

**T.C.  
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
İŞLETME ANABİLİM DALI  
ÜRETİM YÖNETİMİ VE PAZARLAMA PROGRAMI**

**YALIN ÜRETİM TEKNİĞİ KAPSAMINDA DEĞER AKIŞI  
HARİTALAMA VE BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ**

**Murat DOLGUN**

**Danışman**

**Doç. Dr. Mustafa GERŞİL**

MANİSA-2019



**T.C.  
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
İŞLETME ANABİLİM DALI  
ÜRETİM YÖNETİMİ VE PAZARLAMA PROGRAMI**

**YALIN ÜRETİM TEKNİĞİ KAPSAMINDA DEĞER AKIŞI  
HARİTALAMA VE BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ**

Murat DOLGUN

Danışman

Doç. Dr. Mustafa GERŞİL

MANİSA-2019


	T.C. MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ	Doküman Kodu	FRYL-031
	YÜKSEK LİSANS EĞİTİMİ FORMLARI Tez Savunma Sınavı Tutanağı	Yayınlanma Tarihi	26/03/2018
		Revizyon No/Tarih	2/23/03/2018
		Sayfa	1/1

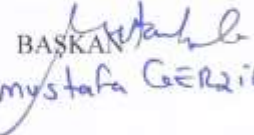
### TEZ SAVUNMA SINAV TUTANAĞI

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü 11/06/2019 tarih ve 19/21 sayılı toplantısında oluşturulan jürimiz tarafından Manisa Celal Bayar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin 9. Maddesi gereğince Enstitümüz İşletme Anabilim Dalı Üretim Yönetimi ve Pazarlama Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi Murat DOLGUN'un "**Yalın Üretim Tekniği Kapsamında Değer Akışı Haritalama ve Bir Uygulama Örneği**" konulu tezi incelenmiş ve aday 04/07/2019 tarihinde saat 10:00'da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra ~~60~~ dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anabilim dallarından jüri üyelerine sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin,

BAŞARILI olduğuna  OY BİRLİĞİ   
DÜZELTME yapılmasına \*  OY ÇOKLUĞU   
RED edilmesine \*\*  ile karar verilmiştir.

  
ÜYE  
Doç. Dr. Cigdem Safyalıoğlu

  
BAŞKAN  
Doç. Dr. Mustafa ÇERZİL

  
ÜYE  
Dr. Öp. Üye: Aydın Kocak

**Evet** **Hayır**

Tez, burs, ödül veya Teşvik programına (Tüba, Fullbright vb.) aday olabilir.

Tez, mutlaka basılmalıdır.

Tez, mevcut haliyle basılmalıdır.

Tez, gözden geçirildikten sonra basılmalıdır.

Tez, basımı gereksizdir.

\* Bu halde adaya 3 ay süre verilir. İkinci tez savunma sınavında da başarısız olan öğrencinin Enstitü ile ilişkisi kesilir.

\*\* Bu halde adayın Enstitü ile ilişkisi kesilir.

Hazırlayan Enstitü Sekreteri	Onaylayan Enstitü Müdürü
---------------------------------	-----------------------------



## YEMİN METNİ

Yüksek Lisans / Doktora tezi olarak sunduğum “YALIN ÜRETİM TEKNİĞİ KAPSAMINDA DEĞER AKIŞI HARİTALAMA VE BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ” adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin bibliyografyada gösterilen eserlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

04/07/2019  
Murat DOLGUN

## ÖZET

### YALIN ÜRETİM TEKNİĞİ KAPSAMINDA DEĞER AKIŞI HARİTALAMA VE BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ

Yalın üretim sistemi, kaliteyi yükseltmek, maliyetleri düşürmek ve müşteri memnuniyetini arttırmak için, çalışanlar, yöneticiler ve tedarikçiler arasında uyumlu bir iletişime imkân tanır. Yalın üretimin uygulama araçları, imalat sistemleri içinde kullanılmaktadır. İmalat sistemindeki tüm israfları ortadan kaldırmaya odaklanmıştır. Günümüz dünyasında bilgisayar teknolojileri ve bilgi çağının etkisiyle hizmet sistemleri de hızla gelişmeye başlamıştır.

Yalın üretim sistemine geçişin ilk adımı işletmede, ürüne değer katan ve katmayan iş ve işlemlerden oluşan “değer akışı”nı analiz etmektir. Değer akışlarını modellemek için kullanılan yöntemlerin başında, Değer Akışı Haritalama (DAH, Value Stream Mapping) tekniği gelmektedir. DAH, üretim ve tasarımdaki malzeme ve bilgi akışını modellemekte kullanılan bir haritalama tekniğidir. Değer akışı haritalama, ürünün geçtiği üretim hattında, değer akışı içinde oluşan malzeme ve bilgi akışını görmeyi ve anlamayı sağlar. İsrafi önlemeye odaklanmıştır. Proseslerdeki detaylarla uğraşmaktansa, akışı ve ürünün izlediği yolu takip ederek üretimin bütünü görmeyi kolaylaştırır. Değer Akışı Haritalama, müşterinin talebine cevap verirken, değer katan ve katmayan faaliyetlerin akışını analiz eder ve proseslerdeki değer akışını sorgular. Malzeme ve bilgi akışına ilişkin çalışanlarla yönetim arasında görsel bir dil oluşturur. Değerin akışında oluşan darboğazları da gözler önüne serer.

Tezin ilk bölümünde öncelikle yalın düşünce ve israf kavramları üzerinde durulmuş, müşteriye sunulan değerın israftan arındırılmasının önemi vurgulanmıştır. Daha sonra yalın üretim sistemi ve tarihçesinden bahsedilmiştir. Akabinde yalın üretim teknikleri olan, 5S Prensipleri, Kaizen, Kanban, Tam Zamanında Üretim, Hazırlık Süresinin Kısaltılması(SMED), Poka-Yoke, Jidoka ve TPM(Toplam Üretken Bakım) teknikleri anlatılmıştır.

İkinci bölümde Değer Akışı Haritalama Tekniği ele alınmış ve ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

Üçüncü bölüm olan uygulama örneğinde, bir ısıtma ürünleri fabrikasında, DAH tekniği kullanılarak, müşteri talebinden hammaddeye doğru üretim akışı ele alınmıştır. Çizilen mevcut durum haritaları ile üretimdeki kayıp zamanlar, israf kaynakları ile üretim ve verimliliğe olumsuz etki eden sorunlar tespit edilmiştir. Gelecek durum haritaları da çizilmiş ve buna bağlı olarak, israfı önlemek ve tespit edilen sorunları gidermek için yapılan iyileştirmeleri içeren Kaizen çalışmaları sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yalın Üretim, Değer Akışı Haritalama, Kaizen



## **ABSTRACT**

### **VALUE STREAM MAPPING WITHIN THE SCOPE OF LEAN MANUFACTURING TECHNIQUES AND AN APPLICATION EXAMPLE**

The Lean manufacturing system allows a harmonious communication between management, employees and suppliers to improve quality, reduce costs and increase customer satisfaction. Lean practices have been used in manufacturing systems. It focused on driving all waste out of the production process. Today, service systems have started to improve fast by the effect of computer technology and information age.

The first step of transitioning to lean manufacturing system in a business is the analysis of "value stream", which consists of activities that do/do not add value to the product. Value Stream Mapping (VSM) is considered the leading value stream modeling. VSM is a mapping method used for modeling the flow of materials and information in production and design. Value stream mapping helps to see and understand the flow of material and information that occurs throughout the product's past value stream. Waste prevention is focused. Rather than deal with the details in the processes, it makes it easier to see the whole by following the path that the stream and product follow. Value Stream Mapping analyzes the flow of value-adding and non-value-adding activities while responding to the customer's request and queries the value stream in the processes. Provides a visual communication between management and employees regarding the flow of materials and information. It reveals bottlenecks in the flow of value.

In the first part of the thesis, firstly the concepts of lean thinking and wastage are emphasized. Then the lean production system and its history are mentioned. lean production techniques; 5S, Kaizen, Kanban, Just in Time, SMED, Poka-Yoke, Jidoka, and TPM are described.

In the second part of the thesis, the Value Stream Mapping Technique is discussed and explained in detail.

In the third part of the thesis, an application example is presented. Production flow is described from the customer demand to the raw material with using the VSM technique in the heating products factory. Current state maps are drawn. Lost times in production, the wastage sources and the problems affecting the production and productivity were identified with current state maps. Future state maps are drawn and accordingly Kaizen improvement studies are performed to avoid wastage and fix detected problems.

Key words: Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Kaizen



## TEŞEKKÜR

Tez alıőmamı gerekleőtirdiđim ısıtma ürünleri iőletmesinin, fabrika müdürüne, üretim sorumlusu arkadaşım ve ilgili tüm alıőanlarına gösterdikleri anlayış ve yardımlarından dolayı ok teşekkür ederim.

Araőtırma konusunun belirlenmesinden tamamlanmasına kadar tüm aőamalarda bilgisini ve desteğini esirgemeyen Sayın tez danıőmanım Do. Dr. Mustafa GERŞİL'e őükranlarımı sunarım.

alıőmalarım esnasında her zaman destekleriyle yanımda olan sevgili aileme ok teşekkür ederim.

Murat DOLGUN  
Manisa, 2019

# İÇİNDEKİLER

TEZ SAVUNMA TUTANAĞI.....	i
VERİ GİRİŞ FORMU.....	ii
YEMİN METNİ.....	iii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR METNİ .....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xi
TABLOLAR LİSTESİ .....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xiii
RESİMLER LİSTESİ .....	xiv
EKLER LİSTESİ.....	xv
GİRİŞ.....	1

## BİRİNCİ BÖLÜM

### YALIN DÜŞÜNCE VE YALIN ÜRETİM

1.1 Yalın Düşünce ve İsrاف Kavramı .....	3
1.2 Yalın Üretim Sistemi .....	6
1.2.1 Yalın Üretim Sisteminin Tarihçesi.....	7
1.2.2 Yalın Üretim Sisteminin Ana Unsurları.....	10
1.2.2.1 5S.....	12
1.2.2.2 Kaizen .....	14
1.2.2.3 Kanban .....	16
1.2.2.4 Tam Zamanında Üretim .....	19
1.2.2.5 Hazırlık Süresinin Kısaltılması (SMED) .....	21
1.2.2.6 Poka Yoke ve Jidoka(Otonomasyon) .....	23
1.2.2.7 TPM-Toplam Üretken Bakım .....	27

## İKİNCİ BÖLÜM

### DEĞER AKIŞI HARİTALAMA

2.1 Değer Akışı Haritalama Tekniği .....	28
2.2 Değer Akışı Haritalama Uygulama Adımları .....	29
2.2.1 Ürün Ailesi Seçimi.....	31
2.2.2 Mevcut Durum Haritası Çizimi .....	32
2.2.3 Gelecek Durum Haritası Çizimi .....	36

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### DEĞER AKIŞI HARİTALAMA UYGULAMA ÖRNEĞİ

3.1. İşletmenin Tarihçesi ve İşletme Hakkında Genel Bilgiler .....	39
3.2 İşletmede Değer Akışı Haritalama Uygulaması .....	40
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	77
KAYNAKLAR .....	79
EKLER.....	84

## KISALTMALAR LİSTESİ

DAH:	Değer Akışı Haritalama
SMED:	Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi
TPM:	Toplam Verimli Bakım
EPE:	Üretim Parti Büyüklüğü
TZÜ:	Tam Zamanında Üretim
C/T:	Çevrim Süresi
C/O:	Model Değişirme Süresi
V/A:	Katma Değer Süresi
L/T:	Akış Süresi

## TABLolar LİSTESİ

<b>Tablo No</b>		<b>Sayfa No</b>
Tablo 1:	Bir Ürün Ailesi Seçilme Örneği	32
Tablo 2:	Isıtma Ürünleri Fabrikası Ürün Aileleri ve Üretim Miktarları	41
Tablo 3:	Saat Bazından Doğalgaz, Sıcak Su ve Elektrik Tüketimleri	48
Tablo 4:	Boyahane Tel Askı Maliyeti	48
Tablo 5:	Boyahane Enerji Maliyeti	52
Tablo 6:	Sembol ve Kısaltmalar	65
Tablo 7:	Konvansiyonel Kombi Üretim Montaj Hattı Aşamaları Mevcut Durum	65
Tablo 8:	Yoğuşmalı Kombi Üretim Montaj Hattı Aşamaları Mevcut Durum	66
Tablo 9:	Kombi Montaj Hatları Perçin Maliyeti	68
Tablo 10	Konvansiyonel Kombi Üretim Montaj Hattı Aşamaları Gelecek Durum	74
Tablo 11:	Konvensiyonel Kombi Üretim Montaj Hattı Mevcut Durum Gelecek Durum Karşılaştırması	75
Tablo 12:	Yoğuşmalı Kombi Üretim Montaj Hattı Aşamaları Gelecek Durum	75
Tablo 13:	Yoğuşmalı Kombi Üretim Montaj Hattı Mevcut Durum Gelecek Durum Karşılaştırması	76

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No	Sayfa No
Şekil 1: Poka Yoke Metodolojisi	24
Şekil 2: Değer Akışı Haritalama Adımları	31
Şekil 3: Örnek Mevcut Durum Haritası	35
Şekil 4: Örnek Gelecek Durum Haritası	38
Şekil 5: Boyahane Prosesi	45
Şekil 6: Boyahane İş Akış Şeması	47
Şekil 7: Uygulama Örneği Boyahane Ayrıntılı Mevcut Durum Haritası	50
Şekil 8: Uygulama Örneği Boyahane Mevcut Durum Haritası	51
Şekil 9: Uygulama Örneği Boyahane Ayrıntılı Gelecek Durum Haritası	54
Şekil 10: Uygulama Örneği Boyahane Gelecek Durum Haritası	55
Şekil 11: Konvansiyonel Kombi Üretim Montaj Hattı İş Akış Şeması	56
Şekil 12: Yoğuşmalı Kombi Üretim Montaj Hattı İş Akış Şeması	58
Şekil 13: Uygulama Örneği Konvansiyonel Kombi Üretimi Ayrıntılı Mevcut Durum Haritası	61
Şekil 14: Uygulama Örneği Konvansiyonel Kombi Üretimi Mevcut Durum Haritası	62
Şekil 15: Uygulama Örneği Yoğuşmalı Kombi Üretimi Ayrıntılı Mevcut Durum Haritası	63
Şekil 16: Uygulama Örneği Yoğuşmalı Kombi Üretimi Mevcut Durum Haritası	64
Şekil 17: Uygulama Örneği Konvansiyonel Kombi Üretimi Ayrıntılı Gelecek Durum Haritası	70
Şekil 18: Uygulama Örneği Konvansiyonel Kombi Üretimi Gelecek Durum Haritası	71
Şekil 19: Uygulama Örneği Yoğuşmalı Kombi Üretimi Ayrıntılı Gelecek Durum Haritası	72
Şekil 20: Uygulama Örneği Yoğuşmalı Kombi Üretimi Gelecek Durum Haritası	73



## RESİMLER LİSTESİ

Resim No		Sayfa No
Resim 1:	Montaj Hattı	40
Resim 2:	Boyahane Ünitesi	41



## **EKLER LİSTESİ**

**Ek No**

**Sayfa No**

Ek 1: Malzeme ve Bilgi Akışı Sembolleri

84



## GİRİŞ

Günümüz rekabet koşulları içinde hayatta kalmak isteyen işletmeler ürün ve hizmet üretiminde değer kavramını ön planda tutmak zorundadırlar. Bunu yapabilmek için de günümüz işletmeleri yalın yaklaşım felsefesinden yararlanarak, yalın üretim tekniklerini kullanmaktadırlar. Yalın Üretim, ürün ve hizmet üretme sürecini her türlü israftan arındırıp en sade şekilde sunulan değeri, en iyileştirmek ve bu yolla firmanın kârını arttırmak amacını güden kavram, sistem ve tekniklerin tümünü kapsar. Yalın düşünceye göre israf, müşteriye bir değer sunmayan ve müşterinin karşılığında bir bedel ödemek istemediği her şeyi ifade eder. Ürün veya hizmetin tasarımından sevkiyatına kadar üretim faaliyetlerinin tamamında, her türlü israfın (oluşan hatalar, fazla üretim, stokların artması, lüzumsuz iş, hareket, taşıma ve bekleme süreleri) ortadan kaldırılmasıyla maliyetlerin düşmesi, müşteri memnuniyetinde artış sağlanması, piyasa koşullarına uyum göstermede daha esnek bir yapıya kavuşma ve daha hızlı nakit akışı hedeflenir.

Yalın düşünce, yalnızca felsefe ve fikir boyutunda kalmadan somut olarak da belli teknikler uygulayarak öne sürdüğü kavramların hayata geçirilmesini mümkün kılar. Belli teknikleri uygulamadan Yalın Üretim sistemi oluşturulamaz. Yalın üretimde birçok teknik kullanılmaktadır. İsrafi önlemeye odaklı ve değer akışlarını iyileştirmede kullanılan Değer Akışı Haritalama (DAH), önemli bir yalın üretim tekniğidir.

“Yalın Üretim Tekniği Kapsamında Değer Akışı Haritalama Ve Bir Uygulama Örneği” isimli bu tez çalışması üç bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde, yalın üretim ve yalın düşünce kavramları açıklanmış ve bu kavramlardan hareketle yalın üretim teknikleri anlatılmıştır.

İkinci bölümde, bir yalın üretim tekniği olan DAH tekniği örnekli şekilde ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Üçüncü bölümde de, bir ısıtma ürünleri fabrikasında Değer Akışı Haritalama çalışması yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında, mevcut durum haritaları ve gelecek

durum haritaları çizilmiş, iyileştirme noktaları belirlenerek kaizen çalışmaları ile olası sonuçları sunulmuştur.



# BİRİNCİ BÖLÜM

## YALIN DÜŞÜNCE VE YALIN ÜRETİM

### 1.1 Yalın Düşünce ve İsrâf Kavramı

Rekabetin uluslararası boyutta gün geçtikçe artmasıyla işletmeler, ürün ve hizmetlerini daha düşük maliyetlerle üretmeye ve bunun yanında müşteriye sundukları değeri de arttırmaya mecbur hale gelmektedirler. Birçok firma, yenilikçi yaklaşımlarla, kişiselleştirilmiş ürün ya da hizmetler sunmakta, kalite, hız, esneklik gibi noktalarda rakiplerinden daha önde olabilmek için farklı stratejiler uygulamaktadır.

Farklı stratejiler izleme noktasında gerek üretim gerekse hizmet şirketleri yalın üretim olarak bilinen teknikleri uygulamayı seçmişlerdir. Yalın üretim, müşterinin yönlendirdiği ve düşük miktarlarda stoklarla çalışan üretim ortamları meydana getirir. Bu yolla; tedarik zincirinde israfı önlemek, değeri arttırmak ve stokları düşürmek mümkün olmaktadır. Ayrıca yalın üretim sayesinde, işyeri organizasyonunda ve yönetiminde iyileşme, ürün kalitesini artırma gibi faydalar da sağlamakta ve rekabet gücünü arttırmaktadır (Womack ve Jones, 1998: 11).

En sade şekilde tanımlamak gerekirse, yalın üretim; ürün veya hizmetlerin, üretimi, dağıtımını ve müşteriye sunulmasına kadar gereken tüm zamanın kısaltılması ve değerini israftan arındırılmasıdır (Vincenti, 2002: 58).

Yalın üretim, üretimin ve organizasyonun tamamını kapsayan bir üretim sistemidir. Müşteri talebini karşılamada hızlı ve etkin olmayı hedefler. Değer katan ve katmayan tüm etkenleri ortaya koyar, israfı önler ve üretim için geçen zamandan tasarruf eder. Yalın üretimde hedeflenen, üretimi ihtiyaç duyulan miktar ve zamanda hatasız ve israf etmeden yapmaktır (Laraia vd., 1999:242).

Ürün veya hizmet üretiminde, yalın üretimle daha kısa yollardan sonuca ulaşmaya çalışılır, işlem adımlarının sayısı ne kadar azaltılırsa, süreden ve maliyetten o kadar

kazanç sağlanır, hata riski düşer. Bu nedenle katma değeri olmayan işlem adımları üretim basamaklarından çıkarılarak üretim yalınlaştırılır (Åhlström, 1998: 328).

Yalın üretim, yalın düşünce kavramından doğmuştur. Yalın düşünce ile yapılmak istenen şudur; değer ne olduğunu en doğru biçimde tanımlamak, değer katan işlem adımlarını optimum şekilde sıralamak, bu işlem adımlarını zamanında ve kesintiye uğratmadan yerine getirmek ve gitgide daha etkin kılmaya çalışmaktır. Yalın düşünceyi yalın yapan, zaman, emek, yer ve teçhizat gereksinimini sürekli azaltırken, üretimi ve müşteri memnuniyetini arttırmayı sağlıyor olmasıdır (Womack ve Jones, 1998: 11).

Değer yalın düşüncenin kritik başlama noktasıdır. Değeri tanımlayan ise müşteri yani son kullanıcı ya da yararlanıcıdır. Müşterinin ihtiyaçlarını istediği şekilde, zamanında, kabul edilebilir bir fiyatla karşılayan ürün veya hizmetler değer ifade edeceklerdir (Womack ve Jones, 1998: 12).

Yalın düşünce büyük resmi görmeyi sağlar. Sistemin tamamına hâkim olacak şekilde ortak bir dilde konuşmayı sağlar ve bu ekseninde iyileştirmelere kapı açar. Burada bütün tedarik zinciri bu süreçlere dâhil olmalı ve firma, tedarikçileri ile birlikte daha etkin iyileştirmeler yapmalıdır (Kulaç, 2003: 1). Amaçlanan sadece işletmenin yalın hale gelmesi değil tedarik zincirini yalın bir değer zincirine dönüştürmektir (Tikici vd., 2006: 22).

Ayrıca israfa karşı alınan önlemleri tümüyle içerir. İsraf, Japonca 'da "muda" kelimesi ile ifade edilir ve yalın üretimde bu kelimeye sıklıkla rastlanır (Nomak ve Durmuşoğlu, 2003: 44). Yalın düşüncede, kaynakları tüketirken ürün veya hizmete hiçbir değer katmayan bütün iş ve işlemlere israf denir (Abdi vd., 2006: 192).

Yalın düşünce, süreçleri ürün geliştirmeye ve değer sunmaya dönük iyileştirirken mükemmel süreci arayışa doğru odaklanır (Lummus vd., 2006: 1063). İsrافی azaltma ve önlemede de çok yönlü bir yaklaşıma sahiptir (Czabke vd., 2008: 78). Bu bağlamda, üretim süreçlerinde, bir sonraki süreçte istenenlerin miktar ve zamanı, ihtiyaç

duyulduğu şekilde karşılanarak envanteri en aza indirme de söz konusudur (Dhandapani vd., 2004: 240).

Neticede yalın düşünce; işletme yönetimlerinin değeri israftan ayırt ederek, israfı tamamen ortadan kaldırmalarını, kaynakları daha etkin kullanmalarını, işletmelerin yalın bir değeri zinciri boyunca, yalın bir üretim sistemi kurmalarını ve yüksek kazançlar elde etmelerini amaçlar (Tikici vd., 2006: 22).



## 1.2 Yalın Üretim Sistemi

Yalın üretim sistemi; müşteri memnuniyetsizliğini, hata ve fireleri, işçilik, maliyet ve stokları minimize eden, daha optimum üretim alanlarında, sürekli iyileştirme süreçleriyle bütün gereksiz unsurlardan arındırılmış bir yapıdır (Thomas, 1997:36).

Yalın üretim beş ana prensibe sahiptir. Bu prensipler:

- a) Bir ürün veya hizmette müşteriye uygun olan fiyat ve kullanılabilirlik, yani değer belirlenmelidir.
- b) Ürün ya da hizmete hiçbir değer katmayan ve müşterinin bedel ödemek istemediği her şey, yani israflar ortadan kaldırılmalıdır.
- c) Tam zamanında üretim esasına dayanarak, üretimde baştan sona kadar malzeme ve bilgi akışı değer katmaya odaklanmalı, gereksiz beklemler ve yığılmalar önlenmelidir.
- d) Denetim müşteri tarafından yapılır, yani müşterinin istediği ürün veya hizmet yine onun istediği zamanda üretilmelidir.
- e) İş süreçlerinde mükemmelliği arayış süreklilik arz etmelidir (Oliver vd., 2007: 3726).

Yalın işletmelerde, süreçler sürekli olarak değersiz işlemlerden arındırılarak basitleştirilir. Bunun için her işletmede uygulanabilirliği olan basit araçlar kullanılır. Çalışanların yenilikçi kapasitelerini açığa çıkaracak şekilde motive edilmesiyle yüksek maliyetler içermeyen yalın uygulamalar yapılabilir. Yalın üretim ilkelerini benimseyen şirketler, üretimlerini arttırmaları, planlanan zamanda tamamlarlar, daha düşük oranlarda hata ile daha az stokla çalışırlar ve rekabette kazançlı çıkarlar (Tatikonda, 2007: 28).



### 1.2.1 Yalın Üretim Sisteminin Tarihçesi

Yalın üretimin ortaya çıkışı ve tarihsel gelişimi şu şekilde özetlenebilir; yenilikler ihtiyaçlardan doğar ve mevcut uygulamaların artık yetersiz kaldığı durumlarda devreye girerler (Womack vd., 1992:19). Sermaye, toprak, işgücü üretim için gereken, olmazsa olmaz unsurlardır. 2. Dünya Savaşının bitiminde, Japonya’da sermaye yok denecek kadar azdır. Toprak zaten dar alanı kapsar. Japonlar ellerinde daha çok miktarda olan işgücünü en verimli şekilde kullanarak dünya devi olmayı başarmışlardır (Özçelikel, 1994: 1). Yeraltı ve yer üstü kaynakları yoksul olan Japonya hammaddeyi ithal edip işleyerek ürettiği ürünü ihraç etmek zorundadır ekonomik kalkınma için tek çıkar yolu budur. Sürekli bir orduya sahip olmayacaklarına ve savaşmayacaklarına dair bir anayasaya imza atan Japonlar, tamamıyla iş hayatına odaklanmışlardır (Katayama, 1998: 5-7).

Yalın üretim sisteminin doğuşunu yine bu sistemin kurucusu olan Taiichi Ohno şöyle anlatmaktadır: *“15 Ağustos 1945 Japonya’nın yenildiği gün Toyota Motor’un başkanı Kiichiro Toyoda 3 yıl içinde Amerika’ya yetişemezsek Japon otomobil endüstrisi biter” diyordu. İşgal kuvvetleri komutanı Mac Arthur Japonya’da verimliliğin Amerika’dakinin ancak sekizde biri olduğunu söyledi. Yapmaya çalıştığımız, iş üretkenliğini 3 yıl içerisinde sekiz ya da dokuz kat arttırmaktı” Ohno, Toyota<sup>1</sup> 1937 yılında kurulmuştu ve 1950 yılına gelindiğinde geçen 13 yıl boyunca toplam 2685 otomobil üretti buna karşın Ford’un Rouge’daki fabrikalarında “bir tek günde” 7000 otomobil üretimi yapılmaktaydı. Ohno durumu gözden geçirirken, Amerikalı işçilerin Japonların on misli güçlü olmadıkları açıkça belliydi. Japonların emekleri bir yerlerde ziyan oluyor olmalıydı. Ve eğer bu ziyanı ortadan kaldırılabirirse, verim kuşkusuz yükselecekti. İşte yalın üretim sistemi ABD’ ye yetişme ve onu geçme arzusunun doğrudan bir sonucu olarak, böyle doğdu” (Katayama, 1998: 10).*

Yalın üretim isimlendirmesini ilk olarak dile getiren Harward Üniversitesi araştırmacılarından John Krafcick’tir. Bu üretim sisteminin üretim tekniklerini yalın

---

<sup>1</sup> Toyoda Ailesinin Japonca ’da “verimli piriç tarlası” anlamına gelen soyadı, tanıtım kampanyasını yürüten reklâm şirketinin önerisiyle “Toyota” olarak değiştirilmiştir.

üretim şeklinde ifade etmiştir. John Krafcick, Japon otomotiv endüstrisinin bu sistemini Fordist kitlesel üretimiyle kıyaslayarak, daha dar üretim alanında, daha az işgücü ile daha kısa sürelerde yeni ürün geliştirme sağlayan bir yapı olarak yalın üretim diye isimlendirmiştir (Sevindirici, 2009: 77).

Ford'un seri üretim sisteminde az sayıda model çıkarıp bu modellerden çok fazla miktarlarda üretmeye dönüktü. Bu nedenle tüm orijinal ModelT'ler siyahtı. Hâlbuki Toyota bunun tersi hareket etmek zorundaydı, aynı montaj hattında farklı modellerden düşük miktarlarda üretebiliyordu. Çünkü Japon pazarının müşteri talebi, Ford'un usulü ile hareket etmesine imkân vermeyecek derecede düşüktü. Toyota'nın sermayesi düşüktü, kaynakları sınırlıydı bu kısıtlar çerçevesinde nakit akışını hızlandırmak zorundaydı Ford'un üretim sürecindeki; düşük maliyetlerde, yüksek kalitede, esnek biçimde ve kısa sürede iş bitirmeye yönelik özellikleri bir arada sağlayacak şekilde kendi iş modelini oluşturmalıydı. Taiichi Ohno, yalın üretiminin bu şekilde doğan ihtiyaçlar ve zorunluluklarla meydana çıktığını söylemiştir (Ohno, 1998: 56).

Taiichi Ohno önce işçilerin başında ustabaşı ile çalışmalarını değiştirerek takımlar oluşturdu ve takım liderleri atadı. Bu takımların verimli çalışmaları için birlikte hareket etmeleri gerektiğini sürekli vurguladı. Takımın sevk ve idaresini, koordinasyonunu lider sağlamaktaydı. Takımdan bir kişi eksik olduğunda onun yerini de lider doldururdu. Ohno, ilerleyen zamanda takımların temizlik bakım gibi işleri de yapmaya başlamasını öngördü. Takımların ekip ruhu oluştuğunda ve uyum içinde çalışmaları sağlandığında süreçleri iyileştirmeleri için onlara yol açılmış oldu ayrıca bu durum kaizen iyileştirmeleri ve kalite çemberleri için bir temel teşkil etti (Womack vd.,1992:57).

Taiichi Ohno, üretimde yeniden işlemeyi engellemek istiyordu. Bunun için işçilerin çözemedikleri problemler olduğunda hatları durdurabilmelerini sağlayacak düzenekler kurdu ve gerektiğinde durdurmalarını söyledi. Sorunlara çözüm odaklı yaklaşılması için "5 Niçin Kuralı"nı koydu. Bu yolla sorunlar yaşandığında kök nedene ulaşılmasını ve aynı sorunların tekrar etmemesini amaçladı. Bu yapılanlarla, yeniden işleme ve hata oranlarında, çevrim sürelerinde önemli iyileştirmelere gidildi ( Womack vd., 1992: 58).

2. Dünya Savaşı sonrası Amerika'nın garantisi altında Japon şirketlerine Tokyo Bankalarından krediler verildi. Şirketlerin önceleri sermayeleri düşüktü. Büyümeye başladıklarında ise bu şirketlerin yabancılara satılma tehlikesi doğdu. Bu tehlikeye karşı birbirlerine nakit kullanmadan hisse satmaya başladılar. Bu yolla keiretsu adında bir çember oluşturuldu (Womack vd.,1992:199). Bu yapıda üyeler arasında duygusal bir bağ ve karşılıklı sorumluluk esası mevcuttu. Her üye diğerine ait hisseyi bir güven verme aracı olarak elde tutuyordu. Bu çember endüstriyel finans alanında geliştirilmiş en dinamik ve verimli sistemdi. Japon takımları, uzun vadeli bir uyum gösterdiler, sabırlıydılar, eğitilmişler ve düşük performansı affetmezlerdi (Womack vd.,1992:200-203).

Japonların bu başarısı 1970'li yıllarda, şu noktalarla izah edilmiştir;

- Japonyada ücretler çok düşüktür,
- Devlet iç pazarı koruma eğilimindedir,
- Faiz oranları düşüktür,
- İleri teknolojiye sahiptirler.

Ancak Ford 1979'da Mazda'nın %24'ünü satın aldığında, General Motors 1983'te Toyota ile ortak NUMMI<sup>2</sup> fabrikasını kurduğunda anlaşılmıştır ki yalın üretim seri üretimden çok ileridedir (Womack vd., 1992: 241-244).

---

<sup>2</sup> NUMMI; New United Motor Manufacturing (Yeni Birleşik Motor İmalat Şirketi) 1984 yılında seri üretici General Motors ile yalın üretici Toyota'nın Kaliforniya'da kurdukları ortak yatırımdır.

## 1.2.2 Yalın Üretim Sisteminin Ana Unsurları

Yalın üretim; pazar değerini arttırma, pazarı büyütme, satışları yükseltme, maliyetleri düşürme, üretkenlik, kalite ve güvenlik gibi noktalarda, diğer üretim sistemlerini daima geride bırakmıştır (Spear, 2006: 125). Japon otomotiv devi Toyota yalın üretim sisteminin en önemli aktörüdür ve 2005 yılında 177 milyar dolar piyasa değeri ile General Motors, Chrysler ve Ford gibi dünya çapında şirketlerin toplam piyasa değerini geçmekte hatta General Motors'un piyasa değerinin 13 katına ulaşmaktaydı (Morgan ve Liker, 2007: 27). Yalın üretim sistemini başarıya ulaştıran noktalar; çok iyi mühendisler, güçlü bir sinerjiyi yakalamış etkili ekip çalışmaları, optimize edilmiş süreçler, basit ve etkin araçlar, kaizen denen sürekli iyileştirme faaliyetleri ve çok çalışmak olarak sıralanabilir (Morgan ve Liker, 2007: 31). Elbette, yalın üretimin başarısında, Japon insanının karakteristik özellikleri, kültürel yapısı ve Japonya'nın sosyoekonomik durumu da etkiliydi (Ohno, 1998: 16.). bu sistemde odaklanılan israfın tamamen yok edilmesidir. Japon inançlarına göre; hayat ve hayatta insana sunulan her şey kutsal emanetlerdir, bu emanetleri israf etmek "Mottainai" diye adlandırılan bir çeşit günahdır. Japonya'nın yeraltı ve yerüstü kaynaklardan yoksun bir ülke olduğu da göz önüne alınırsa sahip olunan hiçbir şeyin boşa harcanmaması temel düşüncedir ve yalın üretim de bu düşünceden hareketle doğmuştur (Özçelikel, 1994: 85).

Müşteri beklentilerini ve pazarın hedeflerini ivedilikle karşılamak maksadıyla, yalın üretimde en üst kademedan en alt kademeye kadar işletmenin tüm çalışanları ve tedarikçileri birlikte hareket etmeli, yoğun bir işbirliği içinde olmalıdır. Çalışanların eğitilmiş olması ve ekip ruhuna sahip olması gözetilir. Endüstriyel otomasyon içerisinde esnekliği yüksek makinelerle çalışılır. Ayrıca en alt kademe çalışanlara da sorumluluk yüklenir. Yalın üretimde bütün gereksiz unsurlar elimine edilerek, işçilikler, maliyetler, üretim alanları, geliştirme süreleri, stoklar, müşteri şikâyetleri, hatalar ve fireler minimize edilir. Yalın üretim sisteminde 5 ana öge bulunmaktadır. Bunlar; üretim akışı, organizasyon, ölçüm, süreç kontrolü, lojistik olarak sıralanır. Bu öğeler şöyle açıklanabilir;

- **Üretim Akışı:** Ürünün oluşumunda fiziki olarak gerçekleşen değişim ve

dönüşümleri ve bunları belirleyen standartları oluşturmayı ifade eder.

- **Organizasyon:** Çalışanların doğru iş için doğru insan yaklaşımıyla görevlendirilmelerini ve etkili ekiplerle sağlıklı bir organizasyon kurmak için iletişim ve eğitimlerini içerir.
- **Ölçüm:** Performans değerlendirme için gerekli olan bütün ölçümleri kapsar. Sonuç odaklı ve hedeflerle yönetim eksenli bir bakış açısıyla ekiplerin başarılarını ödüllendirmeyi sağlar.
- **Süreç Kontrolü:** Süreçleri gözlem altına alarak, kontrolde tutmayı ve buna bağlı iyileştirmeler yaparak işleyişlerinde bu iyileştirmeleri kalıcı tutmayı sağlar.
- **Lojistik:** İş akışında neler yapılacağını tespiti, belli kurallara bağlanması ve malzeme akışında buna bağlı olarak kontrol ve planlamanın doğru yapılmasını sağlar (Feld, 2001:4).

Yalın üretimin ana unsurlarından olan ve yalın üretimde yoğunlukla kullanılan 5S, Kaizen, Kanban, Tam Zamanında Üretim, Hazırlık Süresinin Kısaltılması(SMED), Poka Yoke , Jidoka ve TPM-Toplam Verimli Bakım teknikleri şöyle açıklanabilir;

### 1.2.2.1 5S

Bu tekniğe Japonca “S” harfiyle başlayan 5 kelimeyi içerdiği için bu isim verilmiştir. İşletmede temizlik ve düzenin amaçlandığı 5S’in uygulama adımlarını oluşturan bu kavramlar şunlardır;

- Seiri (Sınıflandırma),
- Seiton (Düzen),
- Seison (Temizlik),
- Seiketsu (Standartlaşma)
- Shitsuke (Disiplin) (Monden, 1993: 23).

Sınıflandırma adımında, araç gereçler sınıflandırılır ve gerekli olanlar ve olmayanlar şeklinde ayrılarak gereksiz olanlar ortadan kaldırılır. Lüzumsuz yer işgal ederek hata olasılığını arttıracak olan, tüm gereksiz araç gereçlerden kurtulmak gerekir.

5S’in ikinci adımı düzenlemedir. İlk adımda gereksizler elimine edildikten sonra bu adımda da gerekli olan araç gereçler rahat ulaşılabilir ve kullanımı kolay olacak şekilde yerleştirilerek bir düzen oluşturulur. Böylece kullanılmak istenen ekipmanı arayıp bulmak için zaman kaybedilmeyecek ve zaman kaybı olarak yaşanacak israfın önüne geçilecektir (Hirano, 1990: 37).

Temizlik adımı, yapılacak günlük temizliği ve bunun kesintiye uğramadan yerine getirilmesini içerir (Monden, 1993: 23). Yerleri süpürme ve silme, pencereleri silme, duvarları boyama gibi temizlik işlerinin yapılması ortamdaki tozu, kiri ve pisliği yok eder. Ortamın temizliği makinelerin sağlıklı çalışmasını sağlar, toz ya da pislikten kaynaklanan arızaları önler, temiz yüzeylerde hatalar daha rahat görünür.

Standartlaşma adımında önceki üç adımda yapılanlar belli standartlara oturtulur. Yol ve yöntemler belli bir çerçeve içinde kayıt altına alınarak bu işlerin sürdürülebilirliği amaçlanır.

5S’in son adımı disiplindir. İlk dört adımda alınan yolun devamı için temizlik ve düzende disiplin gerekir. Ortamın daima temiz ve düzenli tutulması tüm çalışanların bu faaliyetleri içselleştirerek aksatmadan yerine getirmesine bağlıdır (Hirano, 1990: 37). Yöneticiler bu işlerin hatasız yapılması ve alışkanlık haline gelmesi için yeni yol ve

yöntemler geliştirmelidir (Monden, 1993: 23).

5S'in getirdiği endüstriyel anlamda düzen ve temizlik özetle şu katma değerleri sağlar;

- Kalite iyileştirilir çünkü hataları görmek hızlı ve kolay olur.
- Maliyetler azalır, müşteriye zamanında ürün teslimi gerçekleşir, iş kazaları, meslek hastalıkları oranı düşer çünkü 5S ile israf ortadan kaldırılır.
- Hazırlık süreleri azalır çünkü kalıp ve ekipmanların yerleşimi bir düzen içindedir (Hirano, 1990: 37).



### 1.2.2.2 Kaizen

Japonca'da kai ve zen kelimelerinden oluşur. Sürekli iyileştirme anlamında kullanılır. Bu anlayış gerek iş hayatında gerekse özel hayatta yapılan her işin sürekli iyileştirmeye tabi tutulmasını öngörür (Imai, 1994: 3). Yenilik ve iyileştirme kavramlarını birbirinden ayırmak gerekir. İyileştirme ya da kaizen süreklilik arz edecek şekilde küçük adımlarla mevcudu iyileştirmek demektir. Yenilik, yeni makine, teçhizat ve teknolojiler için büyük yatırımların yapıldığı köklü değişimleri içerir (Imai, 1994:7).

Kaizen belli bir standarda oturtulmuş, istikrar içinde uygulanan süreçlerle yürütülür (Morgan ve Liker, 2007:244). Masaaki İmai'de Kaizen kitabında süreçleri iyileştirmenin standartlaşma ile sağlanacağını vurgulamıştır. Proses, belli bir düzen tutturmamış halde değişip durmaktaysa onu iyileştirmek de kalıcı olmayacaktır. Sürecin belli bir standardı oluştuktan sonra yapılacak iyileştirmeler sağlıklı ve kalıcı olur (Liker, 2005: 184).

Kaizen uygulamalarında önemli bir unsur da "Öneri Sistemi"dir. İş yapan, o işi en iyi bilen kişilerden öneriler gelmesi için kurulmuştur. Sadece öneri sunmak yeterli değildir, sunulan önerilerin zaman kaybetmeden değerlendirilerek öneriyi sunan kişiye geri bildirimde bulunmak ve fayda sağlayacağına kanaat getirilen önerileri hayata geçirmek gerekir (Özçelikel, 1994: 175).

Görünüşte, öneri sistemi, işletmelerde sürekli iyileştirmeyi sağlamak için, çalışanların fikirlerini almak amacını güder. Ancak burada asıl amaç; kurumsal aidiyeti arttırmaktır (Monden, 1993: 126). Öneri sistemi için, çalışan öncelikli iyileştirme denebilir. Çalışanın aklını kullanmasına yönelik bir araçtır (Imai, 1996: 111). Öneri sunacak olan çalışan, mevcut durumu analiz ederek problemi tespit eder, hedefi belirtir ve bunları açıkça ortaya koyacağı bir öneri formu doldurur. Problemin nedenlerine inerek kök nedeni bulur bunu ortadan kaldıracak önlemleri ve bu önlemlerin nasıl standart hale getirilebileceğini belirtir. Bu öneriyi takım liderine götürür ve pilot olarak uygulanmasını veya stratejik olarak denenmesini ister (Hoseus ve Liker, 2008: 218). Öneri sisteminde çalışanlar, önerinin faydasına göre 10 \$ - 500 \$ arasında bir para ödülü ile ödüllendirilmelidir (Meier ve Liker, 2006: 262).



İşletme çalışanlarının fikirlerine çok önem verilmesi, hayata geçirilen ve işletmeye büyük katkı sağlayan iyileştirmelerin öneri sistemiyle ortaya çıkmış olması, yalın üretimin gözle görülür bir artışıdır (Acar, 2003: 104 ). Toyota Motor şirketinin yönetim kurulu başkanı Eiji Toyoda gazetecilere verdiği bir röportajda şunları söylemiştir: “*Japon işçilerinin özelliklerinden biri de, elleri kadar zekâlarını da kullanmalarıdır. İşçilerimiz yılda 1.5 milyon öneri getirir ve bunların % 95’i uygulamaya konur. Toyota’nın atmosferinde iyileştirme isteği elle tutacak kadar somuttur*” (Imai, 1996: 16). 1985 yılında Matsushita şirketinde sunulan öneri sayısı 6 milyon, Hitachi şirketinde sunulan öneri sayısı ise 4.6 milyon olarak kayıtlara geçmiştir (Imai, 1996: 113).

Ürün ve hizmet üretimini, daha kaliteli, daha üretken ve daha düşük maliyetli olarak sürdürmek için sürekli geliştirmek gerekir (Deming, 1996: 19). Sürekli iyileştirme kültürü kazanma ve bunu devam ettirme işletme yönetimlerinin insana yatırım yapmasına bağlıdır. Yalın üretimin başarısı da buradan gelir (Liker, 2005: 31).

### 1.2.2.3 Kanban

Kanban kelimesinin Japonca karşılığı işaret, kart ya da ilan tahtasıdır. Bu isim bu teknikte kullanılan kartlar için veya bu işleme tâbi tutulan malzemeler için kullanılır (Tapping, 2003: 40). Çekme işlemi için, üretim akışı içinde, önceki bölümlere üretim ve teslimat yapmaları için bildirim veren parça kutuları içerisine yerleştirilmiş kartlardan oluşur (Womack ve Jones, 1998: 464). Farklı bölümler arasında doğrudan iletişim kurmayı sağlayan en kestirme yoldur (Ohno, 1998: 194).

Üretimde lazım olduğu kadar ve doğru zamanda üretim yapmak yalın üretimin ana prensibi olmakla beraber bu durum sadece dış müşteri talebine göre doğru miktar ve çeşitte üretim yapmayı içermez. Aynı zamanda iç müşterinin de yani üretim içindeki sonraki bölümlerinde istediği kadar hemen işleyebileceği miktarda üretmek anlamına gelir. Bu şekilde hareket edildiğinde gereksiz üretim önlenir ve üretim tam zamanında gerçekleşir (Womack ve Jones, 1998: 87).

Burada üretimi iki ayrı gruba ayırma söz konusudur. Bunlar; çeken ve iten sistemler ile kontrol sistemleridir. İten sistemler olarak adlandırılan yapı klasik üretim sistemlerini içerir. Bu yapıda, tahmini müşteri taleplerine göre üretim planlama yapılır. Üretim ve stok kontrolleri de bu planlama esas alınarak yapıldığından bu sisteme iten sistem denmiştir. Üretim süreçlerinde sonraki süreçte ihtiyaç duyulduğu kadar parça üretilir. Ancak burada, proseslerde oluşan bir problem karşısında veya müşteri talebinde bir dalgalanma olması halinde sıkıntı yaşanmaktadır. Bu tür değişimler üretim hızını da değiştirir ve bu değişimlere göre üretim planlarının da revize edilmesi icap eder. Bu revizyon işlemleriyle zaman kaybetme söz konusu olduğundan iten sistemlerin böyle değişimlere ayak uydurmaları için stoklu çalışmaları gerekir. Bu nedenle ara stok seviyesini oldukça fazla tutma zorunluluğu vardır (Womack ve Jones, 1998: 119).

İten sistemleri ayrıntılı olarak inceleyen Taiichi Ohno, bölümlerin ihtiyaç duyulandan fazla üretim yapmaması için, önceki bölümlerin üreteceği parçalara ve bunların miktarlarına sonraki bölümün karar vermesi gerektiğini belirtmiş ve bu anlayışı uygulamıştır. Ohno'nun hayata geçirdiği bu sistem gayet kolay ve mantıklıdır. Bu yapının mantığı şöyle özetlenebilir; bir bölümün çalışanı, kendi bölümünden bir önceki bölüme giderek kendi bölümü için o sırada gereken miktarda parçayı çeker. Bu işlem kendinden önceki bölüme yeniden üretime başla komutu vermekte ve bu üretimin

miktar ve çeşitliliğini belirlemektedir. Çekme işlemi son üretim bölümünden genelde de son montaj hattından ardındaki bölümlere veya ana işletmeden tedarikçilere doğru ilerler. Tam zamanında üretim eksensiz hareket edebilmek için çekilecek parçaları, doğru zaman ve miktarları önceki bölümlere bildirecek bir bilgi sistemi tesis edilmelidir. Kanban yapısında bu, tam zamanında üretim, grup teknolojisi olarak uygulanabilir. Kanban manuel olarak uygulamalar içeren basit bir çalışma mantığına sahiptir. Bu yönüyle yatırım maliyeti son derece düşüktür (Shingo, 1988b: 112-116).

Üretim hattının dengelenmesi ve bu şekilde tasarlanması sonrasında kanban uygulanır. Son olarak yapılacak işler; süreçlerin standartlaştırılması ve kontrolüdür. Kanbanı etkin olarak uygulayabilmek için aşağıdaki kuralları yerine getirmek gerekir;

1. Çıktıları üreten süreçler girdileri üretenlerden parça çekerler.
2. Girdileri üreten süreçte yalnızca kendisinden çekilecek olan parçalar üretilir. Yalnızca sıfır hata içeren, tamamen hatasız olan ürünler gönderilir.
3. Daima farklı süreç ve operasyonların akışındaki değişkenliği yok etmek için uğraşılır.
4. Görsel olarak kontrol sağlamak üzere kanban kartları ürünlerle beraber taşınır.
5. Kanban kartı sayısı, prosesteki üretim için gereken stoğun ne kadar olacağını gösterir.
6. Yapılan iyileştirmeleri daha etkin kılmak için dolaşım içindeki kanban sayısı düşürülür (Tapping, 2003: 40).

Netice itibarıyla; kanban sistemi hatalı ürün ve arızaları elimine eder. Hazırlık sürelerini minimize eder. Stokları sıfırlama amacına yönelik olarak, ıskartaya sebep olan bütün sorunlar ortadan kaldırmayı hedefler. Kanban tekniğinde, her bir proses, bir tek parça üretir, kendinden sonraki bölüme parçaları teker teker iletir. Teçhizat ve prosesler arası tek parça ihtiva eden bir güvenlik stoğu tutar. Kanban tekniğini uygulayarak başarı göstermiş olan işletmelerde iyileşme oranları şu şekildedir;

- Envanter seviyesi %60 düşer,
- İşçilik verimliliği %30 artar,

- Hatalı ürünler %90 azalır,
- İşletme alanı %15 daha tasarruflu kullanılır (Cesur, 1997: 144).



#### 1.2.2.4 Tam Zamanında Üretim

İngilizce adı Just in time olarak bilinen bu sisteme verilmiş birçok isim vardır. Bu isimler şöyle sıralanır; yalın üretim tekniği, Japon modeli, Toyotizm(Toyota üretim sistemi), sıfır stok, stoksuz üretim, Ohnizm(sistemi geliştirip uygulayan kişinin Ohno olması nedeniyle), entegre fabrika (Sevindirici, 2009: 77). Bu sistemde Ohno, üretimdeki sorunları açıkça gözlenebilir hale getirmiştir. Bunu sağlamak için fabrikadaki malzeme akışını azaltmıştır. Bir üretim tesisinde stoksuz çalışma ya da sıfır stok; şeffaflık sağlar, depolama sorunlarını ve israfı önler, sistemi daha işlevsel bir yapıya dönüştürür. Bu durumda da yalın üretimin şartları yerine gelir ve bu teknik sistemi başarıya götürür (Sevindirici, 2009: 78). Bahsi geçen sıfır stok hedefine ulaşmak için üretimin her aşamasındaki stoğu azaltmak gerekir. Hammadde stoğu, yarı mamül stoğu ve mamül stoğu düşürülmelidir. Bu sonuca ulaşabilmek için üretimdeki tüm malzeme akışını, tam zamanında üretim bakış açısıyla yeniden düzenlemek gerekir. Bu bakış açısı; yalnızca lazım olan parçaların, gereken miktarlarda, doğru yer ve zamanda üretilmesini içerir (Gottesman, 1991: 19).

İsrafı önleme, geniş anlamda üretime değer katmayan her şeyi ortadan kaldırma olarak tanımlanırken, dar anlamda, tam zamanında üretim yaklaşımı ile gerek iç gerekse dış müşterinin istediği ürünü, istediği miktarda, istediği zamanda ve istediği yerde elde etmesi olarak tanımlanır. Tam zamanında üretimde istenen talebi karşılamada en uygun yöntem Kanban'dır (Chan, 2001: 148).

Tam zamanında üretimin ana bileşenleri şöyle sıralanır;

1. Tam zamanında üretim felsefesi
2. Jidoka (Otonomasyon)
3. Kalite
4. Üretimi düzgünleştirme
5. Hücresel üretim (üst üste, ard arda işlemler)
6. Ayar zamanını azaltma
7. Çalışanların katılımı, çok yönlü çalışanlar
8. Kanban (çekme sistemi)

9. Tam zamanında satın alma

10. Tam zamanında üretim ve stok politikası (Sevindirici, 2009: 80-81).

Bu yapı içinde ters yönde bir akış bulunmaktadır. Her bir istasyon kendinden önceki istasyona şu soruları sorar; “Hangi parçalara en çok ihtiyaç duyuyorsun? Ne kadar miktarda? Ne zamana kadar?” Bu durumda yalnızca istenen parçalar, gereken miktar ve zamanda üretilir. Mesela 2500 adet otomobil sol ön kapısı isteniyorsa 2501 adet üretilmez. Buradan anlaşılacağı üzere, tam zamanında üretim sistem içinde istasyonların sürekli iletişim halinde olması ve uyumlu çalışması gerekir (Sevindirici, 2009: 81).



### 1.2.2.5 Hazırlık Süresinin Kısaltılması (SMED)

Yalın üretimin ana hedefi olan; zaman israfını ortadan kaldırma, bu tekniği de yönlendiren temel bileşendir. Hazırlık süresinin kısaltılması(SMED: Single Minute Exchange of Die: Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi) yönteminde ve işlem adımlarında, zaman israfını önleme ana unsurdur (Acar, 2002: 85-103).

Ana SMED adımları;

1) Öncelikli olarak, kalıp değişimi için yapılacak işlemleri, makine durduğunda yapılabilecek olanlar ve makine çalışırken yapılabilecek olanlar şeklinde sınıflandırmak gerekir. Daha sonra tespit edilen bu işlemlerin makine durduğunda yapılabileceklerden ne kadarını makine çalışırken yapılabilecekler kaydırılabileceğine bakılmalıdır. Böylece %30-50 arasında zaman tasarrufu sağlanabilecektir. Yapılması gerekenler;

a. Makine durdurularak yapılabilecek işlemlerle makine çalışır halde iken yapılabilecek işlemler net olarak ortaya konmalıdır.

b. Makine durdurularak yapılabilecek işlemler analiz edilmeli, eğer içlerinde makine çalışır halde iken de yapılabilecek olanlar varsa tespit edilmeli ve o şekilde yer değiştirilmelidir. Böylelikle bu işlemler için yaşanan zaman kaybı önlenecektir.

c. Bu analizle yetinmeyip makine durdurularak yapılan işlemler, gerek iş yapma biçiminde gerekse kalıp donanım vb. aksamda belli değişim dönüşümlerle makine çalışırken yapılabilecek hale getirilmeye çalışılmalı sürekli alternatif çözüm ve iyileştirmelere gidilmelidir.

2) Çıkarılan kalıbın üzerine rahat koyulacağı ve yeni takılacak olan kalıbın da taşınım getirileceği rulmanlı arabalar kalıp değiştirmede kolaylık ve tasarruf sağlayacaktır. Böyle bir mekanik iyileştirme bir kalıptan bir başka kalıba geçişte zaman kazandıracaktır.

3) Makine ayarlarını kalıp bağlama esnasında yapmak zaman kaybına yol açmaktadır. Bu kaybı önlemek üzere belli standartlar getirilmeli ve uygulanmalıdır. Mesela kalıplarda makineye bağlantı yerleri sürekli aynı bağlayıcı ve takımları gerektirecek şekilde standartlaştırılabilir. Bu işlemler kalıp değiştirme süresini minimize edecektir.

4) İşçiler sıkıştırma ve gevşetme işlemlerinde vida ve cıvatalarla çok zaman harcamaktadır. Bağlayıcı ve mengenelerde vida, cıvata olmadan bu işlemleri yapmak zaman kazandıracaktır. Bu tür tasarımlara gidilmelidir. Örneğin bağlamada armut biçiminde deliklere oturtma gibi bir yöntem mevcuttur.

5) Kalıbı taktıktan sonra yapılan ayarlar ve denemeler, kalıp değiştirme işinde geçen zamanın yarısını kapsar. Bunu önlemek için kalıbı yerleştirirken en başta tam yerine oturtmak gerekir. Bunun için tasarlanmış kalıbı bir dokunuşla yerine oturtan kaset adı verilen sistemler veya makineye takılacak limit anahtarı denen yapılar kullanılabilir.

6) Sıklıkla kullanılan kalıpları makinelere uzak depolarda tutmak hemen taşıma işçiliği hem de zaman kaybı yaşatmaktadır. Bu kalıplar makinelerin yakınında bulundurulmalıdır.

Shingo ana SMED adımlarını bu şekilde sıralamıştır. Bu uygulamalarla Shingo çok başarılı sonuçlara ulaşmıştır. Örnek olarak; Türkiye’de 1990 senesinde ana otomotiv endüstrisinde kullanılmakta olan büyük pres makinelerinin hazırlık süresi yaklaşık 45 dakika sürerken, Toyota fabrikalarında 1971 senesinde Shingo aynı işlemi 3 dakikada yapmaktaydı. SMED, farklı ülkelerde ve farklı sektörlerde aynı şekilde başarılı sonuçlar almıştır. Düşük miktarlarda üretimde etkin bir metot olarak görülen SMED yüksek kapasiteli üretim tesisleri için de uygun mudur?’’ şeklinde bir soru akla gelebilir. Dünyada birçok işletme bu çekince ile SMED uygulamalarına soğuk bakmış ve bu tekniği kullanmaya değer bulmamış olabilir. Ancak SMED uygulaması ile elde edilecek kazanç azımsanmayacak boyuttadır (Acar, 2002: 89).



### 1.2.2.6 Poka Yoke ve Jidoka(Otonomasyon)

Shigeo Shingo'nun 1960'lı yıllarda ortaya koyduğu bir Japon tekniği olan Poka Yoke, adını da yine 2 Japonca kelimedenden almıştır. Bu teknik bir kalite kontrol sistemi olarak kullanılmaktadır. “Poka” yanlışlıkla yapılan hata anlamına gelen, “yoke” ise önleme manasına gelen 2 Japonca kelimedir. İstatistiksel süreç kontrolü vb. metotlar hataların tespitinde iyi sonuçlar vermektedir. Ancak hataları önlemede aynı güçte değillerdir. Poka Yoke'nin farklılığı burada kendini gösterir. Poka Yoke, hataları önleme hatta hata yapmayı bütünüyle yok etme ana fikrine dayanan bir araçtır. İnsanlar hata yaparlar, bu kaçınılmazdır. Hata yapan insanların işletmelerde sürekli suçlanması motivasyonu kırar, başarıyı baltalar, sorunları da çözümsüz bırakır. Poka Yoke hataları bulur ve önler. Hatalar yalnızca insanlardan kaynaklanmaz. Makine, malzeme, ortam gibi birçok farklı etken de hatalara yol açabilir. Buradan hareketle Poka Yoke hem ürün hem de süreç göz önüne alınarak tasarlanmalıdır. Poka Yoke ile hata anında tespit edilip önlenir ve yanlış işlemler hataya sebep olmadan giderilerek hatasız bir üretim ortamı hedeflenir (Yılmaz, 2012: 37).

İlk defada doğru yap ilkesi ile uygulanır. Üretim ilk defada tamamen hatasız olmasa bile en az hata ile gerçekleşmiş olur. Bunun için şekil 1'de verilen Poka Yoke metodolojisi uygulanmalıdır (Patil vd., 2013: 21).

Şekil 1: Poka Yoke Metodolojisi



(Patil vd., 2013: 21)

Poka Yoke teknikleri çalışanlar tarafından geliştirildiği için çok düşük maliyetlidirler. Fakat beklenenden daha etkin çözümler getirirler. Hatasız üretim amaçlı bu çalışmalar, üretim sonrası kalite kontrolü de ortadan kaldırılırlar ve sorun çıktığında da uyarı verirler (Bırakmaz, 2013: 15).



Yalın üretim sisteminin dayandığı temel düşünce israfı ortadan kaldırmaktır. Jidoka da bu ilkeye dayanır (Ohno, 1998: 43).

Jidoka, makinelerde oluşabilecek arıza vb. olumsuz durumlara bağımsız bir şekilde müdahil olacak cihazları yerleştirmedir. Jidoka hata tespiti yapan ve hata vuku bulduğunda üretimi durduran bir otomasyon sistemi kurmak için kullanılır. Bu seviyedeki otomasyon hataların sürece girmesini önler ve tam otomasyona göre düşük maliyet içerir. Bu uygulamalar, oluşan hataları önlemede deneyimli personel ve mühendislik seviyesinde çapraz-fonksiyon ekiplerince yapılır. Tek bir hücrenin, iş istasyonunun veya hattın bu yapıya geçirilmesi 2 ile 6 ay arasında tamamlanır. Bu uygulamalarda deneyim kazanıldığında ve takımlar daha verimli çalışır hale geldiklerinde bu süreler kısalmaktadır. Jidokada hataları önleyici cihazlar makinelere yerleştirilir, böylece makineler hataları önceden tespit edip önlemektedir. Operatörlerin ilerlemesine müsaade etmez, montajda da hataları önler. Bu şekilde hatalar oluşmadan tespit edilir ve duruş yaşanmadan ölçüm yapılır (Tapping, 2003: 26).

### 1.2.2.7 TPM-Toplam Üretken Bakım

Ürün veya hizmetleri üretirken gereken makine ve teçhizatı daha verimli şekilde kullanmak amacıyla geliştirilen bir bakım tekniğidir. Bu yöntemi geliştiren Seiichi Nakajima bu bakımı, çalışanların küçük ekipler şeklinde gerçekleştirdiklerini ifade ederek, işletmenin tamamına yayılmış bir ekipman yönetimi olarak tanımlar (Nakajima, 1988: 1). Makine teçhizattaki arızaları ve kaliteyi bozan hataları önlemek, makine ve teçhizattaki ayarların miktar ve sürelerini azaltmak, operatörlerin işi daha kolay ve güvenli şekilde yapacakları bir ortam sağlamak için gereken faaliyetlerin bütünü ekipman yönetimini oluşturur (Shirose, 1992: 13).

Kunio Shirose Toplam Üretken Bakım'ı geliştiren önemli isimlerden biridir ve bu yöntemi Japon usulü makine teçhizat yönetimi olarak görür. Buna göre; bakım sorumluluğu sadece bakım bölümüne ait değildir ve üretimle ilgili bütün çalışanları bağlar. Bakım işlemlerine üretimle ilgili tüm çalışanlar katılmalıdır. Toplam Üretken Bakım, şu 4 temel esasa dayanmaktadır:

1. Toplam Üretken Bakım, makine teçhizattan kullanım ömrü içinde en verimli şekilde yararlanmayı sağlar.
2. Toplam Üretken Bakım, farklı bölümlerdeki personelin bir arada çalışmasını da gerektirir.
3. Toplam Üretken Bakım, faaliyetleri en tepe yönetimden en ast konumdaki işçiye kadar bütün çalışanların katılımı ile sağlanır.
4. Toplam Üretken, Bakım kendi içinde bağımsız hareket eden küçük takımları esas alan bir uygulamadır (Nakajima, 1988: 10).

## İKİNCİ BÖLÜM

### DEĞER AKIŞI HARİTALAMA

#### 2.1 Değer Akışı Haritalama Tekniği

Yalın yaklaşım ve yalın düşünce yapısında, değer akışı temel taşlardan biridir. Yalın üretim için üretim hatları ve tüm faaliyetler değer akışına göre yürütülmektedir (Wang vd., 2009: 20). Değer akışı, değer katsın ya da katmasın bir ürün veya hizmeti üretmek için yürütülen tüm faaliyetleri kapsar (Sullivan vd., 2002: 256). Benzer nitelik ve özellikleri içeren ürünler aynı değer akışında üretilirler. Değer akışı, üretim boyunca aynı yollardan geçen ürünlerden oluşur (Maskell ve Baggaley, 2004: 24). Yalın üretim yapan işletmeler değer akışları ile müşterilerine sağladıkları değeri artırarak bütün işleyişlerini bu çerçevede düzenleyip yönetebilirler. Değer akışı bir kurumsal gereksinime dönüştükçe akabinde işletme gelir tablosu da aynı biçimde düzenlenecektir (Maskell ve Katko, 2007: 158). Ürün ve hizmet üretiminde işletmelerin iş akışını içeren, tasarım, üretim, sevkiyat gibi tüm faaliyetler değer akışı kapsamında ele alınmaktadır. Müşteriye değer üretmek ve sunmak için, işletmenin yapması gereken her şeyi içermektedir (Kennedy ve Huntzinger, 2005: 32). Geniş değer akışını tam olarak anlayan işletmeler, müşterileri, tedarikçileri ve diğer ilgili taraflarla, israf kaynaklarını ortadan kaldırmak ve akışı geliştirmek için birlikte hareket edebilirler (Maskell ve Baggaley, 2004: 96). Başka modellerle karşılaştırıldığında değer akışı, malzeme, bilgi ve maliyetlerin yalın üretimde nasıl aktığı konusunda daha bütünsel ve doğru bir bakış açısı sağlar. Gizli kalmış veya önemsiz sayılan faaliyetler arası ilişkiler gün yüzüne çıkarılmış olur. Buradan her faaliyetin değer katacağı anlamı çıkarılmamalıdır. Değer akışı ile israfı ortadan kaldırmaya odaklanılır (Kennedy ve Huntzinger, 2005: 32). Değer akışı, süreçleri veya faaliyetleri iyileştirmek yerine üretimin tümünü iyileştirmek için uğraşır. Büyük resmi görmek ve onun üzerinde çalışmak demektir (Özkan vd., 2005: 308). Kaç tip ve sayıda değer akışı olduğu tespit edildikten sonra sıradaki iş değer akışı haritalamadır (Kennedy ve Huntzinger, 2005: 32). Bir değer akışında üretim boyunca malzeme ve bilgi akışını gösteren haritalarının çizilmesine “değer akışı haritalama” denir. Değer akışı haritalama, israf kaynaklarını tespit etmeyi, çalışanlara bunları göstermeyi sağlar. Çalışanların, israfı azaltmaya ya da ortadan kaldırmaya

yönelik iyileştirmeler yaparak gelecek durumu gösterir haritaları çizebilmelerine imkan tanır (Birgün vd., 2006: 48).

Yalın üretim uygulayan işletmeler, belirledikleri değer akışlarını, değer akışı haritalama yöntemiyle değerlendirir ve ona göre planlama yaparlar. Değer akışı haritalama, yalın düşüncenin uygulama aracı olarak kullanılır (Locher, 2008: 8). Üretimin başından sonuna tüm akışın işleyişini tasarlama ve yalın üretim uygulamaları için planlamada değer akışı haritaları kullanılmaktadır (Birgün vd., 2006: 49). Bir işletmede, para, malzeme ve bilgi akışının nasıl aktığını açık olarak ortaya koyan bir resim yoksa, nerede iyileştirme yapılacağını belirlemek çok zor olur (Maskell ve Baggaley, 2004: 98).

## 2.2 Değer Akışı Haritalama Uygulama Adımları

Değer akışı haritalama, akışı oluşturmada üretimin nasıl yürütüleceğini ayrıntılı olarak ortaya koyan görsel bir yalın üretim tekniğidir (Birgün vd., 2006: 49). Değer akış haritalama, değer akışı içindeki hammadde, bilgi ve nakit akışını görebilmeye imkân tanır. Değer akışı haritaları ile bu akışlarda sıkıntı doğuran engeller tespit edilebilmektedir (Maskell ve Baggaley, 2004: 98). Burada ana amaç; değer akışı boyunca tüm israf noktalarını bularak ortadan kaldırmaktır (Abdulmalek ve Raigapal, 2007: 225). Değer akışı haritaları, değer akışının hareketini gösteren basit çizimlerden oluşur (Kennedy ve Huntzinger, 2005: 33). Değer akışı haritalama, üretim sürecine ilişkin ortak bir dilde konuşmayı sağlar. Bilgi ve malzeme akışını düzenlemeyi ve yalın üretim tekniklerini uygulamada detaylı bir şekilde planlamaya imkân verir (Sullivan vd., 2002: 256).

Değer akışı, işletmede üretilen tüm ürünlerin geçtiği ana üretim akışlarında gerçekleşen, katma değeri olan veya olmayan bütün işlem adımlarını kapsar. Tüm ürünler için ana akışlar şöyledir; “hammaddeden müşteriye üretim akışı”, “*kavramdan kurulumu tasarım akışı*.” Değer akışı, parçaları tek tek iyileştirmeyi değil bütünü daha iyi hale getirmeyi amaçlar, o nedenle üretimin proses proses incelenmesini değil bütününe bakılmasını öngörür. Değer Akışı Haritalama kâğıt kalem yardımıyla ürünün

üretimi boyunca geçtiği değer akışının tamamındaki malzeme ve bilginin akışını görmeyi ve anlamayı sağlar. Sondan başa doğru yani müşteriden tedarikçiye doğru üretimin izlediği yoldan gidilerek, malzeme ve bilgi akışının gerçekleştiği prosesler sembollerle resmedilir ve mevcut durumu gösteren “Mevcut Durum Haritası” çizilir. Akabinde daha iyileştirilmiş bir akış için iyileştirmelerle meydana gelecek olan “Gelecek Durum Haritası” çizilir (Rother ve Shook, 1999: 3-4).

Mevcut durum ve iyileştirmelerle oluşacak gelecek durum tekrarlı olarak çizildikçe değer akışı da, israf kaynakları da net olarak ortaya çıkarılacaktır. Böylelikle;

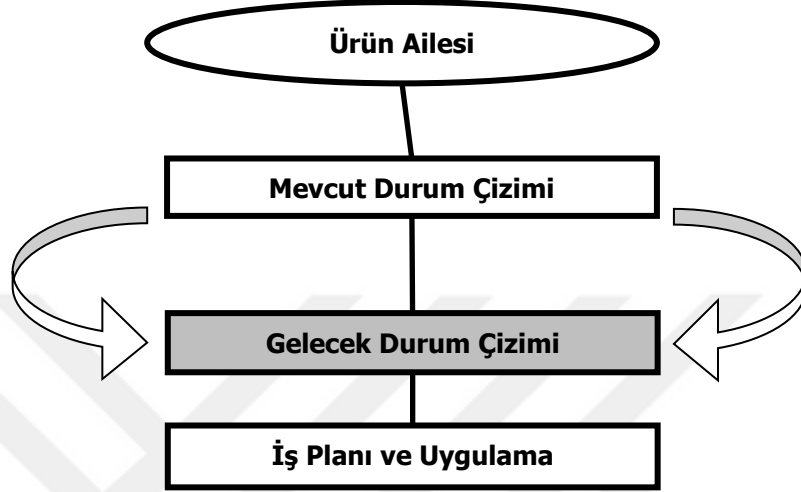
- Prosesleri tek tek incelemek yerine akışın tamamını bir bütün olarak görmüş oluruz.
- Yalnızca israfı değil, israfa neden olan kaynakları da tespit ederiz.
- Üretimde gerçekleşen proseslere dair ortak bir dil geliştiririz.
- Akışı net olarak belirleriz, bu da akış hakkında daha sağlıklı karar almayı sağlar.
- Bu haritalarla, üretimin başından sonuna kadar tüm akışı tasarlama söz konusu olduğu için yalın üretim uygulamaları eksiksiz planlanmış olur.
- Bilgi ve malzeme akışı arasındaki ilişkiyi gösteren tek araçtır.

Değer akışı haritalama; değer akışının belirlenmesi ve devam ettirilmesi için üretimin nasıl işleyeceğini detaylı bir şekilde gösteren nitel bir yöntemdir. Öncelikleri ve acil durumları ifade eden verilerin olumlu yönde değişen rakamlar olabilmesi için değer akışı haritalama kullanılır. Değer akışına dair bir vizyon belirlenmelidir. Bu akışın haritalanması mevcut durumu analiz ederek akışa odaklanmaya imkân tanır. Değer akışı haritalarında, ilk olarak malzeme akışı düşünülür ancak bir sonraki prosesin işlevini belirleyen bilgi akışını da beraberinde haritalamak gerekmektedir (Rother ve Shook, 1999: 5).

İsrafın ötesinde israf kaynakları da tespit edilir. Haritalama, akışa ilişkin ortak bir dil geliştirmeye, akışla ilgili kararlar vererek bu kararları tartışmaya olanak verir. İsraf kaynakları hakkında hatalı karar vermenin önüne geçilmiş olur (Özkan vd., 2005: 309). DAH tekniğinde izlenen adımlar Şekil 2’de gösterildiği gibidir:



**Şekil 2: Değer Akışı Haritalama Adımları**



(Rother ve Shook, 1999: 57)

### 2.2.1 Ürün Ailesi Seçimi

DAH'ın ilk adımı ürün ailesini belirlemektir. Ürün aileleri üzerinde iyileştirmeler yapılır. Sonrasında ürüne ilişkin sahadan veri toplanır ve haritalama başlar. Mevcut durum çizilir. Şekilde gelecek durum ile mevcut durum arasında iki taraflı oklar çizilmiş olduğu görülmektedir. Bunun sebebi, mevcut durumu belirlerken gelecek durumunda tasarlanmasıdır. Tersine bakıldığında da gelecek durum oluşturulurken mevcut durumu belirlemede fark edilmeyen noktalar açığa çıkabilir. Son olarak iş planı ve uygulama adımı icra edilir. Etkin planlama siparişlere daha verimli cevap vererek düşük miktarlarda siparişlere imkân sağlar. Bu sayede, stokları düşürür ve süreçlerin iş yükünü azaltır (Yu vd., 2009: 522).

Haritalama, ürün ailesi bazında yapılmalıdır. Bütün ürün akışlarını tek haritada göstermek karmaşa doğuracaktır. Müşteri üretilen tüm ürün çeşitlerine değil, kendi alacağı ürüne odaklanır. Üretimde baştan sona tüm proseslere ait adımlar malzeme ve bilgi akışlarıyla çizilir. Ürün ailelerini şu şekilde belirleriz: ürün aileleri, benzer proses

adımlarını takip eden ve üretimin bitimine doğru aynı ekipmanları kullanan ürün gruplarıdır. Ürün ailelerinin seçimi Tablo 1’deki örnekte gösterildiği şekilde yapılır.

**Tablo 1: Bir ürün ailesi seçilme örneği**

		Montaj Adımları ve Ekipmanlar							
		1	2	3	4	5	6	7	8
ÜRÜNLER	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

(Rother ve Shook, 1999: 6)

### 2.2.2 Mevcut Durum Haritası Çizimi

Değer akışı haritalamada mevcut ve gelecek durum haritalarında kullanılan terminoloji şu şekildedir;

**Çevrim süresi(C/T: Cycle Time);** Bir proses tarafından parça veya ürün tamamlanma sıklığını belirtir. Üretilen ardışık iki ürün arasındaki süredir.

**Akış süresi(L/T: Lead Time);** Bir parça veya ürünün proses içinde tamamlanana kadar harcadığı zamana denir. Değer akışının başından sonuna geçen süredir.

**Katma değer süresi(V/A: Value Added Time);** Müşterinin talep ettiği şekilde parça veya ürünü dönüştüren iş elamanlarının harcadığı zamandır.

**Üretim parti büyüklüğü(EPE: Every Part Every);** Örneğin her dört günde bir, bir ürün veya parçadan diğer ürün veya parçaya model değiştiriyorsanız, burada üretim parti büyüklüğü “dört günlük parça” olarak geçer.

**Model değiştirme süresi(C/O: Change Over);** Bir modelden diğer modele geçişte geçen süredir.

**Uptime;** Makina kullanım oranını gösterir (Rother ve Shook, 1999: 19-21).

Gerek mevcut durum haritalarında gerekse gelecek durum haritalarında kullanılan malzeme ve bilgi akışı sembolleri Ek 1’de gösterilmiştir.

Mevcut Durum Haritası: Hedeflere ulaşmak için gözden geçirme, iyileştirme faaliyetleri ve yeniden yapılandırmalarda, katma değeri olan, temel teşkil eden ve bunlarla ilgili olan süreçlerle, lüzumsuz işlemler net olarak belirlenmelidir. Bu ayrıştırma yazılı hale getirilmelidir. Çünkü süreçler netleştğinde yapılabilecek iyileştirmeler de netleşecektir. Bu iyileştirmelerle de israflar önlenecek, verimlilik ve ürün, hizmet kalitesi artacaktır (Bengisu, 2007: 745).

Mevcut durum haritası ile israf kaynakları ve değer katan, katmayan işler belirlenmektedir (Barber ve Tietje, 2008: 156). Son süreçten ilk sürece doğru hareket edilerek ürün ailelerine ilişkin incelemeler yapılarak mevcut durum haritası çizilmeye başlanır (Birgün vd., 2006: 50). Üretim akışı içinde çalışanlarla da görüşülüp bilgi alınarak veri toplanmalıdır. Haritanın oluşturulabilmesi için, akış içinde yürüyerek ve insanlarla yaptıkları iş üzerinde görüşerek gerekli veri ve bilgiler toplanmalıdır (Manos, 2006: 67).

Mevcut durum haritaları çizilirken;

- Bilgi ve malzeme akışları gösterilir.
- Tedarikçi ve müşteri bilgileri toplanır.
- Üretim akışı ve proses özellikleri girilir (Rother ve Shook, 1999: 14).

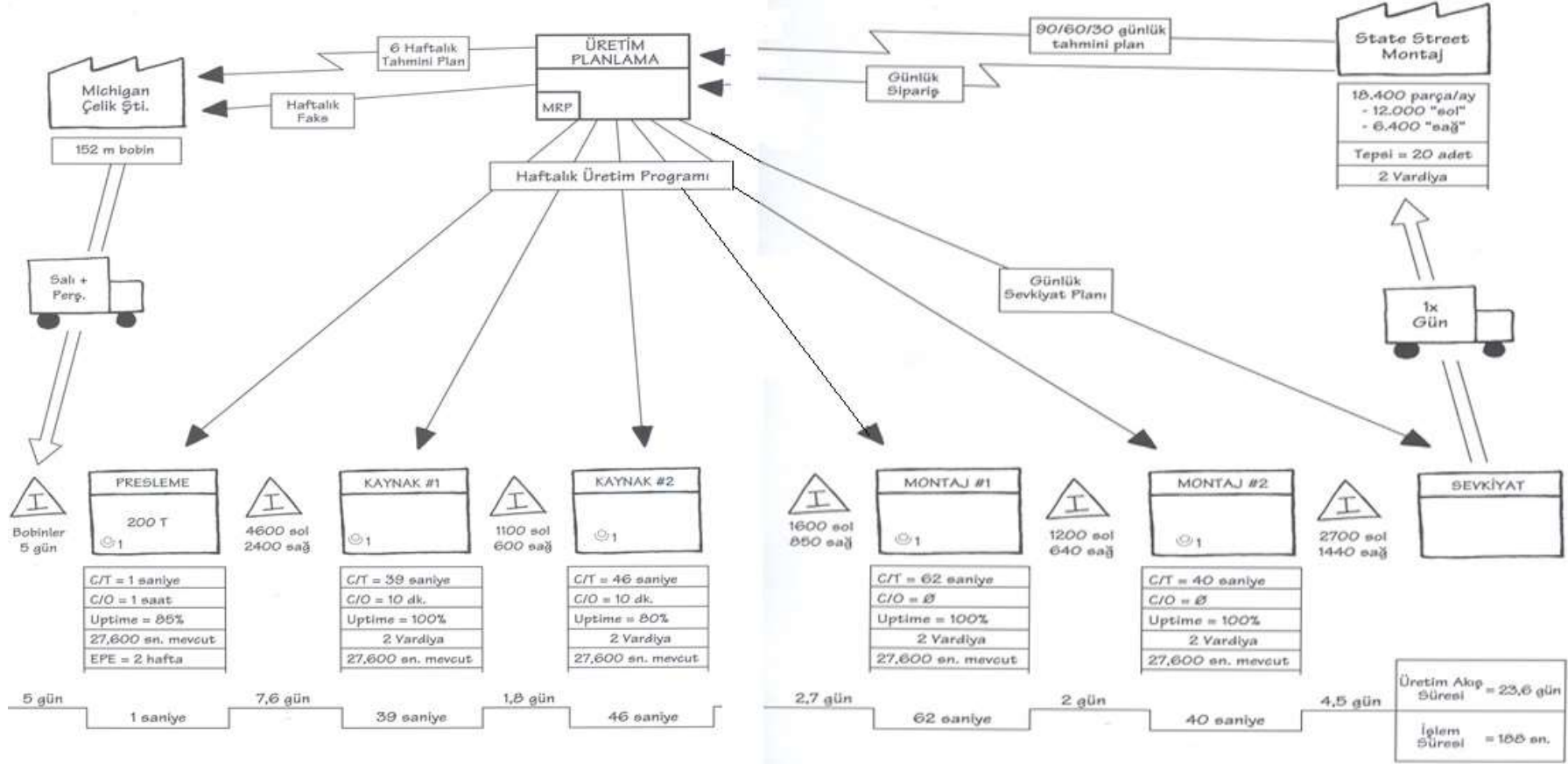
Şekil 3'te örnek bir mevcut durum haritası yer almaktadır. Bu örnekte, Acme Stamping isimli şirketin teslimattan hammaddeye doğru çizilmiş bir mevcut durum haritası gösterilmiştir. Acme Stamping otomotiv sektöründe kullanılan, çelik gösterge paneli tutucu braketini üretir. Burada seçilen ürün ailesi de bu ürün tipini içerir. Sağ üst köşedeki State Street firması bu ürünü satın alan müşteri firmadır. Müşteri firma ayda 18400 parça satın alır. Bunun 12000'i sol(soldan sürürlü araçlar için), 6400'ü sağ(sağdan sürürlü araçlar için) parçadır. Müşteri sevkiyatı günlük olarak ister. Üretim planlama da bu talebe göre hareket eder. Haritada müşteriden gelen bu veri, bilgi akışı oklarıyla gösterilmektedir.

1 günde 2 vardiya çalışan Acme Stamping fabrikası günde 2700 sol, 1440 sağ parça üretir. Bir parçanın toplam işlem süresi 188 saniye olarak ölçülmüştür. Müşterinin istediği ürün miktarına da ara stoklarda beklemelemlerle 23,6 günde ulaşılmaktadır. Üretim akışı içinde, pres, kaynak(2 proses), montaj(2 proses) ve sevkiyat prosesleri yer

almaktadır. Her bir prosesin çevrim süresi, model değiştirme süresi, makine kullanım oranı, üretim parti büyüklüğü ve toplam vardiya süresi gibi değerleri proses kutucukları altında belirtilmiştir. Aralardaki stok bekleme süreleri de stokların altında belirtilmiştir (Rother ve Shook, 1999: 16-23).



Şekil 3: Örnek Mevcut Durum Haritası



(Rother ve Shook, 1999: 32-33)

### 2.2.3 Gelecek Durum Haritası Çizimi

Verimi maksimize etme amaçlandığında tüm bölümlerin ve üretilen ürünlerin en baştan itibaren hatasız olmaları gerekmektedir. Hatasız ürün için çalışılırken sürekli gelişim de sağlanacaktır. Sıfır hataya ulaşmış olan yalın işletmeler sürekli iyileştirme faaliyetleriyle çalıştıkları için bu başarıyı yakalarlar. Yalın üretim sisteminde yoğun bir üretim kontrolü söz konusudur. Süreçlerin değişkenleri ile ilgili veriler toplanarak süreç kontrolde tutulur. Asıl yapılan ürün kontrolü değil süreç kontrolüdür (Basu ve Miroshnik, 1999: 716–717). Bekleme süreleri ve taşıma süreleri gibi gecikmeler önlenerek süreçlerin değer katmayan zamanları elimine edilmelidir. Ayrıca iş süreçlerinin standardizasyonu, iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları, kalite eksenli verimlilik ile israf kaynaklarını kurutmak mümkün olacaktır. Bu şekilde performansta istikrar ve sürekli iyileştirme için temel atılmış olur (Yu vd., 2009: 523).

Gelecek durum haritasında israfların yok edilmesi ve sürelerin mevcut durum haritasına göre kısalması öngörülür. Burada müşterinin kalite ve temin süresine ilişkin talepleri, problemsiz ve sürekli bir değer akışı ve stokları düşürme çalışmalarına odaklanılır (Yurdugül, 2010: 24).

Değer akışı haritalamada son olarak, gelecek durum haritasında çizilen duruma ulaşmak için yapılacak faaliyetlere ilişkin bir eylem planı hazırlanır ve harekete geçilir. İyileştirmelerin uygulanmasında, görev dağılımı, iş takvimi ve kaynak ihtiyacı belirlenmeli ve planlandığı şekilde yürütülmelidir. Sonuçlar sayısal olarak izleme ve ölçmeye tâbi tutulmalı, gelecek durum haritasındaki hedeflere ne kadar ulaşıldığı tespit edilmelidir. İhtiyaç duyulan noktalarda yeniden iyileştirmeler yapılmalıdır (Dağ, 2009: 31). Gelecek durum için planlanan iyileştirmeler yerine getirildikçe, bir zaman sonra yeni bir mevcut duruma dönüşüm yaşanacak ve gelecek durum haritalarının da yenilenmesi gerekecektir. Değer akışı haritalama tekniği ile bu şekilde sürekli iyileştirme sağlanmaktadır (Birgün vd., 2006: 50).

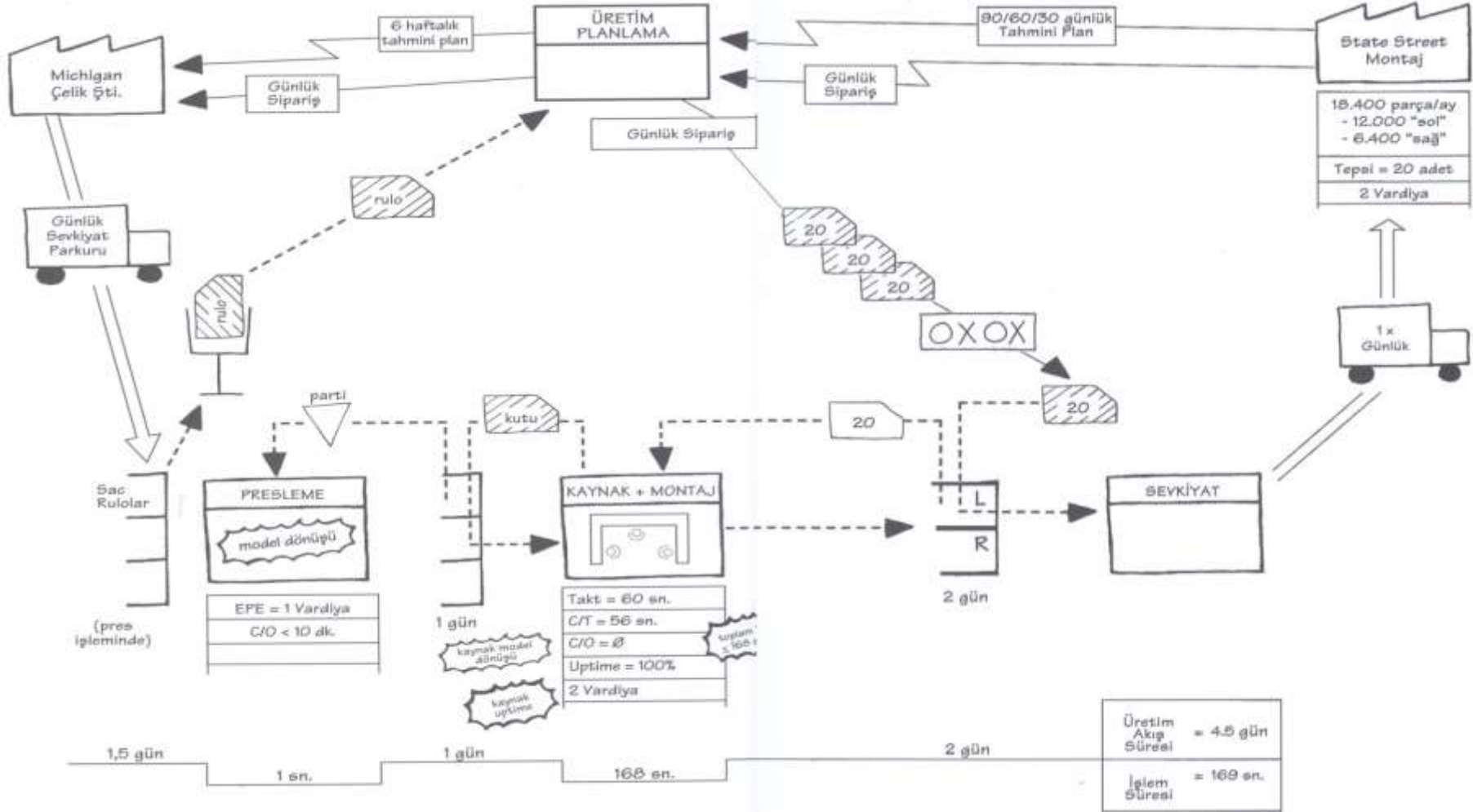
Şekil 4'te gösterilen örnek gelecek durum haritasında;

Mevcut durum haritası verilen Acme Stamping firmasının süreçlerinde iyileştirmeler yapmak suretiyle gelecek durum haritasına ulaşılmıştır. Bu iyileştirmeler;

- Preste parti büyüklüğünü ve buna bağlı olarak model değiştirme süresini azaltmak sonraki sürece daha hızlı parça temini sağlayacaktır.
- Kaynaktan montaja doğru sürekli bir akış sağlamak ve bu iki prosesi birleştirerek yürütmek için sağ ve sol parçalarda model değişimi süresini ortadan kaldırmak gerekir. Burada işlem sıraları, önce sağ parçanın kaynak ve montaj işleri, sonra sol parçanın kaynak ve montaj işleri yerine, önce tüm kaynak işleri, sonra tüm montaj işleri şeklinde değiştirilerek model değiştirme süresi sıfırlanacaktır.
- İkinci kaynak makinesinin prosesinde, bu birleştirme ile makine kullanım oranı da düşecektir.
- Kaynak ve montaj proseslerindeki israf edilen zamanları yok ederek 4 yerine 3 operatörle, bir parçanın toplam işlem süresi 168 saniyeye veya daha kısa bir zamana çekilecektir.

Bu iyileştirmelerle ulaşılabacak gelecek durum haritasında bir parçanın toplam işlem süresi 169 saniye, üretim akış süresi 4,5 gün olarak hesaplanmıştır (Rother ve Shook, 1999: 77).

Şekil 4: Örnek Gelecek Durum Haritası



(Rother ve Shook, 1999: 78-79)



## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### DEĞER AKIŞI HARİTALAMA UYGULAMA ÖRNEĞİ

Değer Akışı Haritalama uygulama çalışması Manisa'da bulunan bir ısıtma ürünleri fabrikasında yapılmıştır. Firma hakkında bilgiler şöyledir;

#### **3.1. İşletmenin Tarihçesi ve İşletme Hakkında Genel Bilgiler**

Isıtma ürünleri üreten firma 1985 yılında kurulmuştur. İlk olarak döküm katı yakıt sobası üretimine başlamış olup, doğalgazın Türkiye'de kullanılmaya başladığı yıllar itibariyle de doğalgaz ile çalışan cihazların üretim, satış ve pazarlama faaliyetlerini yürütmektedir. Zamanla İstanbul'daki tesislerinin yetmemesi nedeniyle kombi üretimini 2009 yılında Manisa'da kurulan yeni fabrikasında gerçekleştirmektedir. Bu fabrika, 68.000 m<sup>2</sup> açık, 30.000 m<sup>2</sup> kapalı alana sahiptir. Manisa'da, yılda 220.000 adet kombi ve şofben üretilmektedir. Üretimin büyük kısmı kombi üretimidir. İstanbul tesislerinde ise halen termosifon ve kat kaloriferi kazanları üretilmektedir.

Isı sistemlerinde alternatif ürün çeşitliliği ile merkezi kazan, yüksek kapasiteli duvar tipi kombi konularında, her biri kendi alanlarında dünyanın en ünlü ABD, Hollanda, Alman ve Fransız şirketleriyle işbirliğine gitmiştir. Bugün Manisa tesislerinde ürettiği kombi çeşitleri ve İstanbul tesislerinde ürettiği katı yakıtlı kat kaloriferi kazanı, boyler, hermetik şofben, termosifonların yanı sıra, bağlı bulunduğu şirketler topluluğu içinde ve dışında üretilen ısıtma cihazlarının da satış pazarlamasını yapmaktadır.

Ürünleri, yaklaşık 120 ülkede tescilli bir marka ismiyle 60'tan fazla ülkeye ihraç edilmektedir. Firma, TS EN ISO 9001:2008 Kalite Yönetim Sistemi, TS EN ISO 14001:2004 Çevre Yönetim Sistemi ve İSG OHSAS TS 18001:2008 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi belgelerine sahiptir.

Firmanın misyonu: Bağlı bulunduğu şirketler topluluğunun değer, hedef ve stratejileri doğrultusunda, ısıtma ve soğutma sektöründe teknolojik gelişmelere ve değişimlere uyumlu, insana ve çevreye duyarlı, ürün ve hizmetlerinde kalite ve güvenilirlik ilkelerinden ödün vermeyen, tüm paydaşlarının memnuniyetini sağlayan öncü bir firma olmaktır.

Firmanın vizyonu: Isıtma ve soğutma sektöründe ürün ve hizmet alanında yurt içinde lider, yurt dışında da tercih edilen bir marka olarak ebedi müessese ve dünya şirketi olmaktır.

### **3.2 İşletmede Değer Akışı Haritalama Uygulaması**

Bu tez çalışmasında müşteri talebinden hammaddeye doğru üretim akışı ele alınmıştır.

İşletmede, 200 kişi mavi yaka, 20 kişi beyaz yaka olmak üzere 220 çalışan vardır. Üretim, konvansiyonel ve yoğunmalı kombi montaj hatları ve boyahane ünitesinden oluşmaktadır.

**Resim 1: Montaj Hattı**



**Resim 2: Boyahane Ünitesi**



Üretim konvensiyonel ve yoğunlaşmalı kombi olmak üzere 2 tip ürün içerir. Ürün Aileleri ve yıllık üretim miktarları Tablo 2’de yer almaktadır. Ürün seri ve model isimleri firma bilgilerinin gizliliği gereği değiştirilerek verilmiştir.

İşletme yönetimi ile görüşülerek tez çalışması için üretimde değer akışı haritalama uygulaması için izin alınmış, yönetim desteği bir işletme yetkilisinin Değer akışı Yöneticisi olarak tayin edilmesiyle devam etmiş, talepleri yönünde firma bilgilerinin gizliliği konusunda tarafımdan teminat verilmiştir. Değer Akışı Yöneticisi olarak üretim yönetimine bakan yüksek endüstri mühendisi bir personel görevlendirilmiştir.

İlk iş olarak, benzer proses adımlarından geçen, üretimin son aşamalarındaki proseslerde ortak ekipman kullanan ürün gruplarından oluşan ürün aileleri çıkarılmıştır. Tablo 2’de bu ürün ailelerini oluşturan modeller ve üretim miktarları verilmiştir.

**Tablo 2: Isıtma Ürünleri Fabrikası Ürün Aileleri ve Üretim Miktarları**

ÜRÜN AİLELERİ	ÜRÜN KODLARI	ÜRETİM MİKTARLARI (YILLIK)	ÜRÜN AİLESİNİN TOPLAM ÜRETİM MİKTARI (YILLIK)
KOMBİ BCC BACALI	BCC001	6970	11427
	BCC002	328	
	BCC003	4129	

KOMBİ HRC HERMETİK	HRC001	4920	
	HRC002	820	
	HRC003	6118	
	HRC004	8377	
	HRC005	820	
	HRC006	410	
	HRC007	2690	
	HRC008	3362	
	HRC009	82	27599
KOMBİ HRE HERMETİK	HRE001	82	
	HRE002	4129	
	HRE003	87	
	HRE004	279	
	HRE005	3362	7939
KOMBİ BCE BACALI	BCE001	4129	
	BCE002	820	4949
KOMBİ HRD HERMETİK	HRD001	9	9
KOMBİ BCD BACALI	BCD001	4822	
	BCD002	4100	
	BCD003	410	
	BCD004	837	
	BCD005	558	10727
KOMBİ EL	EL001	886	
	EL002	1608	
	EL003	263	
	EL004	1153	
	EL005	915	4825
KOMBİ DL	DL001	246738	
	DL002	6167	
	DL003	25043	
	DL004	1640	279588
KOMBİ DXG (Yoğuşmalı model)	DXG001	27954	
	DXG002	513	

	DXG003	51279	
	DXG004	292	
	DXG005	214	
	DXG006	259	
	DXG007	189	
	DXG008	52087	
	DXG009	29311	
	DXG010	4773	
	DXG011	624	
	DXG012	82	
	DXG013	230	167807
KOMBİ R	R001	283179	
	R002	4773	
	R003	8492	
	R004	1165	
	R005	66	
	R006	66	
	R007	492	
	R008	509	
	R009	6729	
	R010	2091	307562
KOMBİ RL	RL001	83095	
	RL002	3280	86375
<b>TOPLAM</b>			<b>908.807 ADET</b>

Ürün aileleri yukarıdaki modeller ve her modele ait farklı ürünlerden oluşmaktadır. Ancak temelde farklılık konvensiyonel ve yoğuşmalı kombiler arasındadır. Sadece, Kombi DXG modeli yoğuşmalı olup diğerleri konvensiyonel modellerdir. O nedenle konvensiyonel ve yoğuşmalı kombiler 2 ayrı ürün ailesi şeklinde ele alınmış ve değer akış haritalama bu grupta üzerinden sürdürülmüştür.

Fabrika 3 vardiya çalışmakta olup, her bir vardiyada 30 dakika yemek, 2 kez 15'er dakika çay molası verilmektedir. 8 saatlik vardiya mesaisinin kullanılabilir süresi 7 saat=25.200 saniyedir. Yıl içinde toplam duruş ve bakım süreleri dışında 350 gün,

günde 3 vardiya mesai yapılabilmektedir. Üretim miktarları tam kapasite çalışmanın altındadır. Bu nedenle düşük sezonlarda günde 2 vardiya çalışılmaktadır.

Toplamda 4 adet üretim montaj hattı bulunmaktadır. Üretim montaj hatlarından 3 tanesinde konvensiyonel, 1 tanesinde yoğuşmalı kombi üretilmektedir. Boyahane ünitesinde tüm modellerin ilgili parçaları boyanmaktadır. Değer Akışı Haritaları çizilirken, konvensiyonel, yoğuşmalı üretim montaj hatlarının ve boyahane ünitesinin iş akış şemaları esas alınmıştır.

Boyahane ünitesine ait şekil 5'teki boyahane prosesi incelendiğinde parçaların hangi boyalar kullanılarak ve hangi talimatlara göre boyanacağı gözlenmektedir.



Şekil 5: Boyahane Prosesi

ISITMA ÜRÜNLERİ FABRİKASI	PROSES KARTI	Doküman No :
		Revizyon No :
		Tarih :
ANA PROSES	ÜRÜN GERÇEKLEŞTİRME	
PROSES	ÜRETİM	
ALT PROSES	BOYAHANE	
<p><b>KONTROL KRİTERİ</b></p> <p>BOYA KALINLIĞI ADEZYON MUKAVEMETİ KOROZYON MUKAVEMETİ DARBE MUKAVEMETİ</p> <p><b>PROSES GİRDİLERİ</b> SAC TOZ BOYA BANYO KİMYASALLARI</p> <p><b>BOYAHANE PROSESİ</b></p> <p><b>PROSES ÇIKTILARI</b> BOYALI YARI MAMÜL</p> <p><b>KAYNAKLAR</b></p> <p>İnsan :Boya Mühendisi, Boyahane Postabaşısı, Boyahane İşçileri Cihazlar KURUTMA VE PİŞİRME FIRINLARI, TOZ BOYA ÜNİTESİ BANYO HATTI POMPA, EŞANJÖR VE FİLTRELERİ Ekipman :TRANSPALET, MALZEME TAŞIMA ARABASI, TEL ASKILAR İlgili Dökümanlar : BANYOLARA KİMYEVİ MADDE İLAVE ETME TALİMATI(MANİSA) (EMS37TL202) YENİ BANYO HAZIRLAMA VE BANYOLARI KONTROL TALİMATI(MANİSA) (EMS37TL201) BOYA ÖNCESİ HAZIRLIK TALİMATI ( 204 ) BOYA SONRASI TALİMATLARI ( 205 ) FIRIN VE BANYOLAR SICAKLIK KONTROL TALİMATI (203)</p> <p><b>Proses Sahibi: Boya Mühen</b></p> <p>Bu prosesin Asıl tedarikçi ve müşterisi prosesler :</p> <p>MALZEME AMBARI → BOYAHANE → MONTAJ</p>		
Hazırlayan : Boya Mühendisi	Onaylayan : Fabrika Müdürü	Sayfa : Toplam sayfa :

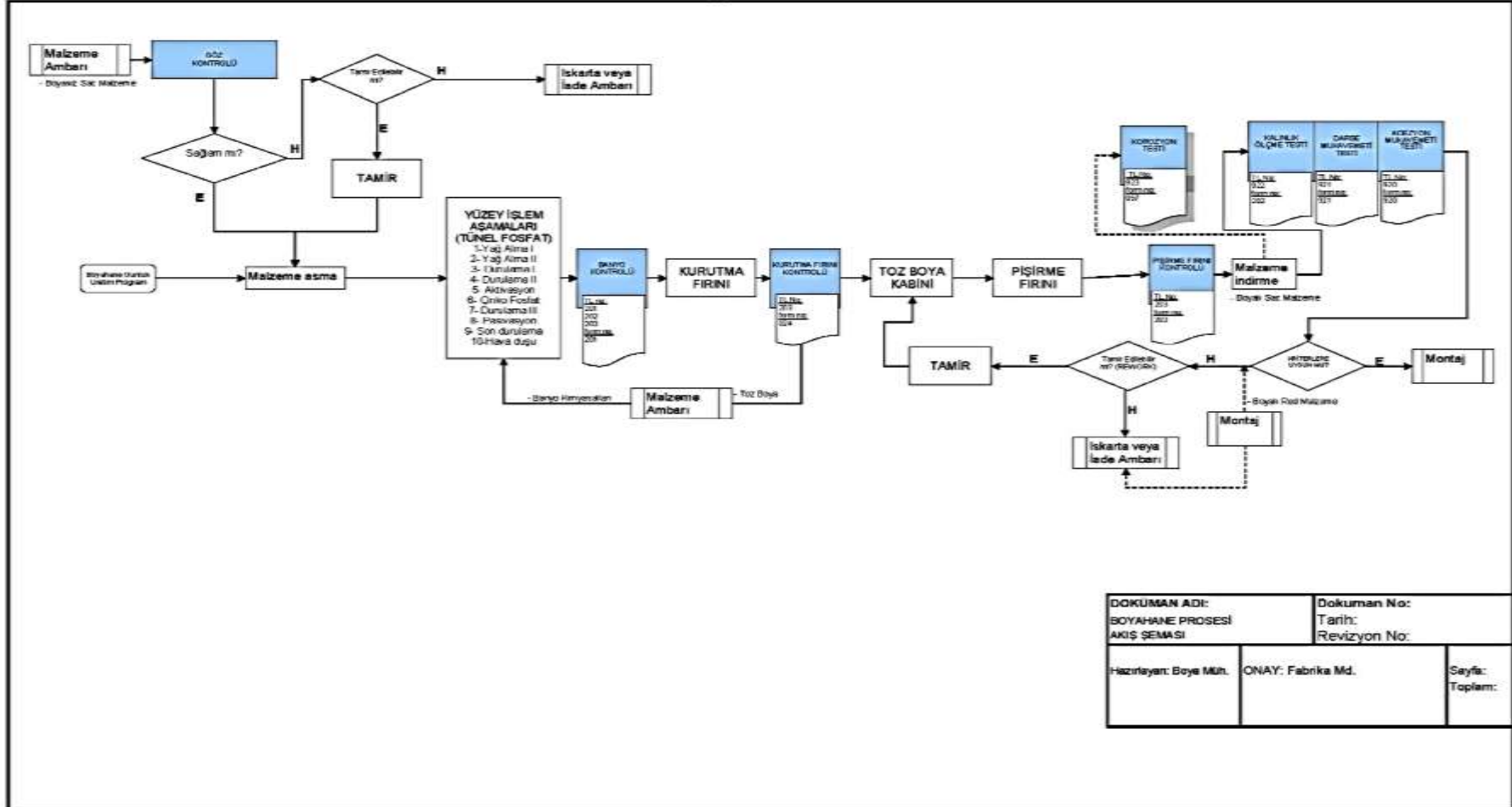
Şekil 6'daki boyahane iş akış şemasına göre, boyahane ünitesindeki iş akışı şöyledir;

Malzeme ambarından gelen boyasız sac malzeme önce sağlamlık kontrolünden geçirilir. Onarım gerektiren parçalar tamir edilir. Onarımı mümkün olmayan parçalar ise ıskarta veya iade ambarına gönderilir. Sağlam parçalar boyahane günlük üretim programında belirtilen miktarda malzeme askılarına asılır. Asılan parçalar yüzey işlem aşamaları için kimyasal banyoya alınır. Yüzey işlem aşamalarında sırasıyla yağ alma I, yağ alma II, durulama I, durulama II, aktivasyon, çinko fosfat, durulama III, pasivasyon, son durulama ve hava duşu aşamalarından geçirilir. Yüzey işlem aşamalarından geçen malzeme sırasıyla, banyo kontrolü, kurutma fırını ve kurutma fırını kontrolü aşamalarına girer. Kurutma fırını kontrolünde hatalı olduğu tespit edilen parçalar yüzey işlem aşamalarına geri gönderilir. Uygun parçalar toz boya kabini, pişirme fırını, pişirme fırını kontrolünden geçerler. Sonrasında parçalar askılardan indirilir. korozyon testi yapılmasına karar verilen ürün korozyon testine sokulur. Tüm parçalar, kalınlık ölçme testi, darbe mukavemeti testi ve adezyon mukavemeti testine sokulur. Test işlemleri tamamlanan parçaların montaj kriterlerine uygunluğu kontrol edilir. Kriterlere uygun olan ürünler montaja gönderilirken, uygun olmayan ürünlerin tamir edilebilirliğine bakılarak, tamir edilebilecek ürünler tamir edildikten sonra toz boya kabinine gönderilir ve montaj bölümüne kadar tüm işlemlerden sırasıyla tekrar geçirilir. Tamir edilemeyecek parçalar ise ıskartaya ayrılır. Montaj esnasında, yaşanan herhangi bir olumsuz durumdan veya önceden var olan bir hatası tespit edilen hatalı parçaların tamir edilebilirliğine bakılır. Tamir edilebilecek durumdaysa tamir edilir ve toz boya kabininden itibaren tüm işlemler tekrarlanarak montaja hazırlanır. Tamir edilemeyecek durumda olan parçalar ise ıskartaya ayrılır.



Şekil 6: Boyahane İş Akış Şeması

BOYAHANE PROSESİ AKIŞ ŞEMASI



Boyahane ünitesinde mevcut durum analiz edildiğinde, belirlenen sorunlar ve çözüm önerileri şu şekildedir;

- Yüzey işlem aşamalarının gerçekleştiği kimyasal banyolarda, Tünel fosfat hattında Yağ Alma I, II ve Fosfat Banyolarının ısıtılmasında, Doğalgaz kullanılmaktadır. Boyahane ünitesi birçok fabrikada olduğu gibi burada da yüksek enerji tüketmektedir. Bu tüketimi düşürmek işletme genelinde önemli bir enerji tasarrufu sağlayacaktır. Tablo 3'te saat bazında doğalgaz ve elektrik tüketimleri verilmiştir. (2018 yılı birim fiyatları ile hesaplanmıştır.)

**Tablo 3: Saat bazından doğalgaz, sıcak su ve elektrik tüketimleri**

<b>BOYAHANE ENERJİ MALİYETİ</b>				
	<b>Doğalgaz</b>	<b>Sıcak su</b>	<b>Elektrik</b>	<b>TOPLAM</b>
<b>TL/saat (SICAKSU ÖNCESİ)</b>	<b>61,20</b>	<b>0,00</b>	<b>37,85</b>	<b>99,05</b>

- Mevcut askılara 8'erli gruplar halinde parçalar asılmakta ve boyama kabine girmektedir. Askılar arası boşluklar fazla olduğundan boyama birim maliyetleri daha yüksek çıkmaktadır. Boyama kapasitesinin artırılması gerekmektedir.
- Parçaları tutan askı(kanca) telinin maliyeti toplam maliyet içinde önemli bir yer tutmaktadır. Tablo 4'te gram bazında boyahane tel askı maliyetleri verilmiştir. Bu maliyeti düşürmek toplam maliyet açısından önem arz etmektedir.

**Tablo 4: Boyahane Tel Askı Maliyeti**

<b>TEL ASKI AĞIRLIĞI</b>	<b>TEL ASKI MALİYETİ</b>	<b>YILLIK TOPLAM TEL ASKI İHTİYACI</b>
<b>0,55</b>	<b>100 Adedi 4 TL</b>	<b>2 Ton</b>

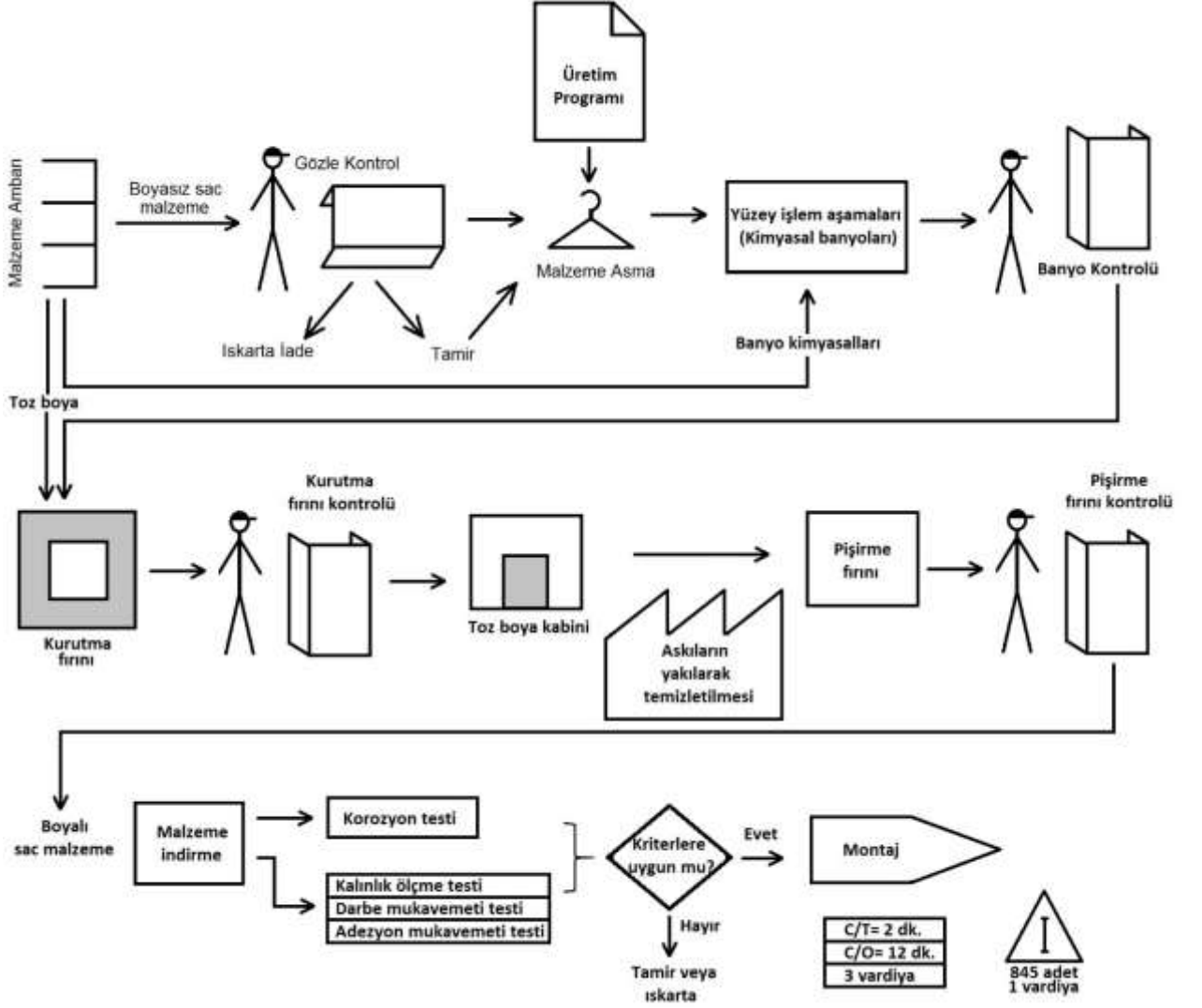
- Askılar asılan parçaların boyanması esnasında boya ile kaplanmakta ve boyanın sökülmesi için yakılarak temizlenmektedir. Bu durum zaman ve maliyet açısından kayba yol açmaktadır. Toz boya kabini çıkışında askılara hava uygulanarak askıların sürekli olarak boya ile kaplanması önlenecek, dışarıya yaptırılan askıların yakılarak temizlenmesi işleminden tasarruf edilecektir. Askılara hava tutma ve az miktarda

bulaşan boyayı temizleme için gereken enerji ve işçilik ile askıları yaktırma için gereken maliyet kıyaslandığında % 91,5 oranında bir tasarruf söz konusudur.

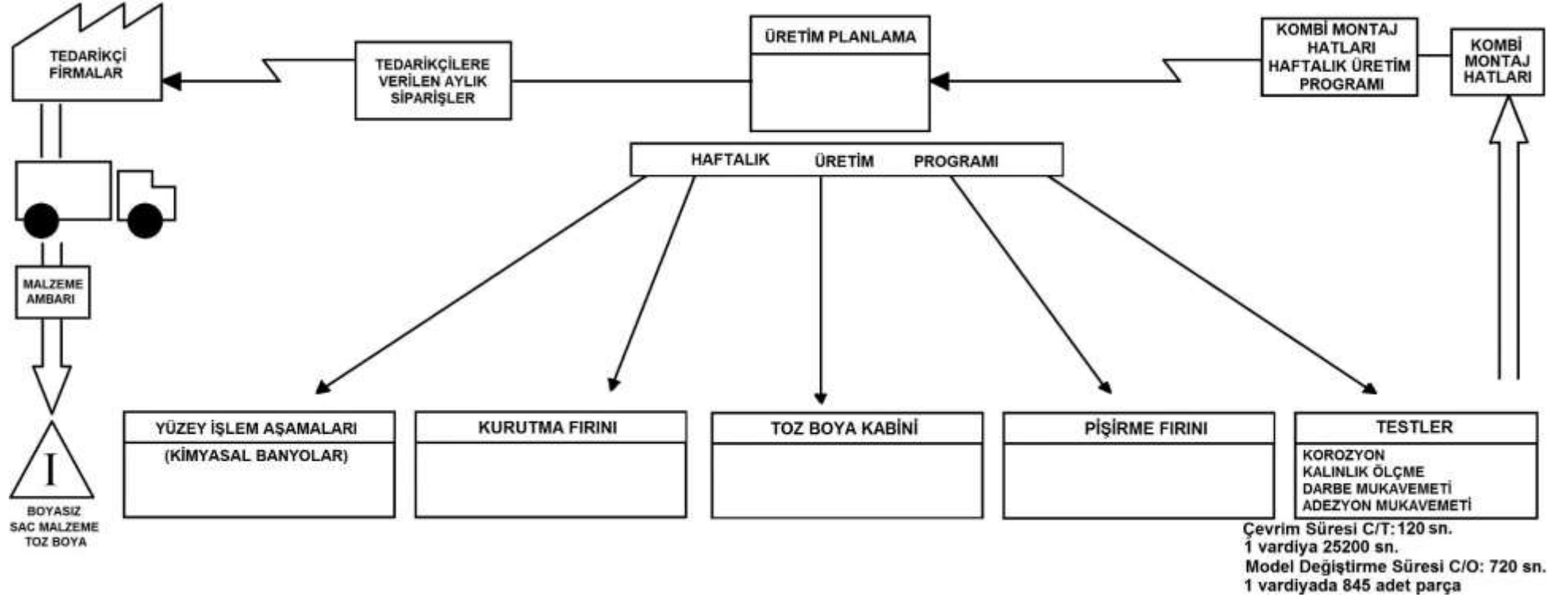
Boyahane ünitesinin mevcut durum haritaları Şekil 7 ve 8’de verilmiştir.



Şekil 7: Uygulama Örneği Boyahane Ayrıntılı Mevcut Durum Haritası



Şekil 8: Uygulama Örneği Boyahane Mevcut Durum Haritası



Mevcut durum haritasından sonra gelecek durum haritalarının çizilmesi ve istenen durumu sağlamak için iyileştirme yapılacak noktaların tespit edilmesi ve öneriler söz konusudur. İyileştirmelerde, stokları düşürme, maliyet azaltma, kapasiteyi daha verimli kullanma, ürün hareket mesafesini azaltma ve aynı sürede daha fazla parça boyama gibi faydalar gözetilmiştir.

Boyahane için mevcut durum analizinde belirlenen sorunların çözümüne yönelik iyileştirmelerin yapıldığı Kaizen çalışmaları;

- **KAİZEN 1.** Yüzey işlem aşamalarının gerçekleştiği kimyasal banyolarda, Tünel fosfat hattında Yağ Alma I, II ve Fosfat Banyolarının ısıtılmasında, Doğalgaz kullanımından Organize Sanayi Bölgesinden sağlanacak sıcak suya geçilmesi maliyet tasarrufu sağlayacaktır. Doğal Gaz kullanımındaki düşüş ve sıcak suya ödenen miktar kıyaslandığında toplam enerji maliyetinde %10,5 düşüş gözlenmektedir.

**Tablo 5 : Boyahane Enerji Maliyeti**

<b>BOYAHANE ENERJİ MALİYETİ</b>				
	<b>Doğalgaz</b>	<b>Sıcak su</b>	<b>Elektrik</b>	<b>TOPLAM</b>
<b>TL/saat (SICAK SU ÖNCESİ)</b>	<b>61,20</b>	<b>0,00</b>	<b>37,85</b>	<b>99,05</b>
<b>TL/saat (SICAKSU SONRASI)</b>	<b>31,73</b>	<b>19,08</b>	<b>37,85</b>	<b>88,66</b>
<b>1 saatte 10,39 TL %10,5 maliyet tasarrufu sağlanır.</b>				

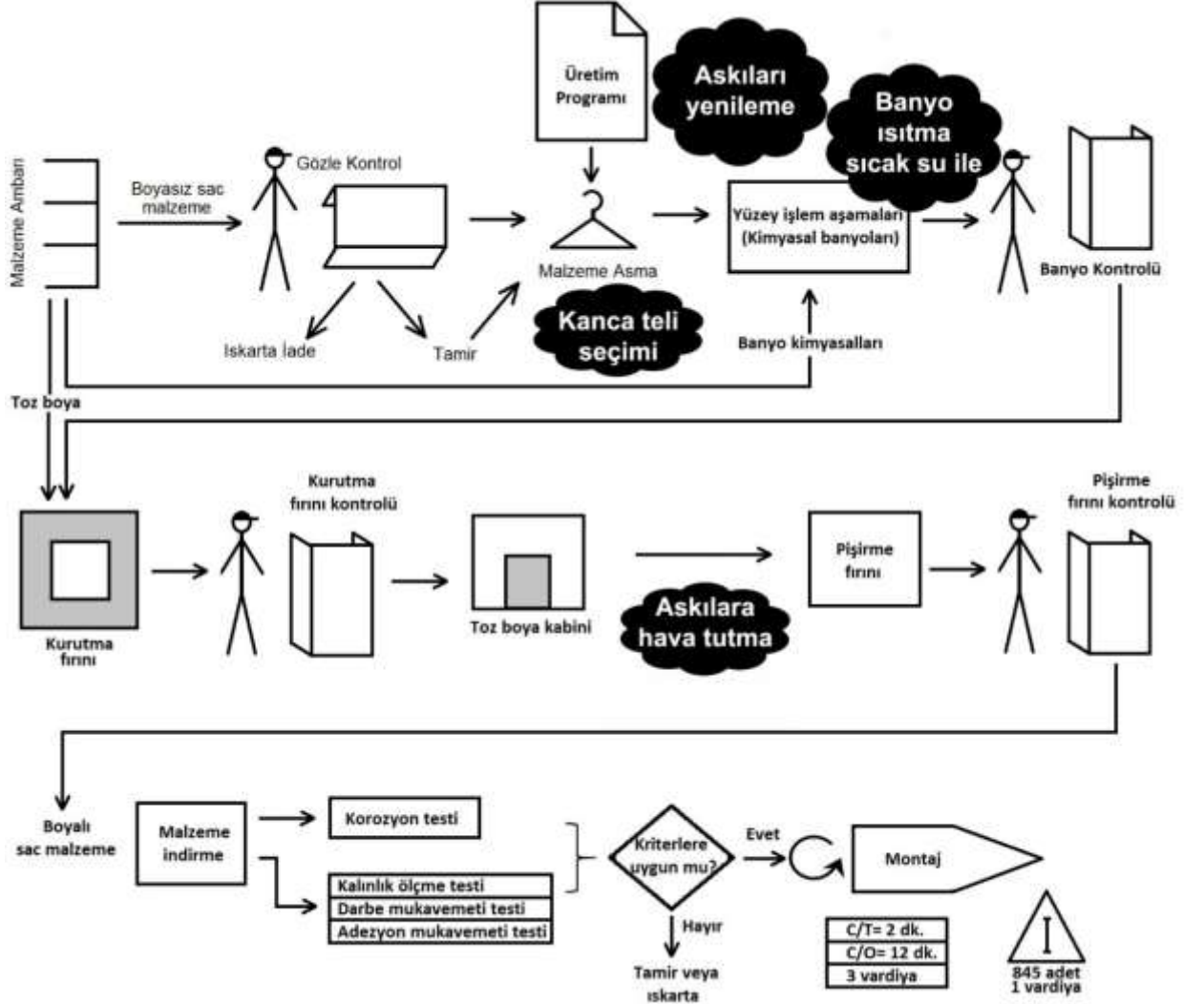
- **KAİZEN 2.** Askılar arası boşluklar daraltılarak eş zamanlı boyama kabine giren parça sayısı 8 iken 9'a çıkarılarak üretim kapasitesi artırılır. Kullanılan boya, işçilik ve enerji aynı kalacak şekilde birim maliyet düşürülür. 1 Vardiyada 845 adet parça boyanmaktadır.  $845/8 = 106$  tur boya kabine giriş olur. 9'ar parça alındığında  $845/9 = 94$  turda aynı miktar parça boyanacaktır. Bu durumda boyama kabini maliyetinde %11,5 tasarruf sağlanacaktır.
- **KAİZEN 3.** Askı teli malzemesinde mukavemeti yüksek (karbon oranı düşük) olan ve %10 daha hafif tel kullanılabileceği gözlenmiştir. Bu durumda maliyet hesabı yapılırsa;  
100 tane tel 4 TL olduğuna göre  $0,55 * 100 = 55$  gr Tel 4 TL olmaktadır. Buna göre 1 gram tel 0,0727 TL'dir. 2 Ton %10 hafifleme olduğunda ağırlık 200.000 gr azalır. Sonuç olarak  $200.000 * 0.0727 = 14.540$  TL yıllık kanca telinden tasarruf sağlanır.

- **KAİZEN 4.** Toz boya kabini çıkışında askılara hava uygulanarak askıların sürekli olarak boya ile kaplanması önlenecek, dışarıya yaptırılan askıların yakılarak temizlenmesi işleminden tasarruf edilecektir. Askılar haftada bir yaptırılmaktadır ve 1 kg askı yakma bedeli 0,70 TL'dir. Haftalık 250 kg.  $250 * 0,70 = 175$  TL. Yıllık olarak hesaplandığında tel yakma maliyeti  $175*52 = 9100$  TL'dir. 6 ayda 1 tel yakma olacak şekilde indirildiğinde yıllık  $250*0,70*2= 350$  TL tel yakma maliyeti oluşur. Yıllık hava tutma maliyeti 425 TL olarak hesaplanmıştır. Son durumda yıllık toplam maliyet;  $350+425=775$  TL'ye inmektedir. Buna göre yıllık  $9100-775 = 8325$  TL kâr edilecektir. Bu kalemden %91,5 oranında tasarruf sağlanacaktır.

Boyahane Ünitesi'nin gelecek durum haritaları Şekil 9 ve 10'da verilmiştir.

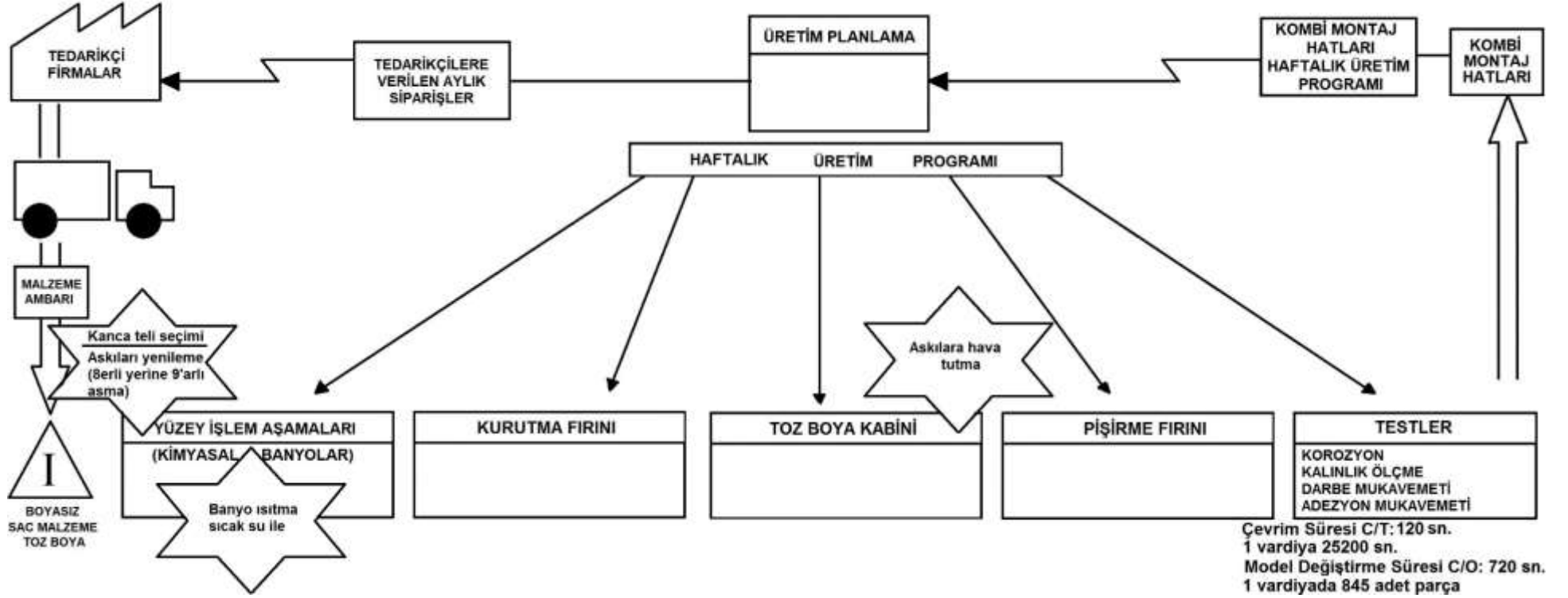


Şekil 9: Uygulama Örneği Boyahane Ayrıntılı Gelecek Durum Haritası

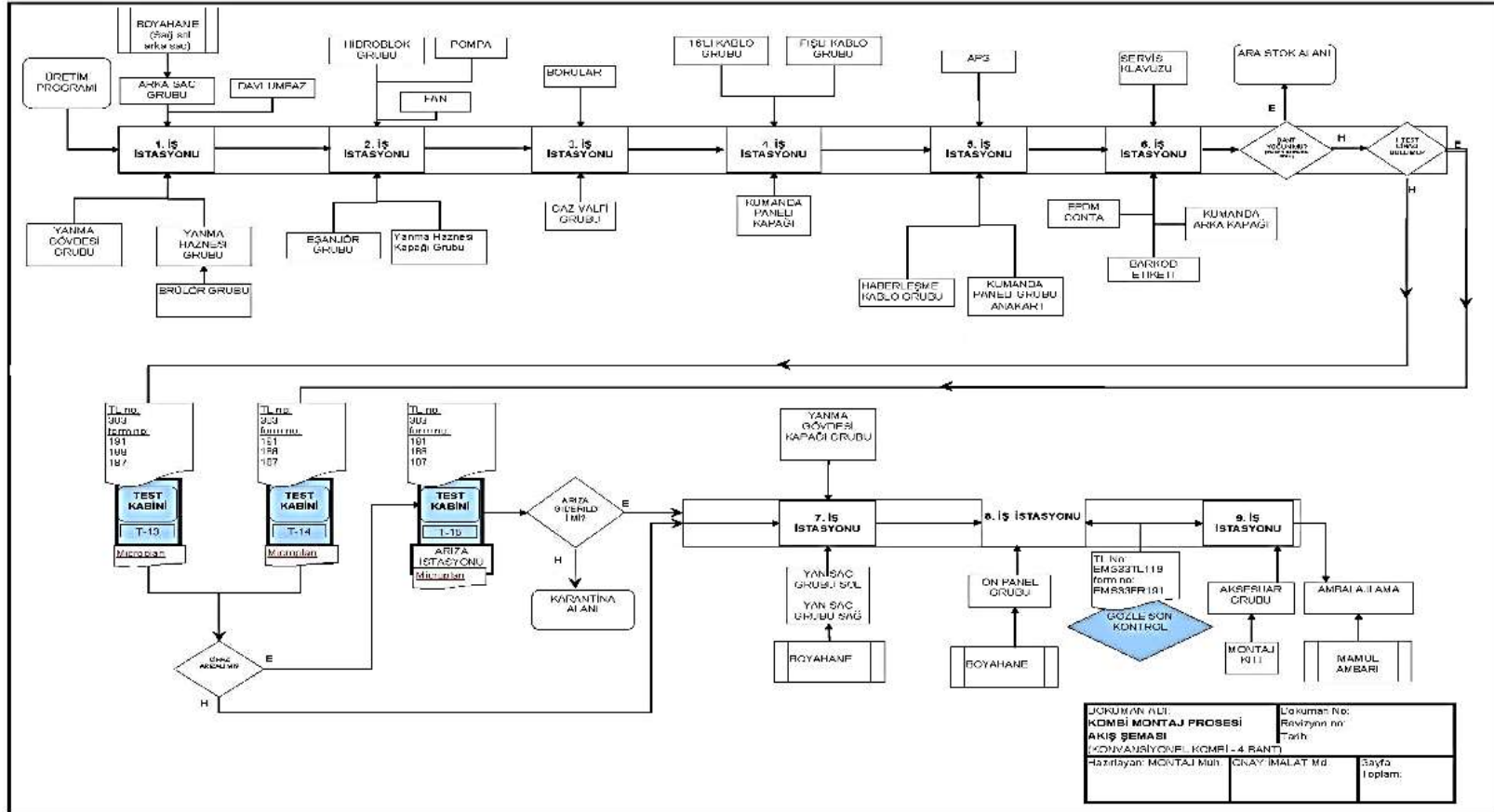


Şekil 10: Uygulama Örneği Boyahane Gelecek Durum Haritası





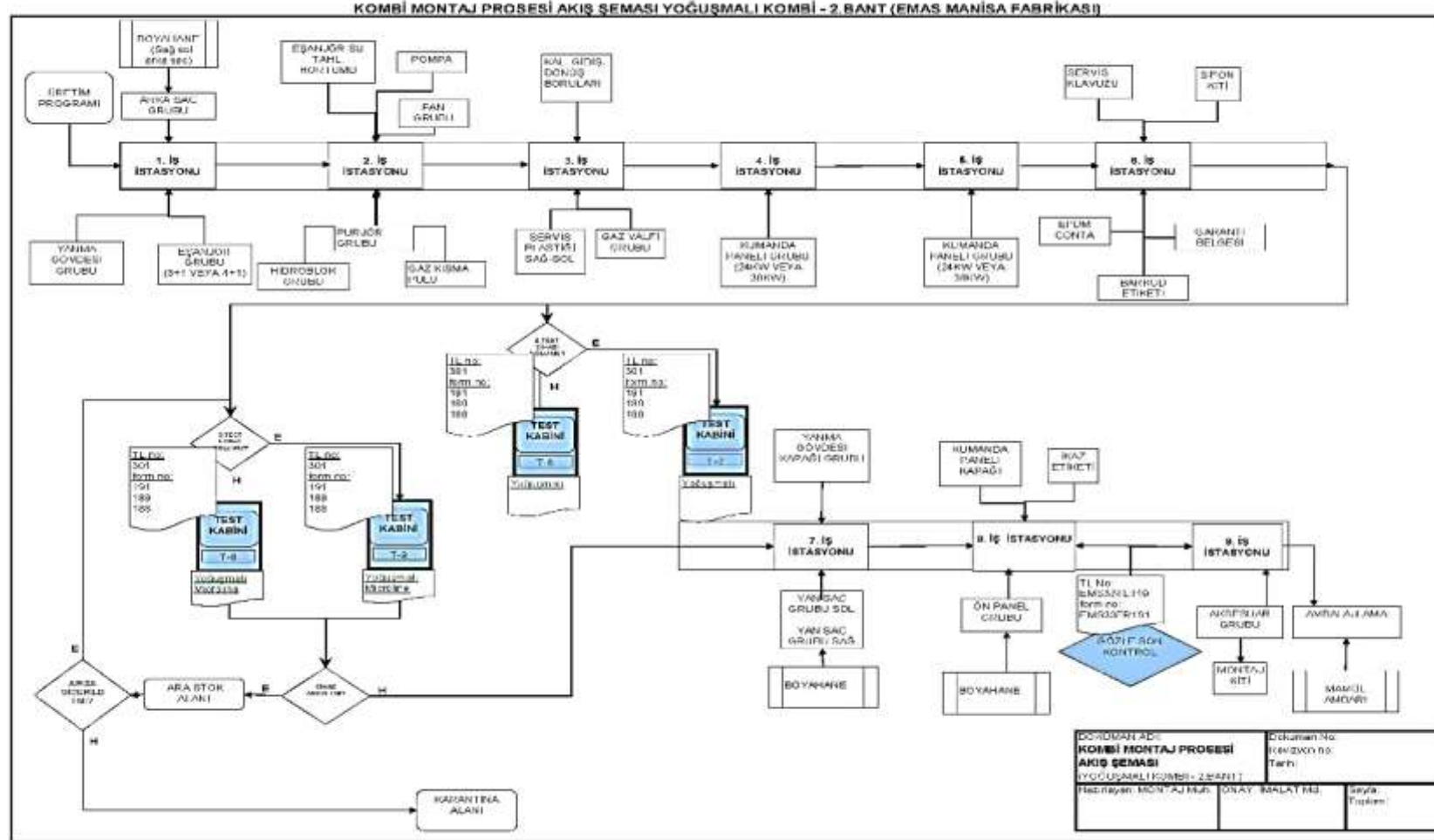
Şekil 11: Konvensiyonel Kombi Üretim Montaj Hattı İş Akış Şeması



Şekil 11’de verilen konvensiyonel kombi üretim montaj hattı iş akış şemasına göre, konvensiyonel kombi üretim montaj hattındaki iş akışı şöyledir;

Hazırlanan üretim programına göre, boyahane ünitesinde boyanan davlumbaz ve arka sac grubu montaj için 1. iş istasyonuna gelir. Ayrıca yanma gövdesi grubu, brülör grubu ve yanma haznesi grubunun da montajı bu istasyonda yapılır. 2. iş istasyonunda hidroblok grubu, pompa, fan, eşanjör grubu ve yanma haznesi kapağı grubu monte edilir. 3. iş istasyonunda boruların ve gaz valfi grubunun montajı yapılır. 4. iş istasyonunda 16’lı kablo grubu, fişli kablo grubu ve kumanda paneli kapağı monte edilir. 5. iş istasyonunda APS(presostat) denen baca emniyet sisteminin, haberleşme kablo grubunun ve kumanda paneli grubu anakartının montajı yapılır. 6. iş istasyonunda servis kılavuzu eklenir, barkod etiketi yapıştırılır, EPDM conta ve kumanda arka kapağı takılır. Hattın yoğunluğu fazla ise yarı mamul kombi ara stok alanına alınır. Fazla değilse 1. Test cihazına girer. 1. test cihazının da dolu olması halinde sıradaki yarı mamul kombi 2. test cihazına alınır. Testten geçenler içinde arızalı olanlar arıza istasyonu olan 3. test cihazına girerler. Arızası giderilemeyenler karantina alanına çekilir. Arızası giderilen ve arızası olmayanlar 7. iş istasyonuna gelirler. Bu istasyonda yanma gövdesi kapağı grubu, boyahaneden gelen sağ ve sol yan sac grupları monte edilir. 8. iş istasyonunda boyahaneden gelen ön panel grubunun montajı yapılır. Sonrasında gözle kontrol yapılarak 9. İş istasyonuna geçen yarı mamul kombilerin son olarak burada da montaj kiti, aksesuar grubu takılır ve montaj işlemleri tamamlanmış olur. Mamul hale gelen kombiler ambalajlanarak mamul ambarına alınır.

Şekil 12: Yoğuşmalı Kombi Üretim Montaj Hattı İş Akış Şeması



Şekil 12’de verilen yoğuşmalı kombi üretim montaj hattı iş akış şemasına göre, yoğuşmalı kombi üretim montaj hattındaki iş akışı şöyledir;

Hazırlanan üretim programına göre, boyahane ünitesinde boyanan arka sac grubu montaj için 1. iş istasyonuna gelir. Ayrıca yanma gövdesi grubu ve eşanjör grubunun montajı bu istasyonda yapılır. 2. iş istasyonunda hidroblok grubu, pompa, fan, eşanjör su tahliye hortumu, gaz kısma pulu ve purjör grubu monte edilir. 3. iş istasyonunda servis plastiği, gaz valfi grubunun ve kalorifere gidiş dönüş borularının montajı yapılır. 4. ve 5. iş istasyonlarında kumanda paneli grubu monte edilir. 6. iş istasyonunda servis kılavuzu ve garanti belgesi eklenir, barkod etiketi yapıştırılır, EPDM conta, sifon kiti takılır. Yarı mamul kombi doluluk durumuna göre 2 test cihazından boş olanına alınır. Testten geçenler içinde arızalı olanlar ara stok alanında onarıma tâbi tutulur. Arızası giderilemeyenler karantina alanına çekilir. Arızası giderilenler tekrar test cihazlarında test edilir. Test cihazından arızasız olarak çıkanlar 7. iş istasyonuna gelirler. Bu istasyonda yanma gövdesi kapağı grubu, boyahaneden gelen sağ ve sol yan sac grupları monte edilir. 8. iş istasyonunda boyahaneden gelen ön panel grubunun montajı yapılır. Kumanda paneli kapağı takılır ve ikaz etiketi yapıştırılır. Sonrasında gözle kontrol yapılarak 9. İş istasyonuna geçen yarı mamul kombilerin son olarak burada da montaj kiti, aksesuar grubu takılır ve montaj işlemleri tamamlanmış olur. Mamul hale gelen kombiler ambalajlanarak mamul ambarına alınır.

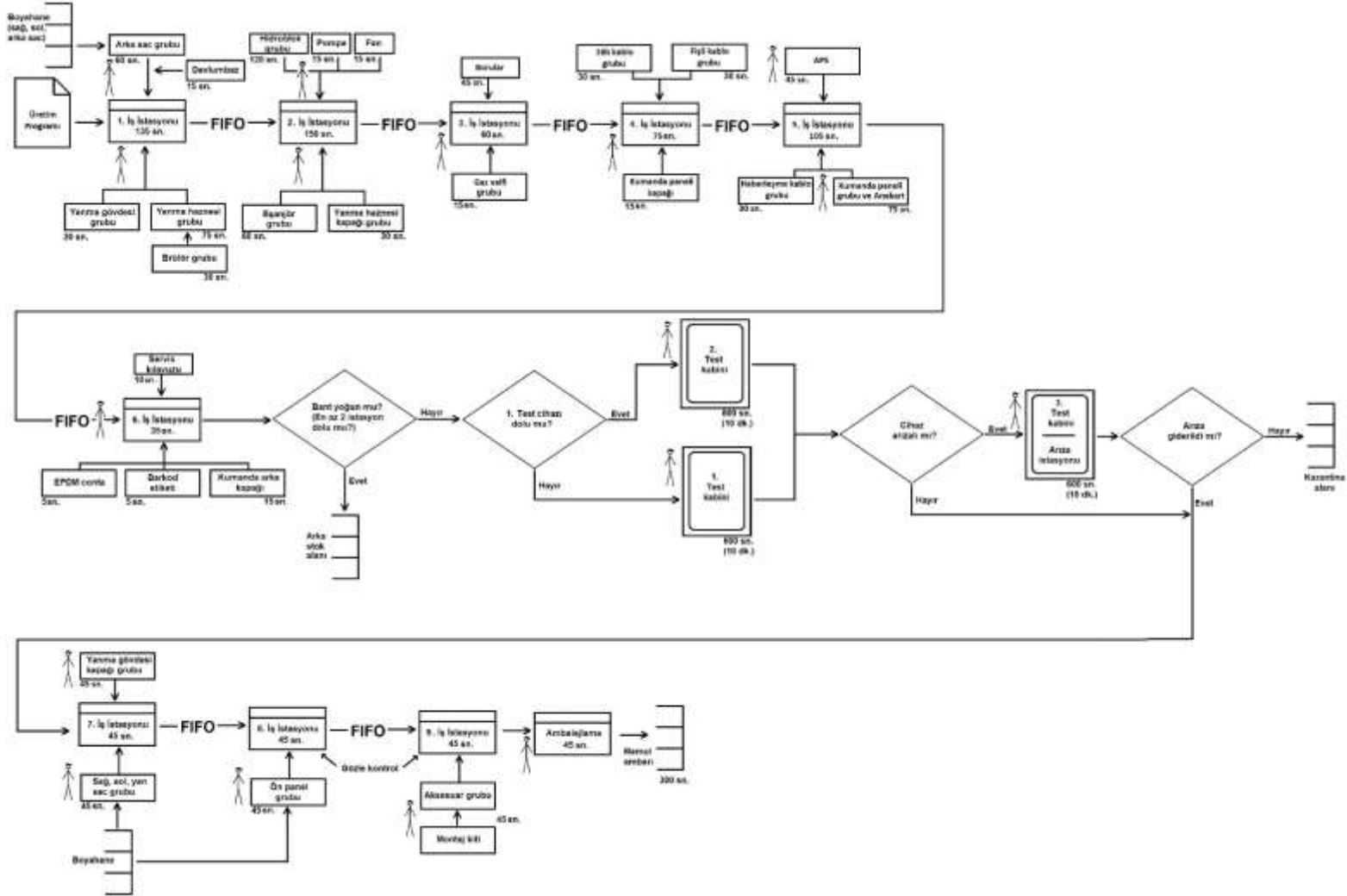
Konvensiyonel ve yoğuşmalı kombi üretim montaj hatları için mevcut durum analiz edildiğinde, belirlenen sorunlar ve çözüm önerileri şu şekildedir;

- Kombi test istasyonları üretim montaj hatlarının darboğazlarıdır. Bu istasyonlarda yapılan testlerin yoğunluğundan dolayı test istasyonları önünde yığılmalar oluşmaktadır. Test işlemlerini üretimde uygun şekilde dağıtarak sıkışmalar önlenabilir.
- Boru bağlantı contaları normal boru anahtarı ile sıkılmaktadır. Bu eski yöntem, işçilik ve zaman kaybına yol açmaktadır. Daha yeni teknoloji ve/veya yöntemler kullanılmalıdır.
- Her iki üretim hattında da 7. iş istasyonunda, sağ, sol ve yan sac gruplarındaki perçinleri elle besleme yapıldığından dolayı işçilik ve zaman kaybı yaşanmaktadır. Havalı perçin tabancası kullanılarak bu kayıplar önlenabilir.

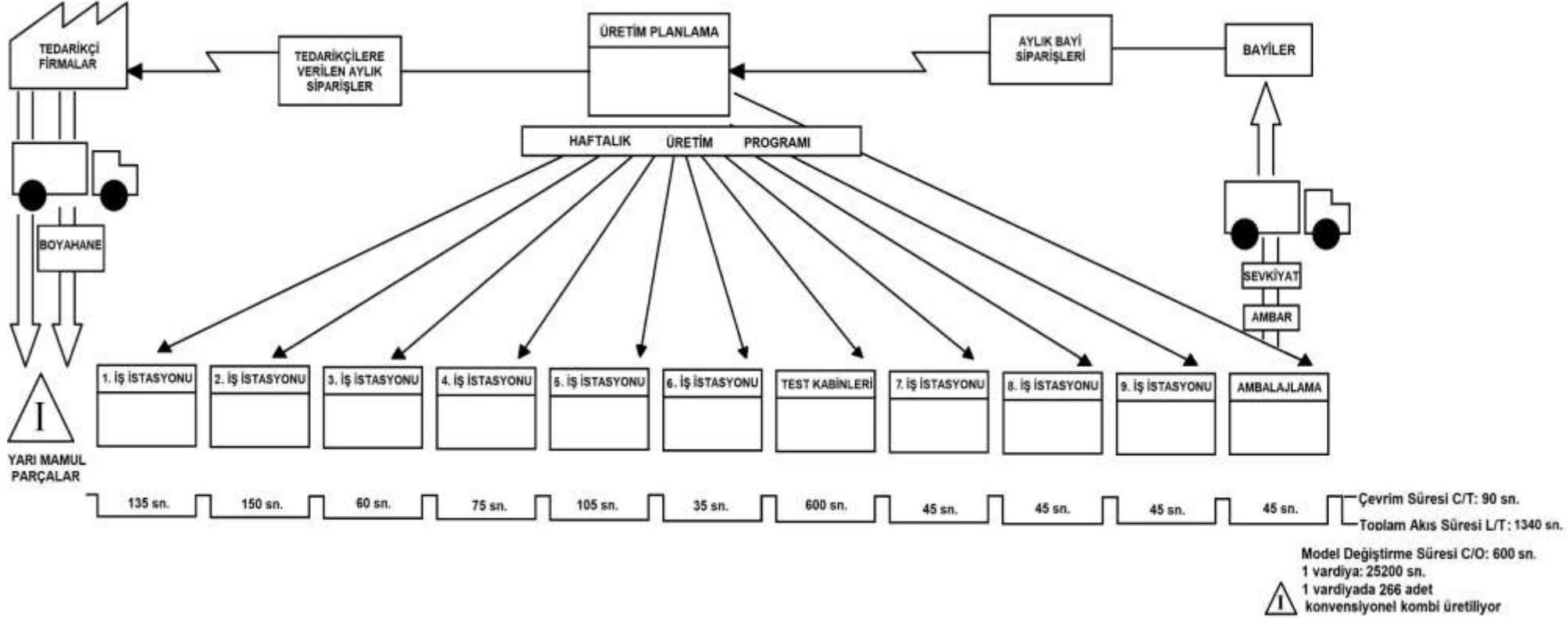
- Konvensiyonel kombi üretim hattında 1. iş istasyonunda arka sac grubu ile yoğuşmalı kombi üretim hattında 2. iş istasyonunda purjör grubu montajı her bir kombi için tek tek yapıldığı için işlem daha uzun, daha yorucu ve hata riski daha yüksek olmaktadır. Purjör montajının bir aparat yardımı ile daha pratik şekilde ve çoklu olarak yapılması işçilik ve zamandan tasarruf sağlayacak ve hata riskini en aza indirecektir.
- Daha önce de belirtildiği üzere test istasyonları üretim hattının darboğazlarını oluşturmaktadır. Test istasyonlarında tek tek yapılan hortum bağlantıları işçilik ve zaman kaybına yol açmaktadır. Bu bağlantıları pratik olarak yapmayı sağlayacak hızlı sökme takma aparatı bu sorunu giderecektir.
- Konvensiyonel kombi üretim montaj hattında, 1. iş istasyonunda montajı yapılan yanma haznesi grubunun, izolasyon malzemesinin montajı pratik yapılamamaktadır. Bu nedenle zaman kaybı da yaşanmaktadır. Montaj işleminin hızlı montaj aparatı ile yapılması daha pratik ve daha kısa sürede işlemi tamamlamayı sağlayacaktır.
- Kutulanan kombilerin palete taşınması beden gücüyle yapılmaktadır. Bu işlem, hem daha az ürün taşımaya olanak vermekte, hem de zaman ve işçilik kaybı yaşatmaktadır. Bu kayıpları ortadan kaldırmak için taşıyıcı bir makine kullanılmalıdır.
- Silikon su boşaltma hortumlarının manuel olarak kesilmesinden dolayı işçilik ve zaman kaybı yaşanmaktadır. Otomatik kesme makinesi kullanılması, işçilik ve zaman kaybını önleyecektir.

13-16. şekillerde konvensiyonel ve yoğuşmalı kombi üretim montaj hatlarının mevcut durum haritaları yer almaktadır.

Şekil 13: Uygulama Örneği Konvansiyonel Kombi Üretimi Ayrıntılı Mevcut Durum Haritası

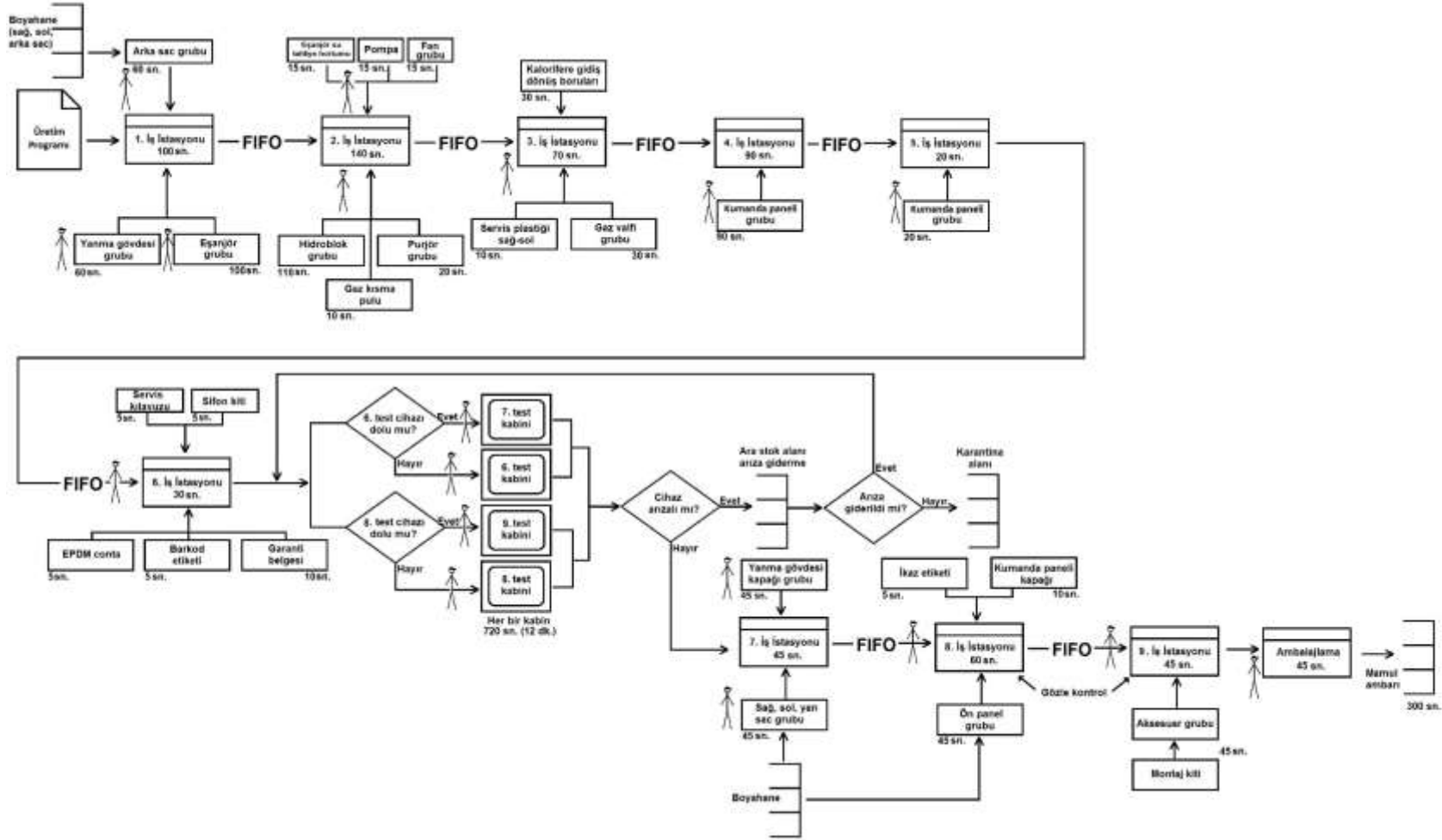


Şekil 14: Uygulama Örneği Konvensiyonel Kombi Üretimi Mevcut Durum Haritası

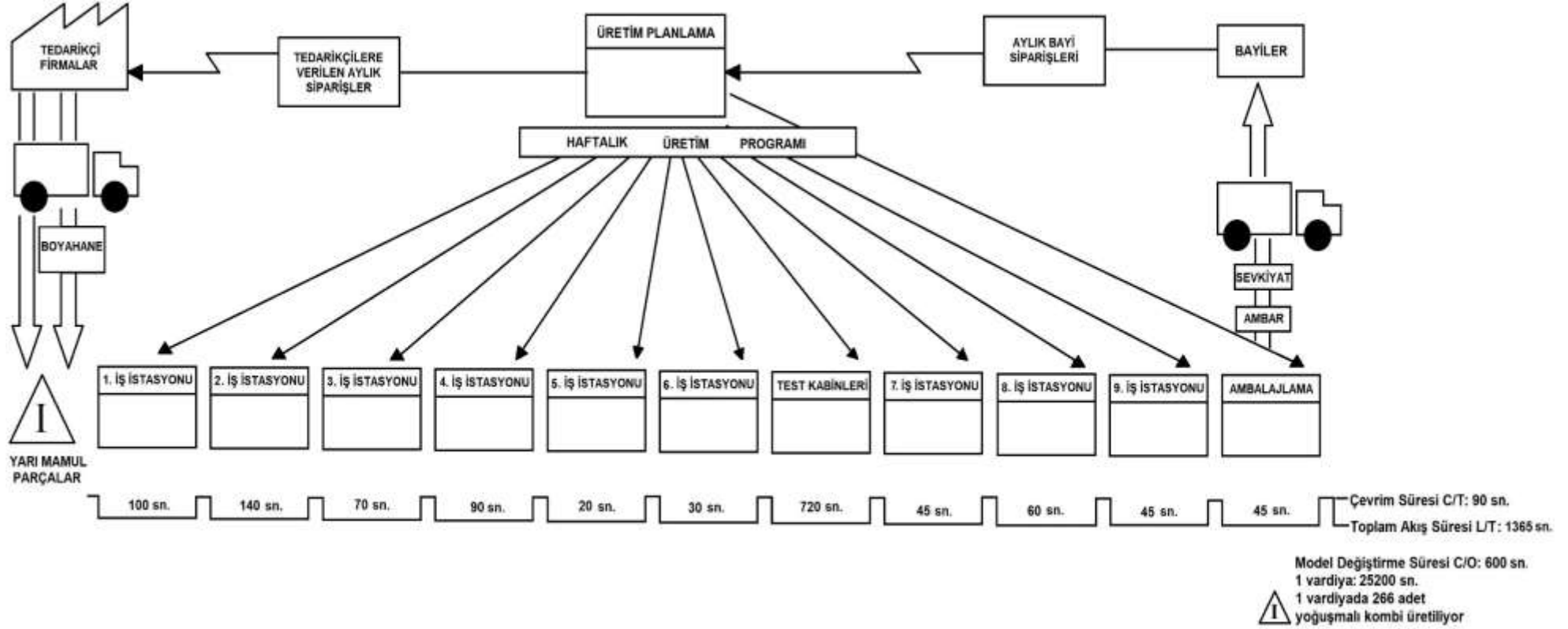





Şekil 15: Uygulama Örneği Yoğuşmalı Kombi Üretimi Ayrıntılı Mevcut Durum Haritası



Şekil 16: Uygulama Örneği Yoğuşmalı Kombi Üretimi Mevcut Durum Haritası



**Tablo 6 : Sembol ve Kısaltmalar**

L/T	Akış Süresi
C/T	Çevrim Süresi (Hat üzerinde gözlemlenilen zaman tutularak tespit edilmiştir.)
C/O	Model Değiştirme Süresi (Hat üzerinde gözlemlenilen zaman tutularak tespit edilmiştir.)
	Bir Vardiyadaki Üretim Miktarı

**Tablo 7: Konvansiyonel Kombi Üretim Montaj Hattı Aşamaları Mevcut Durum**

Konvansiyonel Kombi Üretim Montaj Hattı Aşamaları	L/T (Akış Süresi-saniye)
1.İş İstasyonu	135
2.İş İstasyonu	150
3.İş İstasyonu	60
4.İş İstasyonu	75
5.İş İstasyonu	105
6.İş İstasyonu	35
Test Kabini	600
7.İş İstasyonu	45
8.İş İstasyonu	45
9.İş İstasyonu	45
Ambalajlama	45
TOPLAM	1340

1 Vardiyada toplam iş süresi olan 7 saat (25200 saniye) içinde 1340 saniyede bir ürün alınmaktadır. Çevrim süresi 90 saniye olarak ölçülmüştür. Yani ürünler 90 saniye aralıklarla üretilmektedir. İlk ürünün süresi düşülerek kalan toplam süre çevrim süresine bölünür. Bu sayıya ilk ürün de eklenerek bir vardiyada üretilen toplam kombi sayısı bulunur.

$$25200 - 1340 = 23860 \text{ saniye (1 vardiyada ilk ürün hariç geçen süre)}$$

$$23860/90 = 265,11 \text{ yaklaşık } 265 \text{ adet}$$

$$265+1 = 266 \text{ (1 vardiyada 90 saniye aralıklarla üretilen toplam ürün adedi)}$$

L/T : 1340 saniye (22 dakika 20 saniye)

C/T : 90 saniye

C/O : 600 saniye (10 dakika)

3 Vardiya



266 Adet

1 Vardiya

Yoğuşmalı kombi mevcut durum haritasına göre;

**Tablo 8: Yoğuşmalı Kombi Üretim Montaj Hattı Aşamaları Mevcut Durum**

Yoğuşmalı Kombi Üretim Montaj Hattı Aşamaları	L/T (Akış Süresi-saniye)
1.İş İstasyonu	100
2.İş İstasyonu	140
3.İş İstasyonu	70
4.İş İstasyonu	90
5.İş İstasyonu	20
6.İş İstasyonu	30
Test Kabini	720
7.İş İstasyonu	45
8.İş İstasyonu	60
9.İş İstasyonu	45
Ambalajlama	45
TOPLAM	1365

1 Vardiyada toplam iş süresi olan 7 saat (25200 saniye) içinde 1365 saniyede bir ürün alınmaktadır. Çevrim süresi 90 saniye olarak ölçülmüştür. Yani ürünler 90 saniye aralıklarla üretilmektedir. İlk ürünün süresi düşülerek kalan toplam süre çevrim süresine bölünür. Bu sayıya ilk ürün de eklenerek bir vardiyada üretilen toplam kombi sayısı bulunur.

$$25200 - 1365 = 23835 \text{ saniye (1 vardiyada ilk ürün hariç geçen süre)}$$

$$23835/90 = 264,83 \text{ yaklaşık } 265 \text{ adet}$$

$$265+1 = 266 \text{ (1 vardiyada 90 saniye aralıklarla üretilen toplam ürün adedi)}$$

$$L/T : 1365 \text{ saniye (22 dakika 45 saniye)}$$

C/T : 90 saniye

C/O : 600 saniye (10 dakika)

3 Vardiya



266 Adet

1 Vardiya

Konvensiyonel ve Yoğuşmalı Kombi Montaj Hatları için mevcut durum analizinde belirlenen sorunların çözümüne yönelik iyileştirmelerin yapıldığı Kaizen çalışmaları şu şekildedir;

**KAİZEN 1.** Kombi test istasyonu hidroblok grubu sızdırmazlık testinin montaj bandında yapılması;

Kombi test istasyonları üretim hattının darboğazlarıdır. Bu istasyonlarda hidroblok grubu, gaz yolu sızdırmazlık testleri ve elektrik kaçak-topraklama testleri yapılmaktadır. Test istasyonlarında yapılan Gaz Yolu Sızdırmazlık ve Elektrik Kaçak-Topraklama Testleri montaj bandında yapılırsa test süreleri %40 oranında kısılacaktır. Bu işlemle 3.ış istasyonunda gaz yolu sızdırmazlık testi artı 120 saniye, 4. İş istasyonunda elektrik kaçak-topraklama testleri artı 120 saniye süreyi uzatacak ancak toplam süre aynı kalmakla birlikte darboğazdaki sıkışmalar aşılmış olacaktır.

**KAİZEN 2.** Boru bağlantı contalarının akıllı anahtar ile sıkılması;

Boru bağlantı contaları normal boru anahtarı ile sıkılmaktadır. Ancak bu contalar akıllı anahtar ile sıkılırsa her bir contada 3 saniye zaman kazanılacaktır. 5 contada toplamda 15 saniye süre kısılacaktır. Konvensiyonel kombi üretim hattında 3. İş istasyonunda borular için geçen 45 saniye 30 saniyeye, yoğuşmalı kombi üretim hattında 3. İş istasyonunda borular için geçen 30 saniye 15 saniyeye düşecektir.

**KAİZEN 3.** Perçin beslemeli havalı perçin tabancasının kullanılması;

Her iki üretim hattında da 7. İş istasyonunda, sağ, sol ve yan sac gruplarındaki perçinleri elle beslemek yerine havalı perçin tabancası kullanılırsa, perçin otomatik olarak tabanca ucuna gelmekte ve toplamda 45 saniye süren bu işlem 25 saniyeye düşmektedir.

Ayrıca havalı perçin tabancası ile basılan perçin çivilerinin maliyeti, elle beslenen perçin çivilerine göre daha düşüktür. Bir kombi için 50 adet perçin basılmaktadır. Tablo 9’da perçin maliyetleri ve elde edilen kazanç verilmiştir.

**Tablo 9: Kombi Montaj Hatları Perçin Maliyeti**

<b>Perçin Basma Yöntemi</b>	<b>Perçin Çivisi Paket Fiyatı</b> (1 pakette 100 adet perçin çivisi bulunur)	<b>Kombi Başına Perçin Maliyeti</b> (1 kombi için 50 adet perçin basılır)
<b>Elle Besleme</b>	<b>14,50 TL</b>	<b>7,25 TL</b>
<b>Havalı Perçin Tabancası ile Basma</b>	<b>11,15 TL</b>	<b>5,575 TL</b>
<b>Kombi başına perçin maliyeti, 1,675 TL azalarak, %30 düşer.</b>		

**KAİZEN 4.** Birden fazla genişleme tankı purjör montajının yapılabilmesi için masa ve aparat tasarlanması;

Konvensiyonel kombi üretim hattında 1. İş istasyonunda arka sac grubu ile yoğunlaşmalı kombi üretim hattında 2. İş istasyonunda purjör grubu montajı ile yapılan bu işlem çoklu yapıldığında süre %20 oranında kısalmaktadır. 20 saniyelik işlem 4 saniye kısalma ile 16 saniyeye düşmektedir. Konvensiyonel kombi üretim hattındaki 60 saniyelik arka sac grubu montajının 20 saniyesinde bu düşüş olacağından o süre de 56 saniyeye düşecektir. Ayrıca işlem daha pratik, daha az yorucu olacak ve bu sayede hata riskini minimize edecektir.

**KAİZEN 5.** Test istasyonu bağlantı hortumları için hızlı sökme takma aparatı tasarlanması;

Daha önce de belirtildiği üzere test istasyonları üretim hattının darboğazlarını oluşturmaktadır. Test istasyonlarında tek tek yapılan hortum bağlantıları hızlı sökme

takma aparatı ile tek seferde yapılacaktır. Toplamda 5 adet bağlantı bulunmaktadır. Bu aparat 60 saniyelik işi 15 saniyeye indirecektir.

**KAİZEN 6.** Konvensiyonel kombi hattında yanma haznesi izolasyon malzemesinin hızlı montajı için aparat tasarlanması;

Montajı daha pratik hale getirecek bir aparat yardımıyla konvensiyonel kombi hattındaki 1. İş istasyonunda montajı yapılan yanma haznesi grubunun izolasyonu 30 saniye daha kısılacaktır. 75 saniye süren montaj 45 saniyeye düşecektir.

**KAİZEN 7.** Kutulanan kombilerin, mamul ambarında palete taşınması için manipülâtör kullanımı;

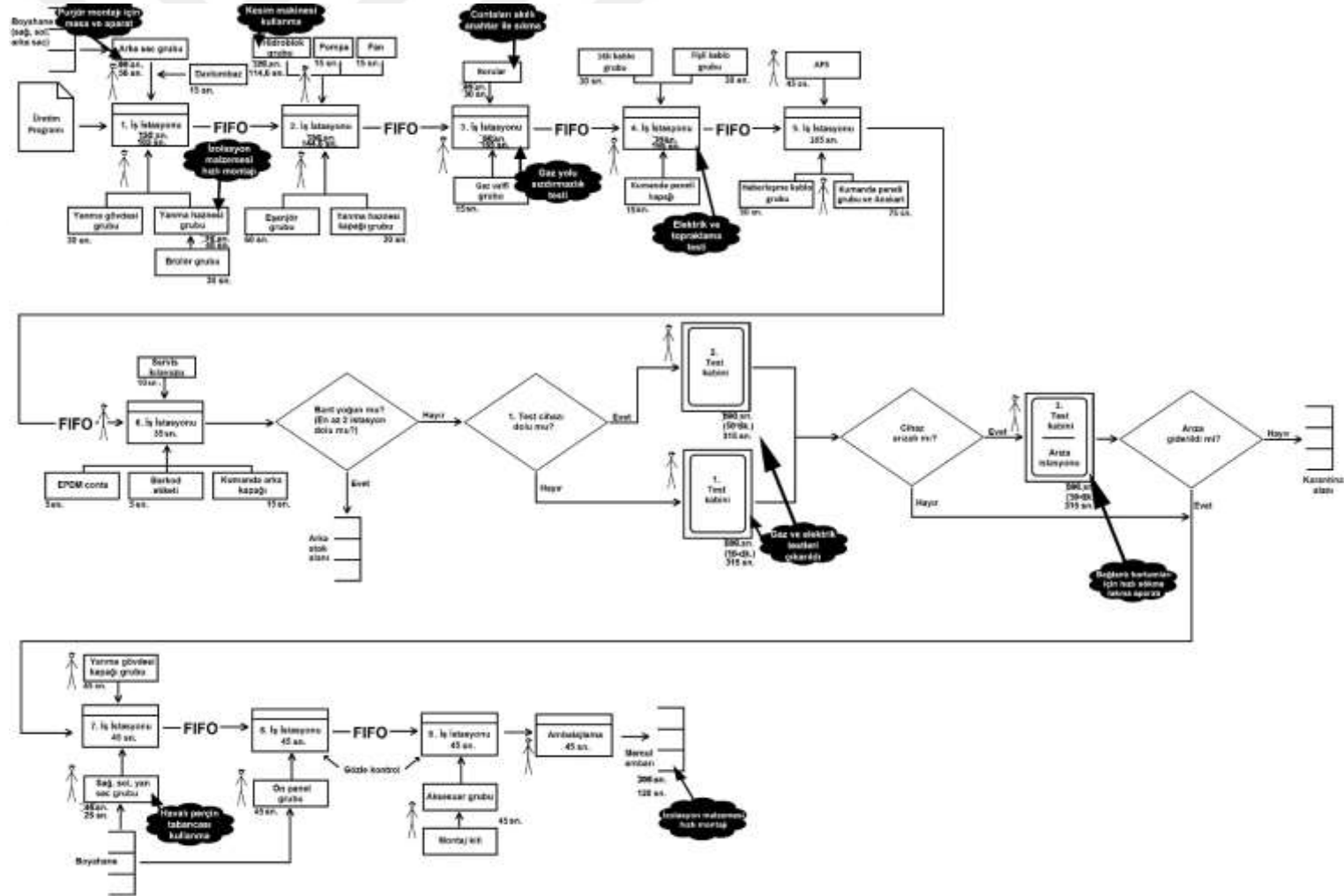
Manipülâtör pnömatik olarak çalışan 3 eksenli 50 kilograma kadar ağırlığa sahip bir kombiyi basınçlı hava ile vakumlama yaparak kaldıracak mukavemette bir taşıma aracıdır. Mamul ambarında, 8 adet kombi bir palete 5 dakikada yerleştirilirken bu süre manipülâtör ile 2 dakikaya düşmüş olur. 3 dakika = 180 saniye süre kısılır.

**KAİZEN 8.** Silikon su boşaltma hortumlarının kesimi için otomatik elektrikli bıçaklı kesim makinesi alımı;

Her kombide 3 adet hortum kullanılmaktadır. 2. İş istasyonunda pompa ve tahliye hortumu montajlarında hortumların kesilmesi için harcanan süre otomatik kesme makinesi kullanılarak kısaltılabilir. 100 adet hortumun kesilmesi tek tek elle 5 dakika sürerken otomatik kesme makinesi ile 2 dakikaya inecektir. 300 hortumda 15 dakikadan 6 dakikaya iner 9 dakika=540 saniye süre kısılır 1 kombide 3 hortum kullanıldığı için 5,4 saniye tasarruf edilmiş olur.

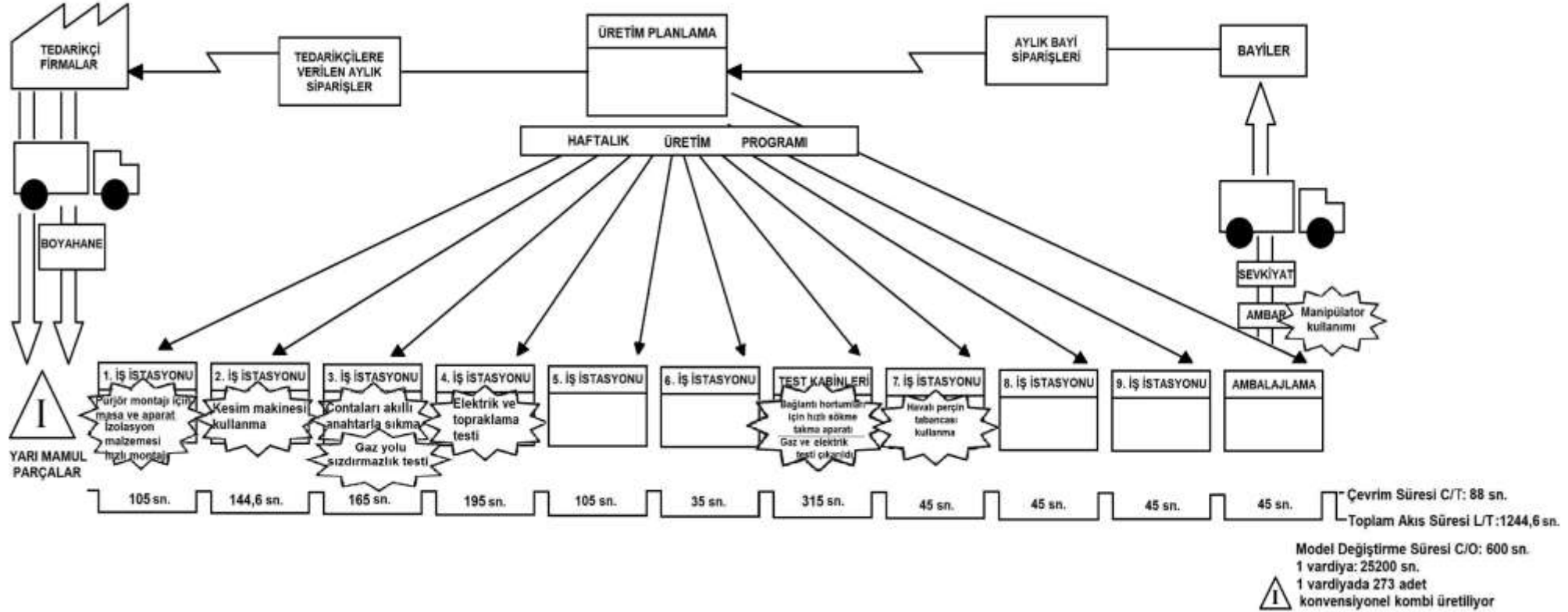
17-20. şekillerde konvensiyonel ve yoğuşmalı kombi üretim montaj hatlarının gelecek durum haritaları yer almaktadır.

Şekil 17: Uygulama Örneği Konvansiyonel Kombi Üretimi Ayrıntılı Gelecek Durum Haritası

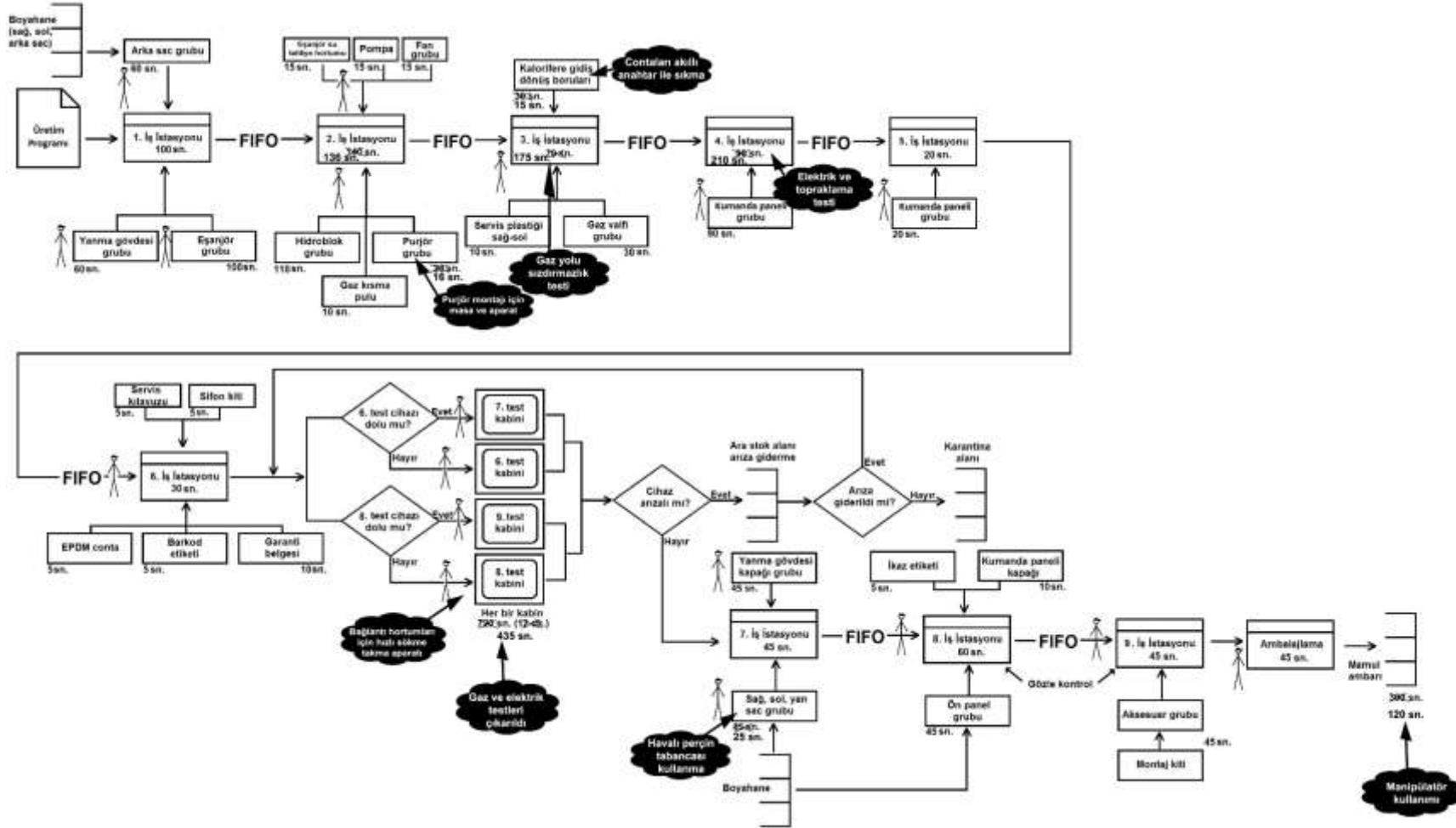




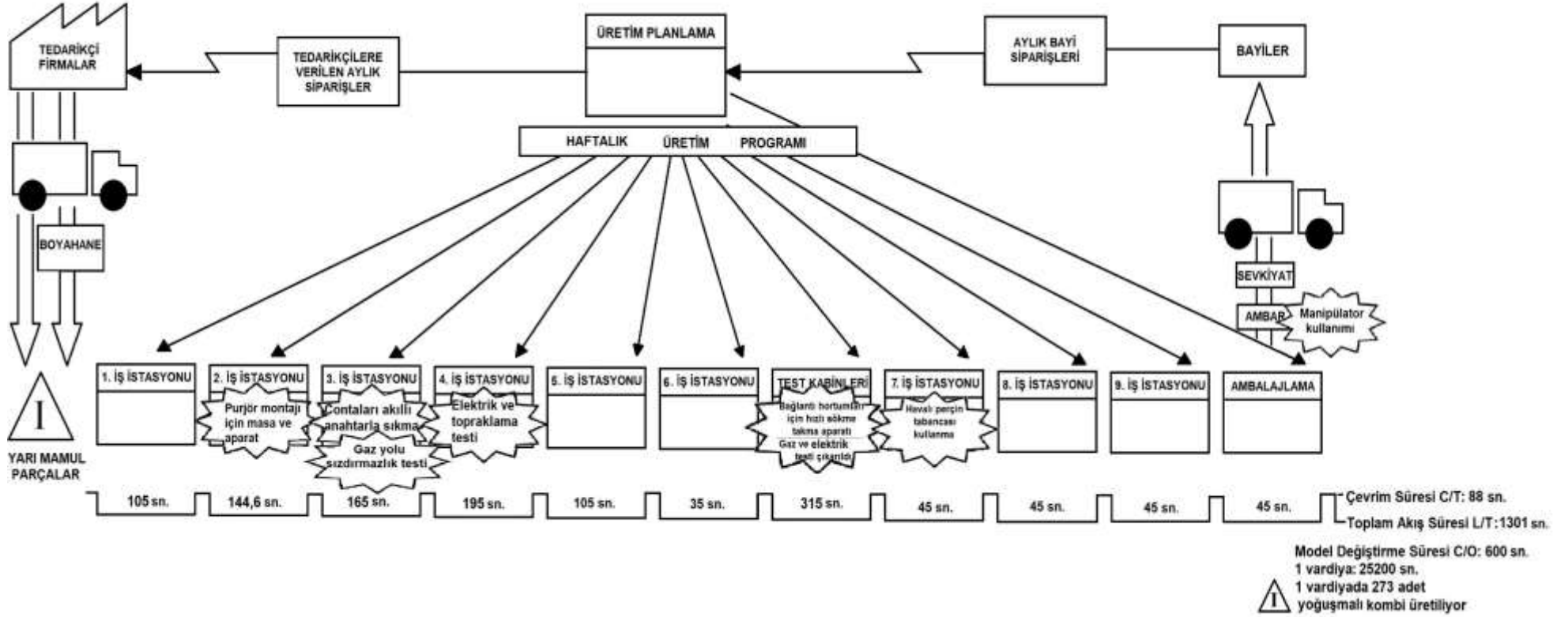
Şekil 18: Uygulama Örneği Konvensiyonel Kombi Üretimi Gelecek Durum Haritası



Şekil 19: Uygulama Örneği Yoğuşmalı Kombi Üretimi Ayrıntılı Gelecek Durum Haritası



Şekil 20: Uygulama Örneği Yoğuşmalı Kombi Üretimi Gelecek Durum Haritası



Konvansiyonel kombi gelecek durum haritasına göre;

**Tablo 10: Konvansiyonel Kombi Üretim Montaj Hattı Aşamaları Gelecek Durum**

Konvansiyonel Kombi Üretim Montaj Hattı Aşamaları	L/T (Akış Süresi-saniye)
1.İş İstasyonu	105
2.İş İstasyonu	144,6
3.İş İstasyonu	165
4.İş İstasyonu	195
5.İş İstasyonu	105
6.İş İstasyonu	35
Test Kabini	315
7.İş İstasyonu	45
8.İş İstasyonu	45
9.İş İstasyonu	45
Ambalajlama	45
<b>TOPLAM</b>	<b>1244,60</b>

1 Vardiyada toplam iş süresi olan 7 saat (25200 saniye) içinde 1244,60 saniye de bir ürün çıktısı alınmaktadır. Çevrim süresi de yapılan iyileştirmelerden sonra 88 saniyeye düşmüştür. İlk ürünün süresi düşülerek kalan toplam süre çevrim süresine bölünür. Bu sayıya ilk ürün de eklenerek bir vardiyada üretilen toplam kombi sayısı bulunur.

$$25200 - 1244,60 = 23955,40 \text{ saniye (1 vardiyada ilk ürün hariç geçen süre)}$$

$$23955,40 / 88 = 272,22 \text{ yaklaşık } 272 \text{ adet}$$

$$272 + 1 = 273 \text{ (1 vardiyada 88 saniye aralıklarla üretilen toplam ürün adedi)}$$

,L/T : 1244,60 saniye (20 dakika 44,60 saniye)

C/T : 88 saniye

C/O : 600 saniye (10 dakika)

3 Vardiya



273 Adet

1 Vardiya

Konvensiyonel kombi üretim montaj hattında, mevcut durum analiz edildikten sonra yapılan iyileştirmelerle elde edilen gelecek durumda sağlanan zaman tasarrufu ve 1 vardiyadaki üretim artışı Tablo 11’de verilmiştir.

**Tablo 11: Konvensiyonel Kombi Üretim Montaj Hattı Mevcut Durum Gelecek Durum Karşılaştırması**

<b>Konvensiyonel Kombi Üretim Montaj Hattı</b>			
<b>Süreler ve Üretim Miktarı</b>	<b>Mevcut Durum</b>	<b>Gelecek Durum</b>	<b>Kazanç</b>
<b>Akış Süresi (L/T)</b>	<b>1340 saniye</b>	<b>1244,60 saniye</b>	<b>95,40 saniye</b>
<b>Çevrim Süresi (C/T)</b>	<b>90 saniye</b>	<b>88 saniye</b>	<b>2 saniye</b>
<b>1 Vardiyada Üretilen Kombi Sayısı</b>	<b>266 adet</b>	<b>273 adet</b>	<b>7 adet</b>

Darboğazlardaki sıkışmalar hatta yayılarak elimine edilmiştir. Ayrıca tasarlanan birtakım aparatlar ve ilaveten kullanılan aletlerle de işçilik daha kolay hale gelmiş ve hata riskleri minimize edilmiştir.

Yoğuşmalı kombi gelecek durum haritasına göre;

**Tablo 12: Yoğuşmalı Kombi Üretim Montaj Hattı Aşamaları Gelecek Durum**

<b>Yoğuşmalı Kombi Üretim Montaj Hattı Aşamaları</b>	<b>L/T (Akış Süresi-saniye)</b>
1.İş İstasyonu	100
2.İş İstasyonu	136
3.İş İstasyonu	175
4.İş İstasyonu	210
5.İş İstasyonu	20
6.İş İstasyonu	30
Test Kabini	435
7.İş İstasyonu	45
8.İş İstasyonu	60
9.İş İstasyonu	45
Ambalajlama	45
<b>TOPLAM</b>	<b>1301</b>

1 Vardiyada toplam iş süresi olan 7 saat (25200 saniye) içinde 1301 saniye de bir ürün çıktısı alınmaktadır. Çevrim süresi de yapılan iyileştirmelerden sonra 88 saniyeye düşmüştür. İlk ürünün süresi düşülerek kalan toplam süre çevrim süresine bölünür. Bu sayıya ilk ürün de eklenerek bir vardiyada üretilen toplam kombi sayısı bulunur.

$25200 - 1301 = 23899$  saniye (1 vardiyada ilk ürün hariç geçen süre)

$23899 / 88 = 271,58$  yaklaşık 272 adet

$272 + 1 = 273$  (1 vardiyada 88 saniye aralıklarla üretilen toplam ürün adedi)

,L/T : 1301 saniye (21 dakika 41 saniye)

C/T : 88 saniye

C/O : 600 saniye (10 dakika)

3 Vardiya



273 Adet

1 Vardiya

Yoğuşmalı kombi üretim montaj hattında, mevcut durum analiz edildikten sonra yapılan iyileştirmelerle elde edilen gelecek durumda sağlanan zaman tasarrufu ve 1 vardiyadaki üretim artışı Tablo 13'te verilmiştir.

**Tablo 13: Yoğuşmalı Kombi Üretim Montaj Hattı Mevcut Durum Gelecek Durum Karşılaştırması**

Yoğuşmalı Kombi Üretim Montaj Hattı			
Süreler ve Üretim Miktarı	Mevcut Durum	Gelecek Durum	Kazanç
Akış Süresi (L/T)	1365 saniye	1301 saniye	64 saniye
Çevrim Süresi (C/T)	90 saniye	88 saniye	2 saniye
1 Vardiyada Üretilen Kombi Sayısı	266 adet	273 adet	7 adet

Darboğazlardaki sıkışmalar hatta yayılarak elimine edilmiştir. Ayrıca tasarlanan birtakım aparatlar ve ilaveten kullanılan aletlerle de işçilik daha kolay hale gelmiş ve hata riskleri minimize edilmiştir.

İşletmede yalın üretim bağlamında yapılan çalışmalarla mevcut durum analiz edilmiş ve israf kaynakları tespit edilerek yapılan iyileştirmelerle gelecek durum haritaları oluşturulmuştur. Üretimin sürekli olarak yalın hale getirilmesi ve müşteriye sunulan değer artırılması için çalışmalar devam etmektedir.

## SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Yalın üretim sistemi imalat işlemlerine kazandırdığı kalite, üretim hızı, maliyet avantajı, müşteriye uyum, uyguladığı teknikler vb. özellikleri ile her geçen gün dünya çapında yayılmaktadır. Bu çalışmada yalın üretim sistemi her yönüyle değerlendirilmeye çalışılmıştır. Yalın üretimin uzun vadeli düşünmeye odaklı felsefesi ve sürekli akış mantığı açıklanmış, yalın üretim teknikleri anlatılmıştır. Önemli bir yalın üretim tekniği olan Değer Akışı Haritalama üzerinde durulmuş ve bir ısıtma ürünleri fabrikasında değer akışı haritalama uygulaması yapılmıştır.

Fabrikada üretim bölümünü oluşturan, konvensiyonel ve yoğunmalı kombilerin üretim montaj hatları ve boyahane ünitesi incelenmiş, ürün aileleri ve yıllık üretim miktarları tespit edilmiştir.

Boyahane ünitesinde mevcut durum analiz edildiğinde; enerji, ekipman ve işçilikten maliyet kaybı ve israf yaşanan noktalar olduğu gözlenmiş ve bu kayıplara çözüm önerisi olarak kaizen faaliyetleri sunulmuştur. Boyahane gelecek durum haritası bu iyileştirmelerin sonucunda gelinecek durumu gösterir şekilde çizilmiştir. Boyahane ünitesinde, gelecek durum haritasına göre yapılan iyileştirmeler neticesinde; enerji maliyetinde %10,5 düşüş sağlanmış, boyama kabini maliyetinden %11,5, yıllık kanca telinden 14.540 TL, askılara hava tutularak üstlerinde boya birikimini önleme ile yıllık 8325 TL tasarruf edilmiştir.

Konvensiyonel ve yoğunmalı kombilerin üretim montaj hatlarında mevcut durum analiz edildiğinde; zaman israfı yaşanan noktalar ve darboğazlar olduğu gözlenmiştir. Darboğazlarda özellikle test istasyonlarında, arka arkaya gelen ürünlerin bir sıkışmaya neden olduğu gözlenmiştir. İşçilikte, eski yöntemlerle veya beden gücü ile yapılan işlerin, hem işçilerin çabuk yorulması vb. işçilik kayıplarına, hem de yüksek hata risklerine neden olduğu saptanmıştır. Bu sorunlara ilişkin çözüm önerileri içeren kaizen faaliyetleri sunulmuştur. Üretim montaj hatlarının gelecek durum haritaları bu iyileştirmelerin sonucunda gelinecek durumu gösterir şekilde çizilmiştir. Test istasyonlarındaki sıkışma, testleri üretim hattına yayararak önlenmiş, yeni teknik, alet ve aparatlarla işçilik ve zamandan kazançlar sağlanmıştır. Elle beslenen perçinlerin havalı perçin tabancasıyla basılması işçilik ve zaman tasarrufu yanında, kombi başına perçin maliyetinde %30'luk bir kazanç da sağlamıştır. Neticede; konvensiyonel kombi üretim hattında, 1 vardiyada 7 ürün daha fazla üretilir hale gelmiştir. Fabrikada 3 adet konvensiyonel kombi üretim hattı olup, 350 gün 3 vardiya tam kapasitede çalışılırsa,

yılda  $350*3*3*7=22050$  adet daha fazla konvensiyonel kombi üretilebilecektir. Yoğuşmalı kombi üretim hattında, 1 vardiyada 7 ürün daha fazla üretilir hale gelmiştir. Fabrikada 1 adet yoğuşmalı kombi üretim hattı olup, 350 gün 3 vardiya tam kapasitede çalışılırsa, yılda  $350*3*7= 7350$  adet daha fazla yoğuşmalı kombi üretilebilecektir.

Yalın üretim faaliyetleri sürekliliği olan çalışmalardır. Burada yapılan iyileştirmeler israf kaynaklarının tam olarak ortadan kalkması veya darboğazlardan ya da başka noktalardan doğacak sorunların tamamının giderilmesi anlamına gelmemektedir. Kaizen çalışmaları kesintisiz devam etmeli ve sürekli iyileştirmelerle işletme, müşteri odaklı, daha düşük maliyetle, daha yüksek kalitede ürünler sunarak rekabet avantajını kaybetmemelidir.





## KAYNAKLAR

- Abdi, F., Shavarini, S.K., Hoseini, S. M. S, (2006). *Glean Lean: How to Üsse Lean Approach in Service Industries?* Journal of Services Research. 6: 191-206
- Abdulmalek, F.A. ve 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: 223-236
- Acar, N. (2003). *Tam Zamanında Üretim*. (6.Basım). Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları Mert Matbacılık.
- Acar, N. (2002). *Tam Zamanında Üretim*. Verimlilik Dergisi. MPM Yayınları(3): 85-103
- Åhlström, R. (1998). *Sequences in the implementation of lean production*. Great Britain: European Management Journal. Vol.16(3)
- Barber, C.S., Tietje, B.C. (2008). *A Research Agenda for Value Stream Mapping The Sales Process*. Journal of Personal Selling&Sales Management, 27(2), 155-165
- Basu, D. R. ve Miroshnik, V. (1999). *Strategic Human Resource Management of Japanese Multinationals A Case Study of Japanese Multinational Companies in the UK*. Journal of Management Development, 18(9): 714-732
- Bengisu, M. (2007). *Yüksek Eğitimde Toplam Kalite Yönetimi*. İzmir: Journal of Yaşar University 7(2): 739-749
- Bırakmaz, Ö. (2013). *Yalın Üretim Uygulanmasında Karşılaşılan Problemler*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Birgün, S.G., Kemal G. ve Özkan, K. (2006). *Yalın Üretime Geçiş Sürecinde Değer Akış Haritalama Tekniğinin Kullanılması: İmalat Sektöründe Bir Uygulama*. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi. Yıl:5.Sayı:9.Bahar 2006(1): (47-59).
- Cesur, N. (1997). *Yalın Üretim Arkasındaki Nedenler*. Verimlilik Dergisi.20(4): 113-144

- Chan, F. T. S. (2001). *Effect of Kanban Size On Just-In-Time Manufacturing Systems*. Journal of Materials Processing Technology. 116.2: 146-160
- Czabke, J., Hansen, E., N., Doolen, T.L., (2008). *A Multisite Field Study of Lean Thinking in U.S. and German Secondary Wood Products Manufacturers*. Forest Products Journal. 58;(9): 77- 85
- Dağ, H. İ. (2009). *Yalın Üretime Geçişte Değer Akışı Analizi ve Haritalandırma İle İsrif Kaynaklarının Belirlenmesi: Güneş Enerjisi Kolektörleri Üreten Bir İşletmede Uygulama*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Konya: Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Deming, W.E. (1996). *Krizden Çıkış*. (Çev. Cem Akaş). İstanbul: Arçelik Yayınları.
- Dhandapani, V., Potter, A. ve Naim, M. (2004). *Applying Lean Thinking: A Case Study of an Indian Steel Plant, International Journal of Logistics: Research and Applications*. 7(3): 239–250
- Feld, W. M. (2001). *Lean Manufacturing Tools, Techniques, And How To Use Them*, Florida: CRC Press.
- Gottesman, K. (1991). *JIT Manufacturing is More Than Inventory Programs and Delivery Schedules*. Industrial Engineering 23.5: 19-20
- Hirano, H. (1990). *5 Pillars of the Visual Workplace*. Portland-Oregon: Productivity Press
- Hoseus, M. ve Liker, J.K. (2008). *Toyota Kültürü*. (Çev. Kıvanç Tanrıyar), İstanbul: Optimist Yayın Dağıtım
- Imai, M. (1994). *Kaizen - Japonya'nın Rekabetteki Başarısının Anahtarı*. İstanbul: BriSa Yayınları
- Imai, M. (1996) *Gemba Kaizen*. USA: McGraw Hill Professional.
- Katayama, O. (1998). *21. Yüzyıla Hazırlanan Japon Şirketleri-Başarıya Götüren Stratejiler*. (Çev. Gülden Şen). İstanbul: Sabah Kitapları Yayınları.
- Kennedy, A. F. ve Huntzinger, J. (2005). *Lean Accounting: Measuring and Managing The Value Stream*. *Journal of Cost Management*. 19(5): 31-38.
- Kulaç, Ü. (Nisan 2003). *lean. org.tr, Yalın Üretim Felsefesi*. <https://lean.org.tr/yalin-uretim-felsefesi>, (27.12.2017)

- Laraia A.C., Moddy P.E., and Hall R.W. (1999). *The Kaizen Blitz*. USA: Addison Wesley.
- Liker, K.J. (2005). *Toyota Tarzı 14 Yönetim İlkesi*. (Çev. Ümit Şensoy). İstanbul: Orhan Holding Yayınları.
- Locher, D.A. (2008) *Value Stream Mapping for Lean Development*. New York: Productivity Press.
- Lummus, R.R., Vokurka, R.J., Rodeghiero, B. (2006). *Improving Quality Through Value Stream Mapping: A Case Study of a Physician's Clinic*. Total Quality Management. 17(8): 1063-1075
- Manos, T. (2006). Value Stream Mapping-An Introduction, *Quality Progress*. (June 2006): 64–69.
- Maskell, B.H. ve Baggaley, B. (2004) *Practical Lean Accounting: A Proven System for Measuring and Managing the Lean Enterprise*. New York: Productivity Press.
- Maskell, B. ve Katko, N. (2007). *Value Stream Costing: The Lean Solution To Standard Costing Complexity and Waste. Lean Accounting Best Practices for Sustainable Integration*. New York: Joe Stenzel, John Wiley & Sons.
- Meier, P. D., Jeffrey K.L. (2006). *Toyota Way Fieldbook A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps*. New York: McGraw-Hill Companies
- Monden, Y. (1993). *Toyota Production System. An Integrated Approach to Just-In-Time*. Georgia USA: Engineering Management Press.
- Morgan, M.J. ve Liker, J.K. (2007). *Toyota Ürün Geliştirme Sistemi*. (Çev. Aysel Yılmaz). İstanbul: Farba Yayınları.
- Nakajima, S.,(1988). *Introduction to TPM*. Portland: Productivity Press.
- Nomak, A. ve Durmuşoğlu, M.B. (2003). *Bir Hücreli Üretim Ortamında, Üretim Planlama ve Kontrol Sistemlerinin Benzetim Analizi*. İstanbul: İTÜ Dergisi/d Mühendislik.2(5): 44
- Ohno, T. (1998). *Toyota Ruhu – Toyota Üretim Sisteminin Doğuşu ve Evrimi*. (Çev. Canan Feyyat). İstanbul: Scala Yayıncılık
- Oliver, N., Schab, L. ve Holweg, M. (2007). *Lean Principles and Premium Brands: Conflict or Complement ?*. International Journal of Production Research.45(16):3723–3739
- Özçelikel, H. (1994). *Bir Personel Yöneticisinin Gözüyle Japon Yönetim Sistemleri*. İstanbul: MESS Yayınları.

Özkan, K., Birgün, S. ve Kılıçoğulları, P. (2005). Müşteriden Tedarikçiye Değer Yaratma: Otomotiv Endüstrisinde Değer Akışı Haritalandırma Uygulaması. V. *Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu*(ss: 307-312), Düzenleyen İstanbul Ticaret Üniversitesi. İstanbul. 25–27 Kasım 2005.

Patil, P. S., Parit, S. P., Burali, Y. N. (2013). *Review Paper On Poka Yoke: The Revolutionary Idea In Total Productive Management Research Inventory*. International Journal Of Engineering And Science Issn. 2278-4721, Vol. 2, Issue 4: 19-24.

Rother, M., Shook, J. (1999). *Görmeyi Öğrenmek*. (Çev. Ayşe Soydan). Massachusetts USA: The Lean Enterprise Institute Brookline.

Sevindirici, İ. (2009). *Üretim Sistemleri*. İstanbul: Kum Saati Yayınları.

Shingo, S. (1988b). *A Revolution in Manufacturing the SMED System*. Cambridge: Productivity Press.

Shirose, K. (1992). *TPM New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries*. USA: Hardcover Publisher.

Spear, J. S. (2006). *Learning to Lead at Toyota*. HBR Business Review On Supply Chain Management. Boston: Harvard Business School Press.

Sullivan, W. G., McDonald, T. N. ve Aken, E.M.V. (2002). *Equipment Replacement Decisions and Lean Manufacturing*. Robotics and Computer Integrated Manufacturing. 18: 255-265.

Tapping, D. (2003). *The Lean Pocket Guide Tools For The Elimination of Waste*. USA: Running Lean.

Tatikonda, L. (2007). *Applying Lean Principles to Design, Teach, and Assess Courses*, USA: Management Accounting Quarterly.8(3): 27-38.

Thomas, A. K. (1997). *After Lean Production*. New Jersey: Prentice Hall.

Tikici, M., Aksoy, A., Derin, N. (2006). *Toplam Kalite Yönetiminin Radikal Unsurlarından Birisi Olarak Yalın Yönetim*. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi.5(15): 20-33.

Vincenti, A. (2002). *Lean Machine*. Canada: Automotive Engineer: Vol. 27(1): 58-59.

Wang, Ling ve Yuan, Q. M. (2009). *Lean Accounting Based on Lean Production*. Management and Service Science MASS'09 International Conference (ss 20-22) Düzenleyen IEEE. Wuhan China. 16-18 Eylül 2009.

Womack, P. ve Jones. D. (1998). *Yalın Düşünce*. (Çev. Nesime Aras). İstanbul: Sistem Yayınları.

Womack, P.J., Dan J. ve Daniel R. ( 1992) . *Dünyayı Değiştiren Makina*. (Çev. Osman Kobak). İstanbul: Otomotiv Sanayi Derneği Yayınları

Yılmaz, E. (2012). *Siparişe Göre Üretim Yapan Sistemlerde Yalın Üretim Uygulamaları*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yu, C., Wong, K., Yew, W. ve Anwar, A. (2009). *A Study on Lean Manufacturing Implementation in the Malaysian Electrical and Electronics Industry*. European Journal of Scientific Research, 38(4): 521-535.

Yurdugül, U. (2010). *Değer Akışı Haritalandırma Yöntemi ve Bir Uygulama*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.



## EKLER

Ek 1: Malzeme ve Bilgi Akışı Sembolleri

