaryo aşağıdaki gibidir:

Tablo 3.5. Belirlenen senaryolarda istasyonlardaki çalışan sayısı

Senaryo No	Zımpara	Pasta	Cila	Silme	Montaj	Montaj Kasa
1	2	2	2	2	3	1
2	2	2	2	1	3	1
3	1	2	2	1	3	1
4	1	2	2	2	3	1
5	2	2	1	1	3	1
6	1	2	1	2	3	1
7	1	2	1	1	3	1
8	2	2	1	2	3	1
9	2	1	1	2	3	1
10	1	1	2	2	3	1
11	2	1	1	1	3	1
12	1	1	1	2	3	1
13	2	1	2	1	3	1
14	1	1	2	1	3	1
15	2	1	2	2	3	1
16	1	1	1	1	3	1

Oluşturulan simülasyon modeli fire oranları da göz önünde bulundurularak günlük müşteri talebi doğrultusunda 4 saatlik çalıştırılmıştır. OptQuest aracından amaç fonksiyonu olarak belirlenen zaman sonundaki kasalanan paket sayısı karşılaştırılmıştır. Sonrasında aynı modelde OptQuest yardımıyla tamir alanında ortalama kuyrukta bekleme zamanı ve yine aynı alanda ortalama işlem görmek üzere bekleyen parça sayısı karşılaştırılmıştır. Modele ait OptQuest çıktıları aşağıdaki tabloda yer almaktadır:

Tablo 3.6. OptQuest aracıyla yapılan optimizasyon çıktısı

Senaryo No	Sonuçlar		
	ÇIKTI	Kuyrukta Bekleyen Parça (adet)	Kuyrukta Bekleme Zamanı (sn)
1	117	72	1.317
2	107	150	3.248
3	104	190	3.372
4	104	182	3.274
5	104	188	4.033
6	103	194	3.676
7	103	202	3.880
8	102	204	4.247
9	99	234	4.380
10	99	235	5.046
11	99	236	4.232
12	99	237	5.124
13	98	239	4.332
14	98	235	4.968
15	98	240	4.257
16	97	247	5.129

Tabloda yer alan değerlere bakıldığında her süreçte 2 adet çalışanın olduğu durumda çıktı sayısı en fazla olarak karşımıza çıkmaktadır; ancak her istasyona bu şekilde ekleme yapılması işletme yönetimi tarafından istenen durum değildir. OptQuest aracı tarafından oluşturulan 16 farklı senaryo arasından mevcut durumu da içeren 4 senaryo, çalışan sayısı kısıtına göre, seçilerek Process Analyzer aracıyla karşılaştırılmış ve aşağıdaki tabloda gösterilmiştir:

Tablo 3.7. Process analyzer aracılığıyla yapılan senaryo çıktıları

Senaryo No	Kasa Sayısı (saat)	Kuyrukta Bekleme Sayısı				Kullanım Oranı			
		Zımpara	Pasta	Cila	Silme	Zımpara	Pasta	Cila	Silme
5	103	4,07	62,92	127,30	0,04	95,6%	99,7%	99,5%	86,7%
7	104	175,55	0,02	12,48	0,03	100,0%	64,6%	98,8%	84,8%
11	99	3,08	223,70	0,14	0,01	93,5%	99,8%	81,4%	69,9%
16	97	201,63	45,42	0,11	0,01	100,0%	99,7%	78,1%	68,6%

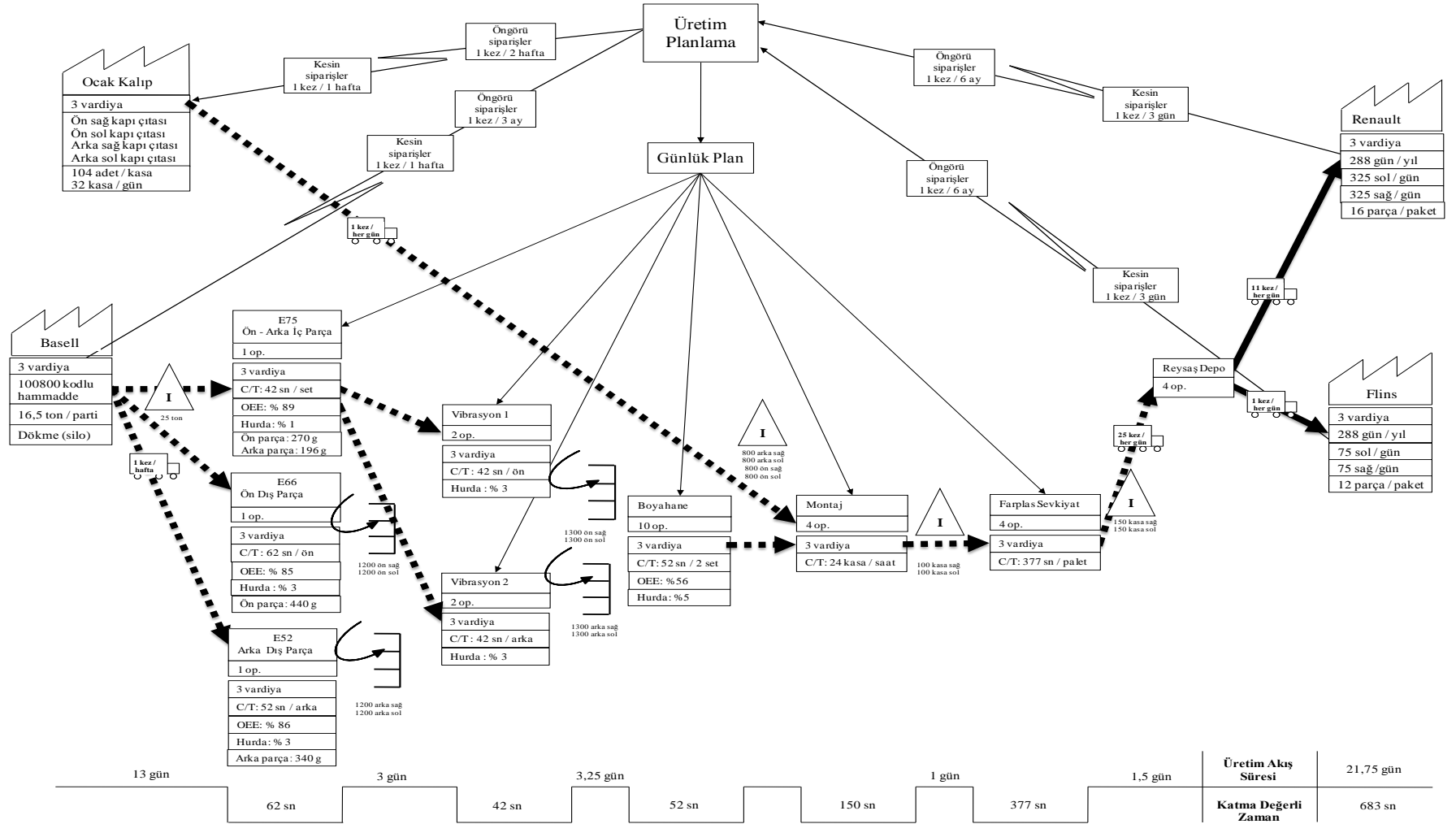
Tablo 3.8. Parçaların tamir alanındaki istasyonlarda bekleme süreleri

Senaryo No	Kuyrukta Bekleme Zamanı (sn)				
	Zımpara	Pasta	Cila	Silme	Toplam
5	72,73	1.140,80	2.895,59	1,66	4.110,78
7	3.255,49	0,66	452,71	1,36	3.710,21
11	55,69	4.053,47	6,15	0,62	4.115,93
16	3.517,43	1.544,91	5,30	0,57	5.068,21

Tablolardan görüleceği gibi bir parçanın tamir alanında toplam ortalama bekleme zamanı en düşük olan senaryo 7 numaralı senaryodur. Yine zımpara alanını tamir alanı dışı olarak kabul edilirse toplam bekleme zamanı çok daha düşük olacaktır.

Her iki karşılaştırma tablosundan elde edilen veriler doğrultusunda gelecek durum haritasında 7 numaralı senaryodaki çalışan sayıları simülasyon programında yazılarak model çalıştırılmıştır. Senaryoda tamir alanında zımpara istasyonunda 1 kişi, pasta istasyonunda 2 kişi, cila ve silme istasyonlarında ise 1 kişi çalışmaktadır. Senaryoda ortalama bekleme zamanı ve ortalama bekleyen parça sayısı düşük olduğu gibi çıktı sayısı da diğer senaryolara göre daha yüksektir.

Yukarıda ekran görüntüleri yer alan simülasyon modeline ait tüm çıktı bilgileri çalışmanın sonunda “Ekler” bölümünde yer almaktadır. Simülasyonda yapılan bu optimizasyon çalışmaları sonucunda boyahane montaj alanında ve tamir alanında gerekli çalışan sayısı belirlenerek gelecek durum DAH çiziminde belirtilmiştir. Mevcut durum haritasından sonraki sayfada iyileştirme noktaları olarak görülen konularla beraber boyahane alanında yapılması hedeflenen çalışmaların tamamını içerek gelecek durum DAH aşağıda yer almaktadır:

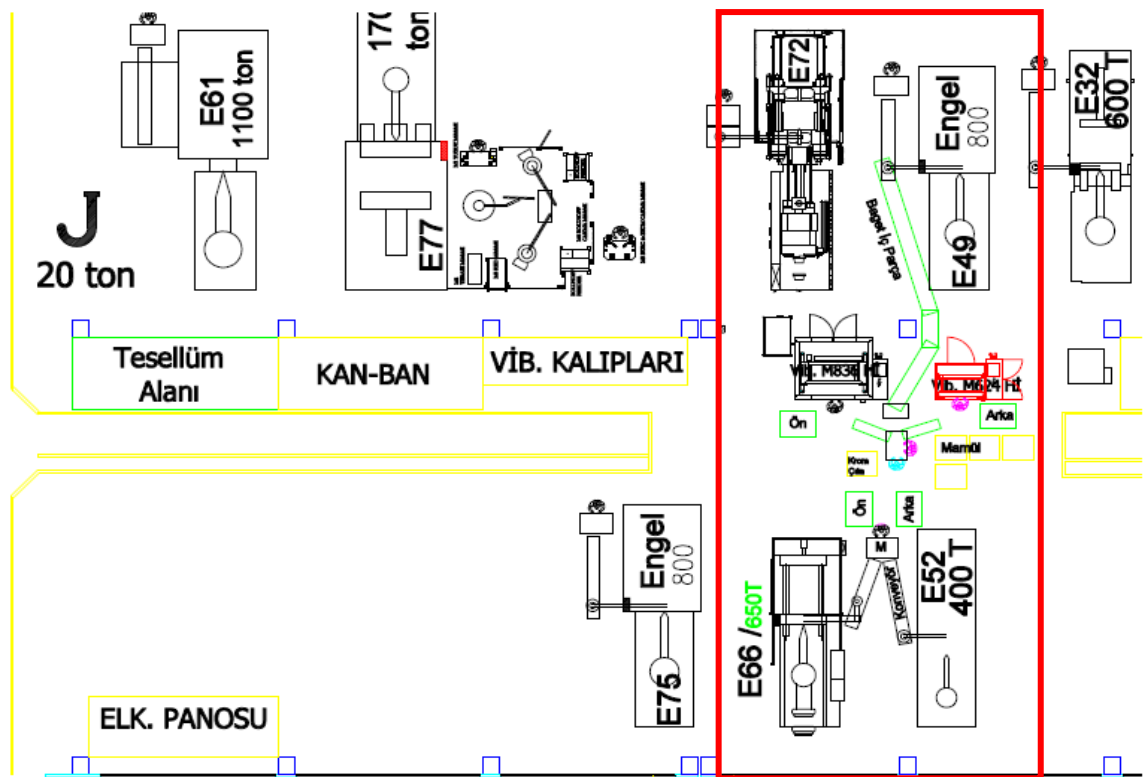


Şekil 3.9. Gelecek durum haritası

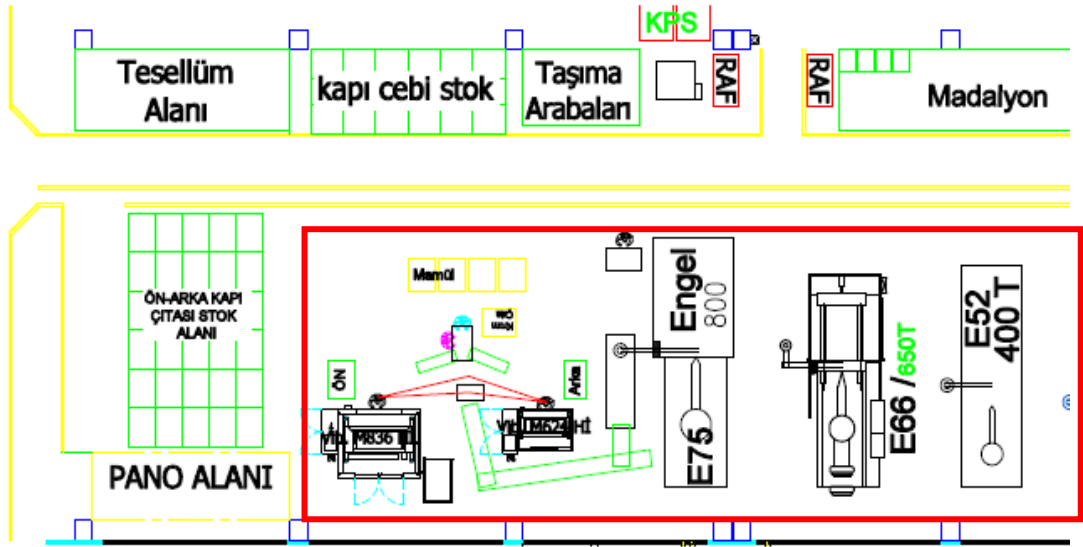
### 3.5. İyileştirme Çalışmaları

Gelecek durum haritası çizildikten sonra birçok iyileştirme önerildiği gibi uygulamaya alınmıştır. Yapılan çalışmalar sırasıyla aşağıda yer almaktadır:

1. Mevcut makine yerleşiminde değişiklik yapılmıştır. E49 numaralı makinede üretilen iç parçalar proses çalışmaları yapılarak ve hızlı kalıp bağlama sistemi getirilerek E75 numaralı makinede üretilmeye başlanmıştır. Ayrıca vibrasyon kaynak makineleri E75 numaralı makinenin yan tarafındaki stok alanına taşınmıştır. Buradaki stok alanının bir kısmı azaltılmış, geri kalan kısmı ise vibrasyon kaynak makinelerinden boşalan alana yerleştirilmiştir. İç parça üretilen E75 numaralı makine ile vibrasyon kaynak makineleri arasında hareketli bant konarak bu 3 makine eş zamanlı çalışmaya başlamıştır. Böylece süreçler arası taşıma işlemi ortadan kaldırılmış ve parçalar bu bant sayesinde taşınmaya başlanmıştır.



Şekil 3.10. Önceki durum üretim alanı yerleşim planı



Şekil 3.11. Yeni durum üretim alanı yerleşim planı

2. E75 numaralı makineden çıkan parçalar bant sayesinde vibrasyon makinelerine taşındığı için makinenin çevrimi ile vibrasyon makinelerinin çevrimi aynı olmuştur. Mevcut durumda farklı olan vibrasyon makine çevrim süresi yapılan iyileştirmeler sonucunda 42 saniyeye düşürülmüştür.
3. E49 numaralı makineden E75 numaralı makineye geçen iç parça kalıplarında hızlı kalıp bağlama sistemleri ve proses ayarları sayesinde parça çevriminde iyileştirme sağlanmıştır. Prosese müdahale süreleri azalmasıyla olup hurda oranında düşüş yaşanmıştır. Ayrıca kalıp değişim sürelerinin azaltılması önceki başlıklarla beraber bütünleşince makinenin etkin kullanım oranı artmıştır.
4. E75 numaralı makinede yapılan proses çalışmaları kapı çitası dış parça üreten E52 ve E66 numaralı makinelerde yapılarak çevrim süresinde iyileşme ve hurda oranında azaltma sağlanmıştır. Hurda oranının azalması ve proses ayarlarının azalması sonucu makinenin etkin kullanım oranı artmıştır.
5. Enjeksiyon ve vibrasyon arasında dış parçalar taşınırken özel poşete konmakta ve daha sonra demir kasaya konmaktadır. Yapılan bu iş sadece işletmeye maliyet getirmektedir. Bunun engellenmesi için iç kısmı bu parçaları çizmeyecek şekilde taşıma arabası tasarlanmış ve devreye alınmıştır. Yapılan bu taşıma arabaları hareketinin kolay olması için tekerlekli ve stoklamanın kolay olması için üst üste konacak şekilde yapılmıştır. tekerlekli taşıma kasaları tasarlanıp yapılmıştır. Üretim planlama ile görüşülüp yeterli stok düzeyi belirlendikten sonra gerekli

adette yapılan bu taşıma kasaları üretimde oluşacak olası kalitesizliği önlediği gibi süpermarket görevi de yapmaktadır.



Şekil 3.12. Önceki durum parça taşıma kasaları

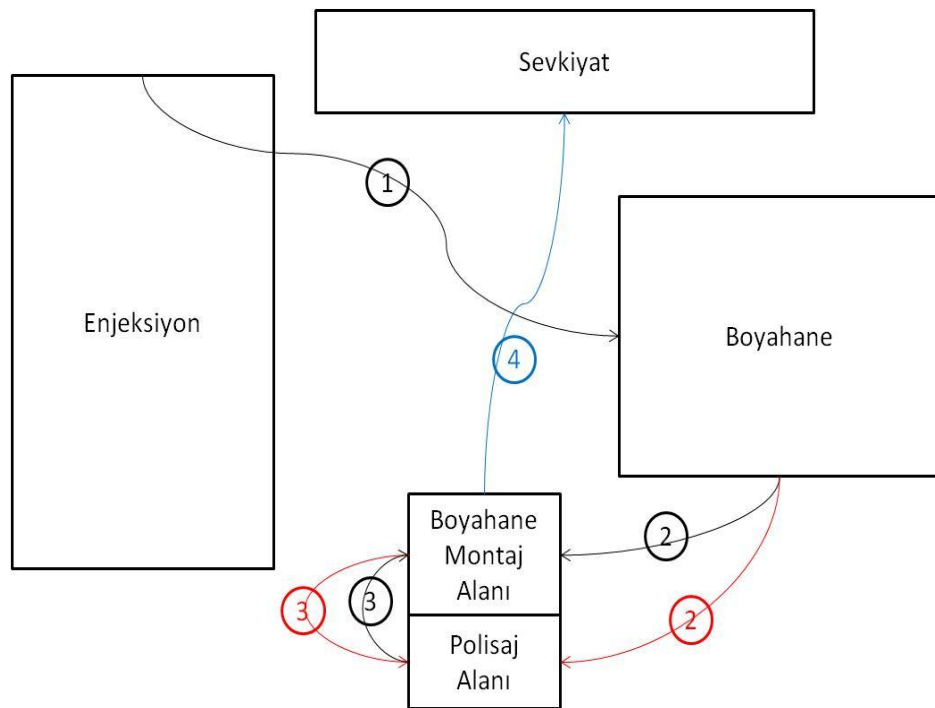


Şekil 3.13. Yeni durum parça taşıma kasaları

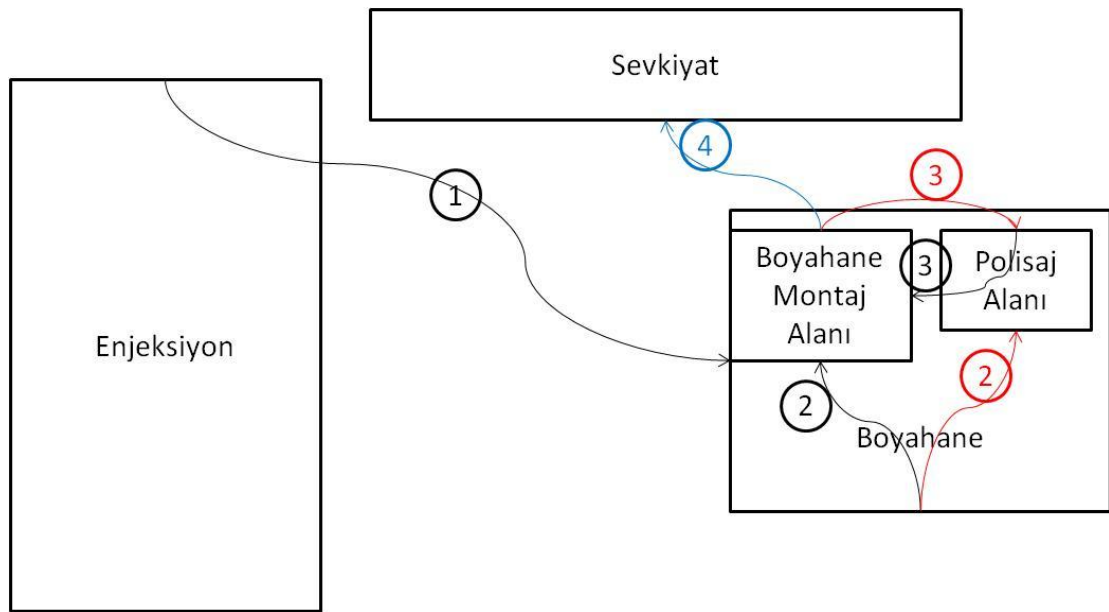
6. Yukarıdaki maddede belirtilen iyileştirme çalışması vibrasyon sonrası boyahaneye giden parçalar için de yapılmıştır. Boyahane hattında üretim

hattındaki kalitesizlik maliyetinin yanında hareketli konveyöre yetişebilmek için sadece parçaları poşetten çıkarmakla görevli 2 çalışandan da kazanç elde edilmiştir.

7. Önceki durumda boyahane sonrası parçalar kontrol edildikten sonra boyahane alanında taşıma arabalarına konarak sağlam parçalar montaj alanına ve kusurlu olup tamir edilmesi gereken parçalar ise farklı taşıma arabalarına konarak tamir alanına taşınmaktaydı. Ancak yeni durumda parçaların kalite kontrolü yapıldıktan sonra taşıma arabalarına aktarılmayıp direkt montaj veya tamir için ilgili alana verilmektedir. Boyahane sonrası bu süreçler için montaj ve tamir alanı boyahanedeki hareketli konveyörün sonunda yapılarak alanda yapılan gereksiz taşımaların ve çalışanların verimsizliğinin önüne geçilmiştir. Yapılan bu çalışma sonunda 3 çalışan saatte 7 kasa paketlerken 4 çalışan 24 kasa paketleyebilmektedir. Ayrıca alandaki stokların bekleme yeri de ortadan kaldırılarak süreç aralarında bekleyen stoklarda iyileşme sağlanmıştır.



Şekil 3.14. Önceki durum boyahane çalışma düzeni



Şekil 3.15. Yeni durum boyahane çalışma düzeni

8. Mevcut durumda boyanan kapı çitası parçalarına ait boyama askılıklarında değişiklik yapılarak müşteri talebine göre düzenlenmiştir. Mevcut durumda müşteri sağ veya sol paket istemesine rağmen boyahane verimsizlik yaşanmaması adına hem sağ hem de sol parça birlikte boyanmaktadır. Ya da stokların artmaması için müşterinin istediği yönde parça boyanmaktadır. Her iki durumda istenmeyen durum olup yeni durumda şu şekilde yapılmıştır:
- Sağ ön parça ile sağ arka parça aynı askılıkta boyanıp paketlendiği gibi sol ön parça ile sol arka parça aynı askılıkta boyanıp paketlenerek parçaların müşteri talebine uygun boyanması sağlanmıştır. Böylece boyahane müşteri talebine göre üretim yapıldığı için önceden yaşanan verimsizlikler ortadan kaldırılmıştır. Alanda sadece sağ parça veya sadece sol parça olacağı için karışık paketlemenin önüne geçilmiştir. Geçmiş dönemlerde karışık paketleme sebebiyle müşteri şikâyeti alan işletmede bu sorun yapılan çalışmalar sonucu ortadan kaldırılmıştır. Ayrıca aynı askılıkta önceden boyanan parça sayısı 4 adet iken yeni durumda bu sayı 8 adete çıkartılmıştır. Aynı anda daha fazla parçanın boyanması boyahane alanında yaşanan kapasite sorununa büyük ölçüde yarar sağlamıştır. Bu çalışmanın en büyük faydası ise aynı alanda boyanan diğer parçalara da uygulanabilir olması konusunda ışık tutmasıdır.



Şekil 3.16. Önceki durum kapı çıtası boyama askısı



Şekil 3.17. Yeni durum kapı çıtası boyama askısı

Yapılan bütün bu iyileştirmeler sonucunda işletmenin farklı alanlarında gereksiz taşımalar azaltılmış, parçaların beklediği alanlarda kazanç sağlanmış, parça başına düşen yüksek çevrim süreleri düşürülmüş, kalitesizlik maliyetleri azaltılmıştır. Bunun yanında stok seviyeleri süpermarket görevi yapan taşıma arabaları sayesinde kontrol altına alınarak fazla üretim kaynaklı maliyetler de ortadan kaldırılmıştır.

## **4. BÖLÜM**

### **SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER**

Yalın üretim teknikleri sayesinde işletmeler zorlu rekabet ortamında maliyetlerini düşürerek gelişimlerini devam ettirebilmektedir. Bu tekniklerden en önemlisi olarak sayılabilecek DAH çalışmaları doğru uygulamalarla işletmelere yüksek miktarda kâr sağlamaktadır.

Bu çalışmada DAH tekniği detaylı olarak anlatılmış, mevcut durum haritası çizilmiş ve simülasyon programında yer alan araçlar yardımıyla optimizasyon yapılarak gelecek durum haritası çizilmiştir. Simülasyonda belirlenen senaryolarda çıktı artışının yanında DAH uygulamalarında ön planda tutulan üretim akış süresi de düşürülmüştür. Enjeksiyon makinelerinde yapılan proses çalışmaları sonucunda çevrim sürelerindeki iyileştirmelerin yanında üretilen kalıba müdahalelerin azaltılması ve kalıp değişim sürelerinin azaltılması ile makinelerin kullanım etkinlik oranlarında da iyileştirme sağlanmıştır. Ayrıca farklı alanlarda kontrol dışı üretimin önüne geçilerek müşteri prosesin ihtiyacına yönelik üretim yaparak stok seviyelerinde azaltma ve kontrol edilebilmesini sağlayan süpermarketler kurulmuştur. Kurulan süpermarketler stokların kontrol altında tutulmasını kolaylaştırmaktadır. Çalışana dayalı süreçlerde verimsizliğin azaltılması için belli alanlarda hareketli bant ile eş zamanlı çalışılarak süreçlerin verimlerinde iyileştirme sağlanmıştır. Bu süreçlerde yapılan gereksiz taşımalar engellendiği gibi işlem görmek üzere bekleyen stoklar da tamamen ortadan kaldırılmıştır.

Anlatılan bu bilgiler ışığında yapılan çalışmalar sonrasında mevcut durum ve gelecek durum karşılaştırılması yapılacaktır. Hammaddenin tedarikçiden temin edilerek

müşteriye gönderilene kadar izlemiş olduğu yol *üretim akış süresi* olarak bilinmektedir. Üretim akış süresi başta olmak üzere parça başına düşen katma değerli süreler, süreçler arasında bekleyen stok seviyeleri gibi değerler karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmalarda hammadde tedarikçisine yönelik iyileştirme yapılmamıştır. Bunun sebebi hammaddenin yurtdışından tedarik edilmesi ve stok seviyesinin daha alt seviyeye düşürülmesine üst yönetimin sıcak bakmamasıdır. Bu yüzden üretim akış sürelerinde karşılaştırma yapılırken hammadde stok seviyesi göz ardı edilmiştir. Bu bilgilere göre tek bir parça üzerinden gidilerek mevcut durum ve gelecek durum karşılaştırmasına ait bilgiler aşağıdaki tabloda yer almaktadır:

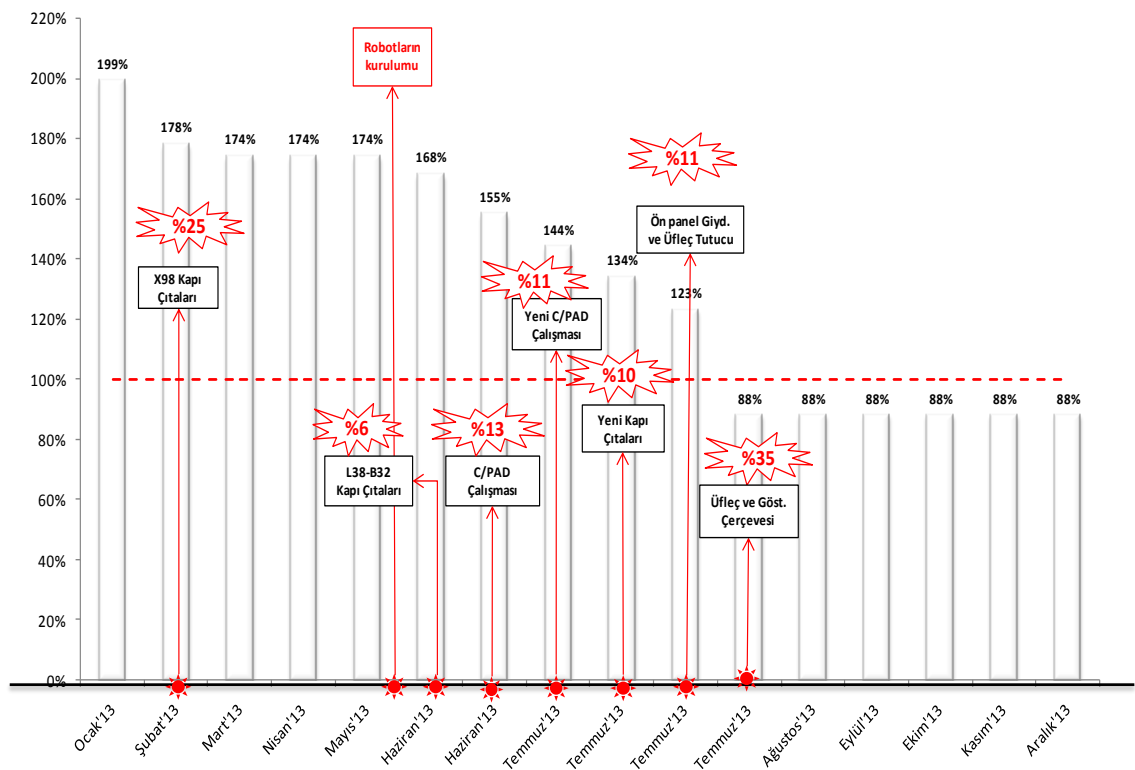
Tablo 4.1. Mevcut durum ve gelecek durum karşılaştırma tablosu

<b>Konu</b>	<b>Alan</b>	<b>Mevcut</b>	<b>Gelecek</b>	<b><i>İyileştirme Oranı</i></b>
Çevrim Süresi (sn)	E49 - E75	12,3	10,5	14,3%
	E66	34	31	8,8%
	E52	27,5	26	5,5%
	Boyahane	13	6,5	50,0%
	Montaj	32,1	9,4	70,8%
	Sevkiyat	2,9	2,9	0,0%
	Toplam süre	121,8	86,3	29,1%
İşgücü (adam*sn)	Boyahane	104	65	37,5%
	Montaj	32,1	9,4	70,8%
Stok (gün)	E49 - E75 sonrası	4,5	0	100,0%
	E66 sonrası	4,5	3	33,3%
	E52 sonrası	4,5	3	33,3%
	Vibrasyon sonrası	5	3,3	35,0%
	Boyahane sonrası	1,5	0	100,0%
Toplam Süre	Katma Değerli Zaman (sn)	1.064	683	35,8%
	Üretim Akış Süresi (gün)	13,5	8,8	34,8%

Tablodan da görüleceği üzere tek parça çevrim süresinde sevkiyat süreci dışında tüm süreçlerde farklı oranlarda iyileştirme sağlanmıştır. Toplam çevrim süresinde % 29,1 oranında iyileştirme sağlanmıştır. Boyahane ve montaj alanında yapılan çevrim iyileştirmeleri sonucu çalışan sayısı aynı kalmayıp boyahaneye 2 çalışan, montaj alanına ise 1 çalışan daha eklenmiştir. Tek parça çevrim süresi ile çalışan sayıları çarpılarak adam saniye cinsinden işgücü hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Yapılan yerleşim planı değişikliği sonucu daha önceden E49 numaralı makinede üretilen parça stok seviyesi E75 numaralı makinenin vibrasyon makineleri ile eş zamanlı çalışması sonucu tamamen ortadan kaldırılmıştır. Ayrıca alanda yapılan değişiklik iş sağlığı ve güvenliği riski oluşturan tüm faktörlerin ortadan kaldırılmasına neden olmuştur. Ancak bu konu yerleşim planı dışında başka bir yerde gösterilmemektedir. Diğer taraftan vibrasyon kaynak makinesi öncesi E66 ve E52 numaralı makineleri sonrasındaki stok seviyesinde % 33,3 oranında iyileştirme ve boyahane öncesi stok seviyesinde % 35 oranında iyileştirme sağlanmıştır. Ayrıca boyahane ve montaj arasındaki stoklar tamamen ortadan kaldırılmıştır. Son olarak tüm süreçte E66 numaralı makinede üretilen kapı çitası dış ön parçasının geçtiği süreçler göz önünde bulundurularak yapılan üretim akış süresi hesaplaması sonucunda katma değerli zamanda % 35,8 oranında ve toplam üretim akış süresinde ise 4,7 günlük azaltma sağlanarak % 34,8 oranında iyileştirme sağlanmıştır.

Uygulama çalışmasının başında da belirtildiği gibi DAH çizimi yapılırken pilot ürün seçilmiş ve bu ürün üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Mevcut durum haritası üretim sahasında çizilerek iyileştirmeye açık tüm noktalar irdelenmiş ve gelecek durum haritası bu iyileştirme noktaları göz önünde bulundurularak çizilmiştir. Mevcut durum haritasında yer alan iyileştirme fırsatları uygulama çalışması sonunda bitirildiği için önceden çizilen gelecek durum haritası artık mevcut durum haritasının yerini almaktadır. DAH uygulamasına aynı ürün üzerinden devam edilmesi halinde bu mevcut durum haritası üzerinde bulunan iyileştirme noktaları belirlenerek yeni bir gelecek durum haritası çizilmelidir. Daha sonra çizilen bu gelecek duruma ulaşılabilmesi için gerekli çalışmaların yapılması gereklidir. Bu çalışmada yeni bir gelecek durum haritası çizilmeyip yapılan bu iyileştirme çalışmaları boyahane sürecinden geçen veya bu süreçten geçecek olan tüm parçalara yaygınlaştırılacaktır. Makine çevrim sürelerinde, stok düzeylerinde, yerleşim planlarında yapılabilecek tüm iyileştirmeler yapılacaktır. Ancak bu çalışmaların yanında yapılması hedeflenen öncelikli çalışma boyahane

sürecinin seçilmesinde de etken olan kapasite problemi üzerinde yapılacaktır. Boyahane sürecinde Eylül 2013 ayı itibariyle boyanacak parçalar sebebiyle kapasite yetmezliği yaşanacaktır. Kapı çitalarında yapılan kapasite artışı çalışmalarının diğer tüm parçalara yapılması hedeflenerek bu problemin önüne geçilmesi öngörülmektedir. Buna göre boyahane yapılan ve yapılacak kapasite artırma çalışması yaygınlaştırma planı aşağıdaki grafikte yer almaktadır:



Şekil 4.1. Boyahane kapasite artırma planı

İşletme boyahanesinde Eylül 2013 itibariyle boyanacak parçaların da eklenmesiyle mevcut kapasite %199 oranında dolmuştur. Buna göre mevcut durumda herhangi bir iyileştirme çalışması yapılmadan yeni parçaların boyanabilmesi mümkün değildir. DAH kapsamında başlatılan ve uygulamada mevcut durum haritası çizimi yapılan kapı çitalarındaki kapasite artırma çalışması bu çalışmalarda pilot çalışma olmuştur. Bu parçalarda yapılan çalışmalar Şubat 2013 ayı itibariyle sonlandırılmış ve tamamen üretime başlanmıştır. Yapılan bu iyileştirme boyahane kapasitesinde %25 oranında iyileştirme sağlayarak işletmeye büyük kâr sağlamıştır. Yapılan bu çalışma sonrasında

detaylı plan oluşturularak üst yönetimle paylaşılmış ve gerekli ekipmanlar temin edilerek çalışmalara devam edilmektedir. Bu kapsamda benzer kapı çıtalarında ve ön göğüs parçasında (C/PAD) ön çalışmalar yapılarak robot alımının gerekliliği ortaya konmuştur. Yapılan plan doğrultusunda Haziran 2013 ayı itibariyle kapı çıtası ve ön göğüs parçasında iyileştirme çalışmaları yapılarak boyahane kapasitesinin % 155'e düşürülmesi öngörülmektedir. Yine benzer çalışmalar niteliğinde Eylül 2013 ayında tamamen seri üretime geçilecek kapı çıtası, ön göğüs, ön panel giydirme, üfleç tutucu, gösterge çerçevesi ve üfleç parçalarında farklı iyileştirme çalışmaları yapılarak Temmuz 2013 sonu itibariyle boyahane kapasitesinin %88'e düşürülmesi hedeflenmektedir. Böylece işletme yeni bir boyahane kurmaktan kurtulacağı gibi mevcut boyahanenin de etkin kullanılması sağlanacaktır.

Yapılması hedeflenen bu çalışmaların yanında boyahane tamir oranlarının azaltılması konusunda 6 Sigma tekniği kullanılarak geniş çaplı kalite iyileştirme çalışması yapılması da hedeflenmektedir. Yapılan bu çalışma ile meydana gelen iyileştirme sonucunda simülasyon programı tekrar çalıştırılarak çıktı artışı sonuçlardan izlenecektir. Ayrıca istasyonlarda meydana gelen kuyruk uzunlukları ve kuyrukta bekleme zamanları da incelenerek iyileştirmeye açık noktalar belirlenip çalışmalara yön verilecektir.

Çalışmada anlatılan yaklaşım tamamen yalın üretimin işletmelerde olması gereken bakış açısını göstermektedir. Çalışmalara her zaman mevcut durumun reddedilmesiyle başlanmalı ve daha iyiye götürülmesi adına çalışmalar yapılmalıdır. İşletmelerin rekabet gücünü ve kârlılığını arttırması bu bakış açısının sürekliliğine dayanmaktadır. Böylece geleneksel üretim anlayışının tersine işletmeler istenen parça kalitesini ve proses kalitesini fazladan maliyet oluşturmadan elde edebilecektir.

## KAYNAKÇA

1. Womack, J. P., Jones, D. T., 2007. Yalın Düşünce: İsrâfları Ortadan Kaldır ve İşletmene Değer Kat. Optimist Yayım Dağıtım, İstanbul, 462 s.
2. Rother, M., Shook, J., 1999. Görmeyi Öğrenmek: Değer Yaratmak ve İsrâfı Ortadan Kaldırmak İçin Değer Akış Haritalama. The Lean Enterprise Institute - Yalın Enstitü Derneği, İstanbul, 101 s.
3. Feld, M. W., 2001. Lean Manufacturing: Tools, Techniques and How To Use Them. Crc Press, New York, 228 s.
4. Ohno, T., 2008. Toyota Ruhu. Scala Yayıncılık, İstanbul, 203 s.
5. Womack, J. P., Jones, D. T., 2010. Yalın Çözümler: Şirketler ve Müşteriler Birlikte Nasıl Değer ve Zenginlik Yaratır. Optimist Yayım Dağıtım, İstanbul, 292 s.
6. Shimbunsha, N. K., 1992. Kaizen For Quick Changeover. Productivity Press, USA, 320 s.
7. Sullivan, W. G., McDonald, T. N., Van Aken, E. M., 2002. Equipment replacement decisions and lean manufacturing. **Robotic and Computer Integrated Manufacturing**, **18** (2002): 255-265.
8. Towill, D., 2010. Industrial engineering the Toyota Production System. **Journal of Management History**, **16** (3): 327-345.
9. Abdulmaleka, F. A., Rajgopal J., 2007. Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. **International Journal of Production Economics**, **107** (2007): 223–236.
10. Melton, T., 2005. The benefit of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. **Chemical Engineering Research and Design**, **83** (A6): 662–673.
11. Hines, P., Rich, N., 1997. The seven value stream mapping tools. **International Journal of Operations and Production Management**, **17** (1): 46-64.
12. Rabbani, M., Layegh, J., Ebrahim, R. M., 2009. Determination of number of kanbans in a supply chain system via Memetic algorithm. **Advances in Engineering Software**, **40** (2009): 431–437.
13. Dickson, E. W., Anguelov, Z., Vetterick, D., Eller, A., Singh, S., 2009. Use of lean in the emergency department: A case series of four hospitals. **Annals of Emergency Medicine**, **54** (4): 504-510.

14. Hines, P., Rich, N., Esain, A., 1999. Value stream mapping: A distribution industry application. **An International Journal**, **6** (1): 60-77.
15. Amasaka, K., 2002. New JIT: A new management technology principle at Toyota. **International Journal of Production Economics**, **80** (2002): 135–144.
16. Al-Aomar, R., 2011. Handling multi-lean measures with simulation and simulated annealing. **Journal of the Franklin Institute**, **348** (2011): 1506–1522.
17. Gurusurthy, A., Kodali, R., 2011. Design of lean manufacturing systems using value stream mapping with simulation. **Journal of Manufacturing Technology Management**, **22** (4): 444-47.
18. Lasa, S., Laburu, C. O., Vila, R. C., 2008. An evaluation of the value stream mapping tool. **Business Process Management Journal**, **14** (1): 39-52.
19. Magnier-Watanabe, R., 2011. Getting ready for kaizen: Organizational and knowledge management enablers. **The journal of information and knowledge management systems**, **41** (4): 428-448.
20. Elsey, B., Fujiwara A., 2000. Kaizen and technology transfer instructors as work-based learning facilitators in overseastransplants: a case study. **Journal of Workplace Learning**, **12** (8): 333-341.
21. Singh, B. J., Khanduja, D., 2010. SMED: for quick changeovers in foundry SMEs. **International Journal of Productivity and Performance Management**, **59** (1): 98-116.
22. Greatbanks, R., Moxham, C., 2001. Prerequisites for the implementation of the SMED methodology: A study in a textile processing environment. **International Journal of Quality and Reliability Management**, **18** (4): 404-414.

## EKLER

### Simülasyon Modeli Çıktısı

#### Unnamed Project

Replications: 1

Time Units: Seconds

#### Entity

##### Time

<i>VA Time</i>	<i>Average</i>	<i>Half Width</i>	<i>Min. Value</i>	<i>Max. Value</i>
Part	342,88	(Insufficient)	0,00	1203,89
<i>NVA Time</i>	<i>Average</i>	<i>Half Width</i>	<i>Min. Value</i>	<i>Max. Value</i>
Part	0,00	(Insufficient)	0,00	0,00
<i>Wait Time</i>	<i>Average</i>	<i>Half Width</i>	<i>Min. Value</i>	<i>Max. Value</i>
Part	5848,85	(Insufficient)	0,00	30661,89
<i>Transfer Time</i>	<i>Average</i>	<i>Half Width</i>	<i>Min. Value</i>	<i>Max. Value</i>
Part	0,00	(Insufficient)	0,00	0,00
<i>Other Time</i>	<i>Average</i>	<i>Half Width</i>	<i>Min. Value</i>	<i>Max. Value</i>
Part	0,00	(Insufficient)	0,00	0,00
<i>Total Time</i>	<i>Average</i>	<i>Half Width</i>	<i>Min. Value</i>	<i>Max. Value</i>
Part	2274,45	(Insufficient)	0,00	7002,44

#### Other

<i>Number In</i>	<i>Value</i>
Part	2531,00
<i>Number Out</i>	<i>Value</i>
Part	2130,00

<i>WIP</i>	<i>Average</i>	<i>Half Width</i>	<i>Min. Value</i>	<i>Max. Value</i>
Part	216,09	(Correlated)	0,00	405,00

**Queue****Time**

<i>Waiting Time</i>	<i>Average</i>	<i>Half Width</i>	<i>Min. Value</i>	<i>Max. Value</i>
Arka parca montaj.Queue	6,94	(Insufficient)	0,00	28,63
Arka parca montaj2.Queue	9,68	(Insufficient)	0,00	25,91
Arka parca montaj3.Queue	12,68	(Insufficient)	0,00	34,02
Arka parca montaj4.Queue	14,37	(Insufficient)	0,00	30,34
ARKA_Birlestir.Queue	60,19	3,45	0,00	210,90
Cila.Queue	452,71	(Correlated)	0,00	898,05
Kasa Birlestir.Queue	34,18	(Insufficient)	0,00	143,55
Kasalama islemi.Queue	0,00	(Insufficient)	0,00	0,00
On parca montaj.Queue	0,83	(Insufficient)	0,00	24,02
On parca montaj2.Queue	0,90	(Insufficient)	0,00	28,67
On parca montaj3.Queue	1,47	(Insufficient)	0,00	17,78
On parca montaj4.Queue	3,71	(Insufficient)	0,00	27,88
ON_Birlestir.Queue	59,69	4,34	0,00	209,00
Pasta.Queue	0,66	0,32	0,00	23,48
Silme.Queue	1,35	0,48	0,00	12,94
Zimpara.Queue	3255,49	(Correlated)	0,00	6317,01

**Other**

<i>Number Waiting</i>	<i>Average</i>	<i>Half Width</i>	<i>Min. Value</i>	<i>Max. Value</i>
Arka parca montaj.Queue	0,09	(Insufficient)	0,00	2,00
Arka parca montaj2.Queue	0,14	(Insufficient)	0,00	2,00
Arka parca montaj3.Queue	0,19	0,02	0,00	2,00
Arka parca montaj4.Queue	0,19	0,02	0,00	2,00
ARKA_Birlestir.Queue	3,50	0,14	0,00	8,00
Cila.Queue	12,48	(Correlated)	0,00	23,00
Kasa Birlestir.Queue	0,49	(Insufficient)	0,00	2,00
Kasalama islemi.Queue	0,00	(Insufficient)	0,00	0,00
On parca montaj.Queue	0,02	(Insufficient)	0,00	1,00
On parca montaj2.Queue	0,02	(Insufficient)	0,00	1,00
On parca montaj3.Queue	0,02	(Insufficient)	0,00	1,00

On parca montaj4.Queue	0,06	(Insufficient)	0,00	2,00
ON_Birlestir.Queue	3,52	0,15	0,00	8,00
Pasta.Queue	0,02	(Insufficient)	0,00	1,00
Silme.Queue	0,03	(Insufficient)	0,00	1,00
Zimpara.Queue	175,55	(Correlated)	0,00	350,00

## Resource

### Usage

<i>Instantaneous Utilization</i>	<i>Average</i>	<i>Half Width</i>	<i>Min. Value</i>	<i>Max. Value</i>
Montaj_Kasaci	0,52	(Insufficient)	0,00	1,00
Montajci	0,56	0,02	0,00	1,00
P1_Zimpara	1,00	(Insufficient)	0,00	1,00
P2_Pasta	0,64	0,03	0,00	1,00
P3_Cila	0,98	(Insufficient)	0,00	1,00
P4_Silme	0,84	0,03	0,00	1,00
<i>Number Busy</i>	<i>Average</i>	<i>Half Width</i>	<i>Min. Value</i>	<i>Max. Value</i>
Montaj_Kasaci	0,52	(Insufficient)	0,00	1,00
Montajci	1,69	0,05	0,00	3,00
P1_Zimpara	1,00	(Insufficient)	0,00	1,00
P2_Pasta	1,29	0,05	0,00	2,00
P3_Cila	0,98	(Insufficient)	0,00	1,00
P4_Silme	0,84	0,03	0,00	1,00
<i>Number Scheduled</i>	<i>Average</i>	<i>Half Width</i>	<i>Min. Value</i>	<i>Max. Value</i>
Montaj_Kasaci	1,00	(Insufficient)	1,00	1,00
Montajci	3,00	(Insufficient)	3,00	3,00
P1_Zimpara	1,00	(Insufficient)	1,00	1,00
P2_Pasta	2,00	(Insufficient)	2,00	2,00
P3_Cila	1,00	(Insufficient)	1,00	1,00
P4_Silme	1,00	(Insufficient)	1,00	1,00

**Resource****Usage**

<i>Scheduled Utilization</i>	<i>Value</i>
Montaj_Kasaci	0,53
Montajci	0,56
P1_Zimpara	1,00
P2_Pasta	0,64
P3_Cila	0,98
P4_Silme	0,85

<i>Total Number Seized</i>	<i>Value</i>
Montaj_Kasaci	105,00
Montajci	1688,00
P1_Zimpara	430,00
P2_Pasta	429,00
P3_Cila	380,00
P4_Silme	361,00

**User Specified****Counter**

<i>Count</i>	<i>Value</i>
Direkt Hurda	102,00
KASA	104,00
Polisaj_Hurda	52,00

## ÖZGEÇMİŞ

Muhammet KAHRIMAN, 1985 yılında Erzurum’da doğdu. İlköğretimini Arnavutköy İlköğretim Okulu’nda, lise öğrenimini Pertevniyal Anadolu Lisesi’nde tamamlamıştır. 2006 yılında başlamış olduğu Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği bölümünden 2010 yılında mezun olmuştur. Aynı yıl vatani görevini Yeşilyurt/KIBRIS’ta kısa dönem asker olarak tamamlamıştır. 2011 yılında başlamış olduğu Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans öğrencisi olarak öğrenimine devam etmektedir. 2012 yılı itibariyle çalışmaya başladığı Farplas A.Ş.’de Yalın Üretim Mühendisi olarak görevine devam etmektedir.