

**T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YALIN ÜRETİM SİSTEMİNİN OTOMOTİV  
SEKTÖRÜNDE UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**End. Müh. Serkan ÇOBANOĞLU**

**Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**  
**Enstitü Bilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**  
**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Esra TEKEZ**

**Haziran 2011**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YALIN ÜRETİM SİSTEMİNİN OTOMOTİV  
SEKTÖRÜNDE UYGULANMASI

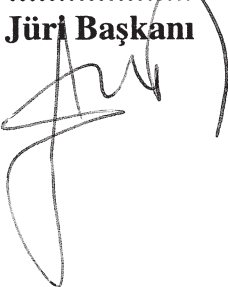
YÜKSEK LİSANS TEZİ

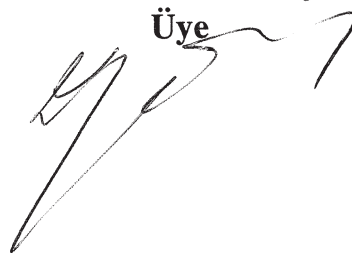
End.Müh. Serkan ÇOBANOĞLU


Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 27 / 06 / 2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Esra Tokes  
.....  
Jüri Başkanı  


Yrd. Doç. Dr.  
Ömer K. Morgül  
.....  
Üye  


Prof. Dr. İ. Hakkı Çelikoğlu  
.....  
Üye  


**T.C.**  
**SAKARYA ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YALIN ÜRETİM SİSTEMİNİN OTOMOTİV**  
**SEKTÖRÜNDE UYGULANMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**End.Müh. Serkan ÇOBANOĞLU**

**Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**Enstitü Bilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**Bu tez .. / .. /2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.**

.....  
**Jüri Başkanı**

.....  
**Üye**

.....  
**Üye**

## **ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR**

Günümüz şirketlerinin sektörlerinde kalıcı ve başarılı olabilmesi, müşteri taleplerine hızlı bir şekilde cevap verebilmek ve yüksek kalitede düşük maliyetli ürünler sunabilmekten geçiyor. Sektörde söz sahibi firma olmak için tüm israf kaynaklarını ortadan kaldırmak ve etkin bir iş akışı gerçekleştirmek, tüm yöneticilerin hedefi olmalıdır. Yalın üretim felsefesinin ulaşmaya çalıştığı hedef de tam olarak budur. Ülkemizin ve dünyanın içinde bulunduğu ekonomik koşullar ve rekabet ortamı, verimlilik ve kalite artışını zorunlu kılmaktadır. Verimlilik artışının sağlanması, yeni makinelere yatırımlar yapma veya işçi alımı gibi maliyet arttıran yöntemlerin yanı sıra, ek bir yatırım maliyeti gerektirmeyen üretim ve yönetim sistemine bir takım yeniliklerin uygulanması ile de mümkündür.

Bu çalışmada yalın üretim ve yalın üretim teknikleri araştırılmış ve yalın üretim uygulamasının bir treyler sektöründe sağladığı kazançlardan bahsedilmiştir.

Tez çalışmam sırasında yardım ve desteğini esirgemeyen tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Esra TEKEZ hocama, aileme, arkadaşlarıma, nişanlım Av. Halise KOCABAŞ'a ve çalışmakta olduğum şirketteki yöneticilerim ve çalışma arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

# İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	x
SUMMARY.....	xi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
YALIN ÜRETİM.....	3
2.1. Yalın Üretimin Tarihsel Gelişimi.....	3
2.2. Yalın Üretim Kavramı.....	5
2.3. Yalın Üretimin Özellikleri.....	6
2.4. Yalın Üretimin Diğer Üretim Sistemleri ile Karşılaştırılması .....	9
2.4.1. İtme ve çekme sistemleri arasındaki farklar .....	10
2.4.2. Neden stoksuz çalışma.....	12
2.5. Değer ve İsrar Kavramları.....	14
2.6. Yalın Düşünceye Geçiş.....	15
2.6.1. Değerin tanımlanması.....	17
2.6.2. Değer akış yollarının tanımlanması.....	17
2.6.3. Değer akışının sağlanması.....	18
2.6.4. Çekme sisteminin sağlanması.....	19

2.6.5. Mükemmellik.....	19
2.7. Yalın Üretimde Değer Akış Haritalama.....	20
2.7.1. Değer akış haritası oluşturma.....	22
<b>BÖLÜM 3.</b>	
<b>YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİ.....</b>	<b>28</b>
3.1. Tam Zamanında Üretim (JIT).....	28
3.2. Kanban.....	28
3.2.1. Kanban çeşitleri.....	29
3.3. Tek Parça Akışı.....	30
3.3.1. Tek parça akış sisteminin uygulanması.....	31
3.4. Bir Dakikada Kalıp Değişimi (SMED).....	32
3.5. Jidoka (Otonomasyon).....	33
3.6. Poka-Yoke.....	35
3.6.1. Yalın üretimde poka-yoke yöntemleri.....	36
3.7. Toplam Verimli Bakım (TVB).....	37
3.8. Kaizen.....	38
3.8.1. Yalın üretimde kaizen.....	39
3.8.2. Kaizen süreci.....	41
3.8.3. Kaizenin kararları.....	43
3.9. 5S.....	43
3.9.1. 5S'in faydaları.....	43
3.9.2. 5S adımları.....	44
3.10. Yalın Üretim Çalışmaları.....	47
<b>BÖLÜM 4.</b>	
<b>YALIN ÜRETİM SİSTEMİNİN UYGULANMASI.....</b>	<b>51</b>
4.1. Firma Hakkında Kısa Bilgi.....	51
4.2. Mevcut Durumun İncelenmesi.....	51
4.2.1. Ürün tipinin seçilmesi.....	51
4.2.2. Proses akışı.....	52
4.2.3. Mevcut durum değer akış haritası.....	53
4.3. Uygulama Yapılacak İstasyonların Seçimi.....	58

4.4. Platform İstasyonlarında Yapılan Hat Dengeleme Çalışması.....	58
4.5. Tamamlama İstasyonunda Yapılan Kaizen Çalışması.....	62
4.6. Şasi Çatım İstasyonunda Yapılan Yürüme – Taşıma Zamanlarının Azaltılması Çalışması.....	84
BÖLÜM 5.	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	94
KAYNAKLAR.....	96
ÖZGEÇMİŞ.....	99

## **SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ**

FIFO	: İlk giren ilk çıkar
HRM	: İnsan kaynakları yönetimi
JIT	: Tam zamanında üretim
PUKÖ	: Planla-Uygula-Kontrol et-Önlem al
SMED	: Bir dakikada kalıp değişimi
TVB	: Toplam verimli bakım
TKY	: Toplam kalite yönetimi
VSM	: Değer akış haritalama



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Değer akış haritalandırma adımları.....	21
Şekil 2.2.	Değer akış haritalamada temel şekiller.....	24
Şekil 3.1.	Çekme kanbanı akışı.....	29
Şekil 3.2.	Pukö döngüsü.....	41
Şekil 3.3.	5S adımları.....	45
Şekil 4.1.	Firmada üretilmekte olan ürün tipi dağılımı.....	52
Şekil 4.2.	Mevcut durum değer akış haritası.....	53
Şekil 4.3.	Mevcut durum akış süreleri.....	54
Şekil 4.4.	Kaynaklı imalat hattı mevcut durum değer akış haritası.....	55
Şekil 4.5.	Kaynaklı imalat istasyonları işlem süreleri.....	55
Şekil 4.6.	Boyahane hattı mevcut durum değer akış haritası.....	56
Şekil 4.7.	Boyahane istasyonları işlem süreleri.....	56
Şekil 4.8.	Montaj hattı mevcut durum değer akış haritası.....	57
Şekil 4.9.	Montaj hattı istasyonları işlem süreleri.....	57
Şekil 4.10.	Döndürme fikstürü.....	59
Şekil 4.11.	Platform istasyonları mevcut akış süreleri.....	60
Şekil 4.12.	Platform (ters) ve platform (düz) istasyonlarına paralel istasyon kurulduğu durumdaki akış süreleri.....	60
Şekil 4.13.	Platform (döndürme) istasyonuna paralel istasyon kurulduğu durumdaki akış süreleri.....	61
Şekil 4.14.	Platform (döndürme) istasyonuna paralel istasyon kurulup iş dengeleme yapıldığı durumdaki akış süreleri.....	61
Şekil 4.15.	Platform istasyonları hat akışı dengeleme uygulaması sonrası kaynaklı imalat işlem süreleri.....	62
Şekil 4.16.	Tamamlama istasyonunda yapılan işlerin dağılımı .....	64
Şekil 4.17.	Balık kılçığı diyagramı.....	65

Şekil 4.18.	Dolap bağlantı köşebenti puntalama operasyonu.....	67
Şekil 4.19.	Bisiklet korkuluğu bağlantı köşebenti puntalama operasyonu.....	67
Şekil 4.20.	Kapı kolu tutacağı bağlantı köşebenti puntalama operasyonu.....	68
Şekil 4.21.	Sürgülü merdiven bağlantı köşebenti puntalama operasyonu.....	68
Şekil 4.22.	Katlanır merdiven bağlantı köşebenti puntalama operasyonu.....	69
Şekil 4.23.	Fren tesisatı bağlantıları puntalama operasyonu.....	69
Şekil 4.24.	Karkas U bağlantı parçası puntalama operasyonu.....	70
Şekil 4.25.	Stepne bağlantı köşebenti puntalama operasyonu.....	70
Şekil 4.26.	Kablo kancası puntalama operasyonu.....	71
Şekil 4.27.	Kırmızı bölgeye ayrılan malzemeler.....	73
Şekil 4.28.	Mevcut durumdaki düzensizlikler.....	73
Şekil 4.29.	Temizlik görüntüleri.....	74
Şekil 4.30.	5S öncesi ve sonrası görüntüler.....	75
Şekil 4.31.	Temizlik bölgeleri.....	77
Şekil 4.32.	Kaizen öncesi ve sonrası tamamlama istasyonunda yapılan işlerin dağılımı.....	82
Şekil 4.33.	Ekip değerlendirmesi.....	83
Şekil 4.34.	Fikstür ve stok sehpası.....	85
Şekil 4.35.	Çapraz konumlu fikstür yerleşimi.....	85
Şekil 4.36.	Çapraz konumlu fikstür yerleşiminin getirdiği çalışma zorlukları.	36
Şekil 4.37.	Puntalama sonrası araçların vinç ile taşıma mesafesi.....	37
Şekil 4.38.	Fikstürlere yapılan cep yerleşimler.....	88
Şekil 4.39.	Çift sıra yerleştirilen fikstürler.....	88
Şekil 4.40.	Döndürme fikstürleri yerleşimi.....	89
Şekil 4.41.	Hazırlık istasyonları taşıma uygunsuzlukları.....	90
Şekil 4.42.	Kros taşıma aracı.....	91
Şekil 4.43.	Arka televre taşıma aracı.....	91
Şekil 4.44.	King pin bölgesi taşıma aracı.....	92
Şekil 4.45.	Uygulamalar sonrası kaynaklı imalat hattı değer akış haritası.....	92

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1.	Yalın üretimin kitle üretimiyle karşılaştırılması.....	9
Tablo 2.2.	İtme ve çekme sistemi arasındaki farklar.....	10
Tablo 4.1.	Tamamlama istasyonu zaman etüdü.....	63
Tablo 4.2.	Kaizen planı.....	64
Tablo 4.3.	Neden neden analizi.....	65
Tablo 4.4.	Çözüm planları.....	66
Tablo 4.5.	Kırmızı bölge malzeme listesi.....	72
Tablo 4.6.	5S bölge temizlik ve bakım kontrol formu.....	78
Tablo 4.7.	5S ve güvenlik kontrol formu.....	79
Tablo 4.8.	Uygunsuzluk önlem planı formu.....	80
Tablo 4.9.	Uygulamalar sonrası tamamlama istasyonu operasyonlarının zaman etüdü .....	81
Tablo 4.10	Kaizen Uygulamasının Maliyet Analizi.....	83
Tablo 4.11.	Kaizen çalışması toplantı takip tablosu.....	84
Tablo 4.12.	Yürüme-taşımaların maliyet karşılıkları.....	87
Tablo 4.13.	Uygulamalar sonrası yürüme-taşımaların maliyet karşılıkları....	89

## ÖZET

Anahtar kelimeler: Yalın, yalın üretim, Kanban, 5S, Kaizen

1950 yıllarında Japonya’da Toyota Motor şirketi tarafından geliştirilen yalın üretim sistemi, en az kaynakla, en kısa zamanda, en ucuz ve hatasız üretimi müşteri talebine bire bir uyacak şekilde en az maliyetle gerçekleştirebilme arayışının sonucu olarak doğmuş bir sistemdir. Bu sistem 1970’li yıllarda yaşanan ekonomik durgunluk ve petrol krizi dönemine kadar dünya otomotiv sanayinin gerçek anlamda dikkatini çekmemiştir. Ancak zaman içerisinde bu teknikler yalın felsefeyi doğurmuş, bu felsefe de, otomotiv sektöründen dışa açılarak elektronik ve beyaz eşya sanayisine, tekstil sanayisinden, plastik ve metal işleme, tarım ve hayvancılık sektöründen, hizmet sektörüne üretimin olduğu her alanda kabul görmüştür.

Çalışmanın ilk üç bölümünde yalın tarihi, yalın kavramları ve tanımları, yalın düşünce, yalın üretim teknikleri farklı bakış açılarıyla tanımlanmış ve açıklanmıştır. Dördüncü bölümde treyler fabrikasında yapılan uygulama anlatılmıştır. Çalışmanın son bölümü yalın uygulamasının sonuçlarını göstermektedir.

# **LEAN MANUFACTURING SYSTEM IMPLEMENTATION IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY**

## **SUMMARY**

Key words: Lean, lean manufacturing, Kanban, 5S, Kaizen

Near the 1950's, The Lean Production System that developed by Toyota Motor Company in Japan, is the system that was come into being as a consequences of searching that aims for the production, in the shortest time, with the minimum resources, the cheapest and faultless production compatible with consumer's request with the least cost. This system did not attract attention of the World Automotive Industry until the economic stagnation and petrol crisis in 1970. However, in the course of time these techniques gave birth to lean philosophy, and this philosophy opened out from auto industry and accepted in all sectors spreading electronic and household goods, textile industry, plastic and metal processing, agriculture and stock-breeding, service sector and many others.

In first three section of this study, lean history, lean concepts and definitions, lean thinking, lean manufacturing techniques are defined and explained in terms of different aspects. The fourth section narrates the application to the trailer factory. The last section of the study shows conclusion of lean implementation.

## **BÖLÜM 1. GİRİŞ**

Bir işletmeye girdi olarak katılan başlıca üretim kaynakları; toprak, emek, sermaye ve girişimdir. Üretim ile bu girdiler ürün veya hizmete dönüştürülür. Ayrıca, yönetim ve kontrol de bu etkinliklerin düzenlenmesini ve yürütülmesini sağlar. Amacı; bir işletmenin elinde bulunan malzeme, makine ve insan gücü kaynaklarının istenilen kalite ve sürede en düşük maliyetle bir araya getirilmesi, yani; kalite, miktar, zaman ve maliyet parametrelerinin en uygun şekilde kullanımını sağlamaktır [1].

Günümüzde müşteri kavramı yeni bir boyut kazanmıştır. Müşteriler artık daha kaliteli ürünleri daha ucuza temin edebilmenin yanı sıra, kullandıkları ürünlerin kendilerine özgü olmasını da istemektedirler. Bu gelişmeler işletmeleri, ürünleri müşteri zevk ve tercihlerine uygun olarak etkin ve verimli bir şekilde üretebilecek yeni üretim stratejilerini ve teknolojilerini kullanmaya zorlamaktadır. Günümüz üretim sistemlerinde etkin ve verimli bir şekilde çalışan yeni nesil üretim stratejilerinin ön plana çıkmasının nedeni, bu üretim sistemlerinin müşteri zevk ve tercihlerini çok kısa sürede karşılayabilmeleridir. Bu üretim yöntemlerinden en önemlisi ve en başarılısının Yalın Üretim (Lean Production) olduğu kabul edilmektedir.

Yalın üretimin temeli Toyota Üretim Sistemi'dir. Toyota Üretim Sistemi, 1950'li yıllarda Toyota Motor Şirketi'nin içinde bulunduğu sorunların bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Şirketin o yıllardaki Başkan Yardımcısı Taiichi Ohno, seri üretimin himayesi altında faaliyet gösteren diğer Batılı ve Amerikan otomobil üreticileri ile rekabet edebilmek için çıkış noktaları aramış ve sonuçta başarıya ulaşmıştır. Toyota Motor Şirketi'nde ortaya çıkan bu yeni üretim metotlarının kısa sürede diğer Japon işletmeleri tarafından da kullanılması sonucu, Japon ürünleri uluslararası piyasalarda kendini kabul ettirmiştir. Ford'da 20. yüzyılın başlarında uygulanmaya başlayan seri

Üretim modeli, aynı yüzyılın ortalarında, yine aynı sektörde bu kez Toyota' da yerini sürekli gelişme modeline bırakmıştır [2].

Bu çalışmada; yalın üretim kavramı, yalın üretim tarihsel gelişimi, değer akış haritalandırma, yalın üretim teknikleri detaylı olarak anlatılmış, yalın üretim konusunda yapılan çalışma örnekleri incelenmiş ve yalın üretim sisteminin treyler sektöründe uygulanması ve uygulamalar sonucu firmanın kazançlarından bahsedilmiştir.

## **BÖLÜM 2. YALIN ÜRETİM**

### **2.1. Yalın Üretimin Tarihsel Gelişimi**

20'nci yüzyılın başlarına kadar dünyada “emek – sanat bağımlı üretim yöntemi” kullanılmıştır. Emek sanat bağımlı üretim sisteminde çok iyi eğitilmiş vasıflı işçiler, basit ve çok amaçlı araç – gereçler ile müşterinin isteğine göre üretim gerçekleştirirler. Bu üretim biçiminin özellikleri genellikle otomobil imalatı yapan firmalarda belirgin olarak görülmüştür.

Üretimde maliyetlerini düşürerek geniş kitlelere yayılmak amacıyla; I. Dünya Savaşından sonra Henry Ford ve General Motors'tan Alfred Sloan, dünya otomotiv sanayisini yüzlerce yıldır Avrupalı firmaların öncülüğünde yürüten emek-sanat ağırlıklı üretim tarzından “seri üretim” çağına taşımışlardır. 1920 yılından sonra ise Henry Ford ve Alfred Sloan, belirli konularda yetişmiş profesyonellerin, mühendisler ile vasıfsız veya az vasıflı işçi kullanarak pahalı ve tek amaçlı makinelerle üretim yapılması anlamına gelen yığın ( kitle ) üretim yöntemini geliştirmişlerdir. Bunun sonucu olarak Amerika Birleşik Devletler kısa sürede dünya ekonomisinde ilk sırayı almıştır [3].

Yalın üretim, Japonların II. Dünya Savaşı sonrasında içinde buldukları ekonomik şartlarda ortaya çıkmış bir anlayıştır. Savaştan sonra, sınırlı olan doğal kaynaklara, işgücü ve sermaye kaynaklarının da yetersizliği ilave edilince Japonya, iktisadi varlığını devam ettirebilmek için kaynakları mümkün olan en düşük maliyetle kullanmayı öğrenmek durumunda kalmıştır. Bir felsefe olarak da ifade edilen yalın üretimin ortaya çıkışında bu tür ihtiyaçlar önemli yer tutmaktadır.



Yalın üretim ve yönetim sisteminin temel ilkeleri, ilk kez 1950'lerde Toyota ailesinin bireylerinden mühendis Eiji Toyota ve beraber çalıştığı mühendis Taichi Ohno'nun öncülüğünde, Japon Toyota firmasında atılmıştır. Bu ikili Eiji Toyota'nın 1950'de Ford firmasını incelemek üzere Amerika'ya yaptığı gezisinde edindiği bilgilerin de ışığında Ford'un, yüzyılın başlarından itibaren öncülük ettiği kitle üretim sisteminin Japonya için hiç de uygun olmadığına karar vermişlerdir ve bu karar yepyeni bir üretim ve yönetim anlayışının ilk adımlarının atılmasına yol açmıştır.

Toyota dehaları, sistemin bütününe incelemeleri sonucu şu yargıya varmışlardır: Kitle üretim sistemi, esneklikten yoksundur, katı bir hiyerarşiye dayanmaktadır ve kitlelilik israfı içermektedir. Ancak tüm bunlar 1950'lerde, farklılaşmamış ama geniş, yani kısıtlı tipte aracın çok sayıda satılabileceği, çoğunluğunu elinde harcayacak parası olan orta sınıfın oluşturduğu henüz doymamış bir pazardır. Şirketlerde zaman içinde büyük sermayeler birikmiştir ve rekabet düşüktür. Otomobil piyasasında sadece üç firma çekişmektedir. Dolayısıyla kitlelilik ve israf, şirketlerce bir sorun olarak algılanmadığı gibi, tersine aşırı iş bölümüne ve her şeyin bonkörce kullanılmasına dayalı bu sistemde, üretim adetleri olabilecek en yüksek düzeyde tutulabildiği ve pahalı makineler uzun vadede tam kapasite kullanılabildiği sürece ölçek ekonomilerine ulaşılmakta, yani birim maliyetler çok düşük tutulabilip, karlar azami düzeye çıkabilmektedir.

Japonya'da rekabet Amerika'ya göre çok daha yüksektir. Bu koşullarda Japon üreticileri için adanmış işçi ve makineler topluluğu ile kısıtlı tipte araçtan yılda milyonlarca üretmek mantıklı değildir. Tam tersine 1950'ler Japonya'sında üreticilerin gündeminde olan aynı anda üreticilerin gündeminde olan aynı anda farklı tip araçları hem de her birinden çok düşük sayıda üretip yine de rekabet ve halkın gelir düzeyi dolayısıyla düşük maliyet tutturma zorunluluğudur. Üretim adetlerindeki sınırlılık ve sermaye birikiminin yetersiz oluşu dolayısıyla çok daha az sayıdaki üretim faktörünü esnek ve etkin kullanmanın yollarını bulmaktır. Üretimi, maliyeti arttırıcı tüm etkenlerden, tüm gereksizliklerden arındırmaktır [4].

İlk olarak Toyota firmasında uygulanmaya başlanan yalın üretim tekniklerinin önemi, 1971 petrol krizi sonrasında diğer Japon işletmelerince de anlaşılmış ve yalın

üretim ülke genelinde uygulama alanı bulmuştur. Bu felsefeye dayalı üretim 1980'lerin başından itibaren Amerika ve Avrupa'da da uygulanmaya başlanmış ve hızla bütün dünyaya yayılmıştır. Yalın üretim anlayışı dört prensip üzerine kuruludur. Bu prensipler; Sıfır kayıp, Kusursuz ilk ürün kalitesi, Esnek üretim hatları ve Sürekli gelişme olarak sıralanabilir [5].

## **2.2. Yalın Üretim Kavramı**

Yalın üretim; yapısında hiçbir gereksiz unsur taşımayan ve hata, maliyet, stok işçilik, geliştirme süreci, üretim alanı, fire, müşteri memnuniyetsizliği gibi unsurların en aza indirildiği üretim sistemi olarak tanımlanmaktadır [6].

Yalın üretimin ana stratejisi; hızı artırıp, akış süresini azaltarak, kalite, maliyet, teslimat performansını aynı anda iyileştirmektir. Yalın üretim, müşteri ihtiyaçları doğrultusunda malzeme veya bilgiyi dönüştüren veya şekillendiren ve katma değer yaratan faaliyet ile zaman ve kaynak kullanan, ancak ürün üstüne müşteri ihtiyaçları doğrultusunda değer ilave etmeyen ve katma değer yaratmayan faaliyeti ayırt etmeye yarar.

Tam zamanında üretimin getirdiği yalın düşünce kapsamında üretimde israf kavramını detaylandırırsak; talep yokken üretilen ve envanterde biriken ürünler, yeniden işlenmeyi gerektiren hatalı ürünler, gerekli olmayan süreç aşamaları, çalışanların ve ürünlerin gerekmediği halde bir yerden başka bir yere nakledilmesi, önceki aşamalarda zamanında tamamlanamayan işlemler nedeniyle boş bekleyen işçiler ve müşterinin beklentilerini karşılamayan ürün ve hizmetler olarak ifade edebiliriz. Yalın üretimin amacı, israfa yol açan unsurları yok etmek veya bu unsurları en aza indirmektir [7].

Seri üretim ile yalın üretim arasındaki en çarpıcı farklılık onların amaçlarında yatmaktadır. Seri üreticiler kendilerine, "Yeterince iyi" şeklinde ifade edilen sınırlı bir hedef tayin etmektedirler. Bu da, "kabul edilebilir sayıda bozuk mallar, azami seviyede kabul edilebilir stoklar, düşük seviyeli standardize edilmiş ürünler" anlamına gelir. Daha iyisini yapmak onların ileri sürdükleri fikre göre çok pahalıya

mal olacaktır veya insanların doğal yeteneklerini asacaktır. Buna karşılık yalın üreticiler ise, kesin olarak kusursuzluğu hedef almışlardır; devamlı düşen maliyetler, sıfır bozuk mal, sıfır stok ve sonu gelmeyen ürün çeşitliliği gibi. Tabii hiçbir yalın üretici bu ütopyaya ulaşmamıştır ve belki de hiçbir zaman ulaşamayacaktır. Fakat sonu gelmeyen mükemmellik arayışı sürpriz değişikliklerle üretime devam edeceklerdir.

Üretim alanında faaliyet gösteren Japon şirketleri tarafından öncülüğü yapılan “üretim yönetimine” ilişkin politikaların Avrupa’daki bütün endüstrilerde uyumlaştırılması sonucu yalın üretim, diğer ülkelerde de uygulanır hale gelmiştir. 1990’larda dünya üzerindeki birçok üretici firma, “küresel rekabeti artırıcı bir strateji” olarak yalın üretimi benimserken, bazı firmalar yalın üretimi uygularken bir takım zorluklarla karşılaşmışlar ancak yine de bu sistemi gerçekleştirmek için çabalamaktadırlar. Yalın üretim, her biri üretim sisteminin özel bir alanı ile ilgisi bulunan sekiz ilkedен oluşmaktadır [8]:

1. Gereksiz unsurların elenmesi
2. Sıfır hata
3. Sıralı bir süreç
4. Çok fonksiyonlu takımlar
5. Hiyerarşik kademelerin azaltılması
6. Takım liderliği
7. Yatay bilgi sistemleri
8. Sürekli iyileştirme

### **2.3. Yalın Üretimin Özellikleri**

Yalın üretim, yalın organizasyon ve yalın yönetim kavramları son yıllarda sıkça kullanılmaktadır. Genel olarak bir mekanizmanın ya da düzenin yalın olması onun hantal olmadığını ifade eder. Yalın bir düzen sadece işlevsel olmak için ihtiyaç duyduğu unsurlara sahip olan, hantallığa ve yavaşlığa neden olan unsur ve işlevlerden arındırılmış, gereksiz yük, külfet taşımayan gereksiz enerji ve zaman harcamayan bir düzendir. Bir düzenin yalın olması onun basitleştirilmiş olması

anlamına gelmez. Ekonomik, teknik veya örgütsel boyutları ile incelenmiş bir düzen olduğuna işaret eder.

Yalın bir düzen fazla işlerden, iş aşamalarından ve işlemlerden arındırıldığı veya daha hızlı hareket kabiliyeti kazandığı, gereksiz kaynak, hareket ve zaman israfına yol açmadığı için de nispeten daha düşük maliyetle işleyen bir düzendir. Üretim düzeninin yalın olması, bu düzenin gereksiz yüklerden arındırılmış olmasını; üretim faktörleri, hareket ve zaman israflarının en düşük seviyeye indirilmiş olmasını ifade eder.

Yalın üretim yalındır çünkü seri üretimle kıyaslandığında her şeyin daha azını kullanır. Ayrıca yerinde ihtiyaç duyulan stokların yarısından azını bulundurması gerekir, çok daha az bozuk mal çıkar ve gittikçe de artan çeşitlilikte ürünler üretilir.

Yalın üretim mal akışını hızlandırabilmek için ara stokları sıfırlamayı hedefler. İhtiyaç doğmadan hiçbir zaman üretim yapılmaz. Gerekirse işçilerin yaptığı üretimi ve makine kapasitesi kullanım oranında fedakârlık eder.

Yalın üretimde “ilk defada doğru sonuç” elde etmek için bir altyapı oluşturulur. Bu amaçla geliştirilmiş ve operatörler tarafından dahi kolay uygulanabilen istatistiksel problem çözme teknikleriyle, olayların oluşumu tesadüflerden kurtarılıp, tahmin edilebilir şekle getirilir.

Yalın üretimde doğrudan işçilikler en aza indirilir. Esasen sabit giderlerin tüm kalemleri ile mücadele edilir. Örneğin çok yönlü eğitim verilen işçiler her işi yapabilir duruma getirilir. Böylece süreç gereği çalışmayan makinelerin işçileri diğer faal makinelere kaydırılabilir ya da aynı işçiler makine-parti değişimim gibi işlerde de görevlendirilebilirler.

Yalın üretimle ilgili tüm çalışmalara baktığımızda, hemen herkesin yalın üretimin sanayi örgütlenmesine yeni bir soluk getirdiği, hatta dünyanın en iyi uygulaması olarak kabul edilmesi gerektiği doğrultusunda hemfikir olduklarını görmek mümkündür. Ne var ki, yalın üretim en iyi uygulama olarak kabul edilirken, birçok

kez dar anlamıyla üretim olayına kazandırdığı teknikler ön plana çıkartılmakta, sistem sadece bir teknikler bütünüymiş gibi sunulmaktadır. Hiç kuşkusuz, yalın üretimi yalın üretim yapan en önemli etkenlerden biri üretim olayına kazandırdığı özgün tekniklerdir. Ancak ünlü Japon uzmanlar Shingo ve Monden'in de vurguladıkları gibi, yalın üretimin göz ardı edilemeyecek kadar önemli bir başka boyutu daha vardır ki, sistemin temel dayanağı aslında bu boyutunda gizlidir. O da yalın üretimin, içinde yer alan her kesimi, aktörü ya da tarafı aynı anda memnun etmesi, kitle üretiminin tersine, herkesin kazanmasını sağlayabilecek güçlü bir potansiyele sahip olmasıdır [9].

Tipik bir yalın üretim modeli özellikleri şunlardır;

- Tam zamanında üretim,
- Değer katmayan gereksiz taşımaların ortadan kaldırılması,
- Takt zamanına uygun akış ve
- Dengeli işler.

Hattaki bütün istasyonlar aynı ritimle ilerlemelidir [10]. Bu özelliklere göre çalışan bir yalın üretim sistemi ise aşağıdaki nitelikleri sergiler [11]:

1) Toplamdır. Çünkü firmanın tüm hiyerarşik kademelerinde çalışanların katılımını, hedef ve fikirlerinin birliğini içerir. Firmanın tüm alan ve faaliyetlerine uygulanır.

2) Kalitedir. Çünkü yönetim ve çalışanlar tarafından yapılan işlerin kalitesini kapsar. Ürün veya hizmet kalitesini kapsar.

3) Kontrolüdür. Çünkü hataların ayıklanması yerine hata yaratan faktörlerin belirlenmesini, ana noktaların kontrolünü, hataların tekrarlanmasını önlemeye yönelik sistemlerin geliştirilmesini, uygulamaların mutlaka yerinde incelenmesini, tüm verilerin sağlıklı, sayısal ve görsel olarak ifade edilmesini içerir.

## 2.4. Yalın Üretimin Diğer Üretim Sistemleri ile Karşılaştırılması

Yalın üretim; işletmede gereksiz aşamaları elimine etmek, sürekli akan faaliyetlerin tüm aşamalarını sıraya dizmek, işleri ile ilgili çapraz fonksiyonel ekiplerde yeniden kombine etmek ve iyileşme için sürekli faaliyetlerde bulunmaktır. Ürün tasarımında, fabrika organizasyonunda ve işletilmesinde, ikmal zincirinin koordinasyonunda, müşteri ilişkilerinde, yönetim kademelerinde vs. yalın üretimin fonksiyonel anlamda çalışan öğeleri vardır. Bu nedenle yalın üretim; gerçekte liderlik, ekip çalışması, iletişim gibi yönetsel konularla yakından ilişkilidir.

Çalışanların üretim ve yönetime katılmasının büyük önem taşıdığı yalın üretim; kalite çemberlerinin oluşturulmasını gerektirir. Aynı alanda çalışan ve düzenli aralıklarla toplanarak kendi işleriyle ilgili sorunları çözmeye çalışan bu çalışma grupları yalın üretim felsefesinin köşe taşlarının bir diğerini oluşturmaktadır. Aşağıda Tablo 2.1’de yalın üretim ile kitle üretimin karşılaştırılması verilmiştir [11].

Tablo 2.1. Yalın üretimin kitle üretimiyle karşılaştırılması [11]

	<b>KİTLE ÜRETİMİ</b>	<b>YALIN ÜRETİM</b>
<b>Müşteri Tatmini</b>	Mühendislerin istediği; büyük miktarda ve istatistiksel olarak kabul edilebilir bir kalite seviyesinde üretim	Müşterilerin istediği; sıfır hata, zamanında ve sipariş ettikleri miktarda üretim
<b>Liderlik</b>	Yetkililerin komutasında ve baskıyla sağlanan bir liderlik	Geniş vizyon ve geniş bir katılımı sağlanan bir liderlik
<b>Organizasyon</b>	Bireycilik ve askeri tip bürokrasi	Takım bazlı operasyonlar ve düz hiyerarşiler
<b>Dış İlişkiler</b>	Ücrete dayalı	Uzun dönemli ilişkilere dayalı
<b>Bilgi Yönetimi</b>	Müdürler tarafından ve yine kendileri tarafından üretilen soyut raporlara dayalı, zayıf bilgi yönetimi	Tüm personel tarafından sağlanan görsel kontrol sistemine dayalı, zengin bilgi yönetimi
<b>Kültür</b>	Sadakat kültürü ve itaat; yabancılaşma ve çalışanların çekişmesinin alt kültürü	İnsan kaynaklarının uzun dönemli gelişimine bağlı uyumlu bir kültür

Tablo 2.1. (Devamı)

<b>Üretim</b>	Büyük ölçekli makineler, fonksiyonel çıktı, minimal yetenek, uzun üretim periyotları, büyük envanter	İnsan ölçekli makineler, hücre tipi çıktılar, çoklu yetenek, tek parça akış, sıfır envanter
<b>Bakım</b>	Bakım uzmanları tarafından yapılan bakım	Üretim, bakım ve mühendislikte ekipman yönetimi
<b>Mühendislik</b>	Müşterilerden gelen az bir katkı, üretim gerçeklerine çok az uyan izole edilmiş deha	Müşterilerden gelen büyük katkı, ürün ve üretim prosesinin dizaynının sürekli gelişimi, takım bazlı model

Yalın olmayan organizasyonlarda stok düzeyi yüksek, istasyonlar arasında bekleme süreleri fazladır ve büyük parti miktarlarıyla ürünler işlenmektedir. Bu tip işletmelerde operatörlerin iyileştirici önerileri pek dikkate alınmaz ve operatörler sürekli monoton bir şekilde kendilerine verilen işler yaparlar, moral seviyeleri düşüktür. Yalın üretimler ise maliyet ve verimlilik hedefleri yerine sürekli müşteri odaklıdır. Çalışanlarını, işini belirli olan zamanında yapmasından öte kaizen (sürekli iyileştirme) çalışmalarına odaklar [12].

#### 2.4.1. İtme ve çekme sistemi arasındaki farklar

İtme ve çekme sistemleri arasındaki farklar [13] Tablo 2.2’de verilmiştir.

Tablo 2.2. İtme ve çekme sistemleri arasındaki farklar [13]

<b>İTME SİSTEMİ</b>	<b>ÇEKME SİSTEMİ</b>
Üretim, gelecekteki talep tahminine göre yönlendirilir.	Üretim, mevcut talebe göre yönlendirilir.
Talepteki değişimler, aşırı ve ölü stoğa neden olmaktadır.	Talepteki değişimler, sonraki prosesten öncekine aktarılabilir.
Oluşabilecek hatalara yönelik emniyet stokları oluşturulur.	Hatalar oluşmadan önlenmesi için emniyet stoğuna gerek yoktur.
Prosesler arası bilgi akışı hızlıdır.	Prosesler arası bilgi akışı yavaştır.

Nahmias (2005), itme sistemi olan MRP ile çekme sistemi olan JIT arasındaki karşılaştırmayı şöyle yapmışlardır:

1. MRP ve JIT üretim kontrolü için temelde farklı sistemlerdir. Malzeme tedarikçisinde sorun olması ve hat durması halinde JIT hemen tepki verirken MRP bunu yapmaz. Talepler yakın bir zamanda önemli ölçüde değişiklik göstereceği zaman ise MRP daha avantajlıdır.

2. Çoğu üretim sistemlerinde gerçek anlamıyla JIT uygulaması mümkün değildir. Tedarikçiler, malzemelerin katı bir takvime göre teslim edilmesi için yeterli yakınlıkta olmayabilir. Ürün talepleri, bu durumu göz ardı edemeyecek kadar değişken olabilir. Küçük partiler halinde malzeme tedariki zor olabilir. SMED uygulamaları bazı ortamlarda mümkün olmayabilir. Hazırlık zamanları maliyetlerinin yüksek olduğu durumlarda ekonomik anlamda büyük partilerde üretim yapmak, sık değişiklik gerektiren küçük partilerde üretim yapmaya göre avantajlı olabilir.

3. Toyota, stok maliyetlerini azaltmayı ve yüksek verimlilikte yüksek kaliteli ürünler üretmeyi JIT destek tabanlı modeller oluşturarak sağlamıştır. Ancak Toyota'nın başarısında öncelikli sorumluluğun JIT'e ait olup olmadığı net değildir. Toyota'nın çalışma şekli çok boyutlu Amerikan otomobil üreticilerinden farklıdır. Bu başarı JIT'e mi yoksa diğer faktörlere mi bağlıdır? Krajewski (1987) JIT'in hangi durumlarda en avantajlı olacağını belirlemek için, JIT, MRP ve ROP (yeniden sipariş noktası) üretim ortamlarını karşılaştıran büyük ölçekli bir simülasyon geliştirdi. Krajewski'nin karşılaştırması, 36 faktörü 8 ana başlık altında toplamakta ve 1'den 5'e kadar düzeyler içermektedir. 8 ana başlık şunlardır:

- Müşteri etkisi
- Satıcı etkisi
- Emniyet stokları
- Tesis tasarımı
- Prosesler
- Stok doğruluğu, üretim parti büyüklükleri, hazırlık zamanları



– Diğer faktörler

Ortaya çıkan sonuç, JIT'in sadece uygun ortamlarda iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir. Bu faktörlerden bir ya da bir kaçını uygun olmadığında JIT kötü performans göstermiştir. ROP ve MRP de elverişli ortamlarda iyi sonuçlar vermiştir. Bu da başarının, sadece JIT ile değil, aslında uygun üretim ortamı ile geldiğini göstermektedir.

4. JIT, tedarik zincirinin her düzeyde stokları azaltmak için sürekli iyileşme felekesesi ile uygulanmalıdır. JIT, körü körüne uygulandığında tedarikçilerle ilişkilerde ve üretim hattında kötü sonuçlar doğurabilir.

5. MRP talep tahminlerini içerirken, JIT talepteki ani değişikliklere çok yavaş tepki vermektedir. Bu, kendine has JIT sistemi ile ünlü olan Toyota'nın üretim planlama ve kontrollerinde talep tahminlerini yok saydığı anlamına mı geliyor? Çok düşük bir ihtimaldir. Farklı metodolojilerle iyi tasarlanmış bir üretim planlama ve kontrol sistemi bunu anlamayı sağlar. İyileştirmeler devrimci ve sürekli olmalıdır [14].

#### **2.4.2. Neden stoksuz çalışma**

Stok, her şeyden önce zamanından önce ve gerekenden fazla üretmek, İngilizce terimiyle “overproduction” demektir.

Gerekenden önce ve fazla üretmek, gerektiğinden fazla işgücü, ekipman, mekan ve enerji kullanılması anlamına gelir. Bir başka deyişle, bir firmanın stokları ne kadar fazlaysa, firmanın işçi, ekipman, mekan ve enerji giderleri de o kadar ve gereksiz yere yüksek olacaktır. Stoklarını indirmeye çalışan çoğu firmanın kaygıları da zaten bu noktada odaklaşmaktadır.

Ünlü uzman Shigeo Shingo'nun konuya yaklaşımı ise çok daha ilginçtir. Shingo'nun bakış açısıyla, stok, üretim sürecinin tümü içinde bir “bekleme”yi ifade eder. Gerek işlenmekte olan parçaların, gerek fabrika içi atölyelerden ya da yan sanayiden gelmiş bitmiş parçaların, gerek de nihai ürünün stoklanması demek, bir yerde hiçbir işlem

görmeden “beklemeleri” demektir [9]. Oysa üretimin hangi aşamasında olursa olsun, “bekleme”, ürüne hiçbir değer katmayan, üstelik üretkenliği düşürücü, maliyetleri artırıcı, üretim sürelerini uzatıcı bir faktördür, bir israftır (muda). Örneğin bir parça, bir işlemde diğerine geçmeden 10 gün stokta bekliyorsa, ikinci işlemde sonra da üçüncü işleme geçmeden önce bir 10 gün daha stokta bekliyorsa, onun gerçek işleme süresi ne olursa olsun, nihai halini alması için geçen süre 20 gün + toplam işleme süresi olacaktır. Bu sürenin büyük bir kısmı da, sadece “beklemeyle” harcanmıştır. Zaten yalın üretimin en önemli çıkış noktalarından biri üretimin bu boyutuyla ilgilidir. Hedef, üretimi başta “bekleme” olmak üzere, ürüne değer katmayan tüm operasyon ve etkenlerden arındırmak, sadece katma değer katkısı bulunan operasyonları koruyup geliştirmektir.

Stoğun en büyük zararlarından biri de, sermaye dönüşüm hızını ve dolayısıyla karlılığı düşürmesidir. Bir firma, bugün yaptığı bir yatırımı ne kadar kısa sürede geri alabilirse, karlılığı o kadar yükselir, çünkü yatırımı üretken bir şekilde kullanmış demektir. Bir başka deyişle, bir yatırım, bir mali dönem içinde ne kadar sık gelir olarak geri dönmüşse, karlılık o kadar yüksek olacaktır. Stok da bir yatırım türüdür ve fakat bu yatırım stok süresi boyunca geri gelmeyen, ölü bir yatırımdır, dolayısıyla yalın üretime göre sadece kaçınılması gereken bir maliyet ögesi olarak algılanır.

Stoğun bir başka olumsuz yan etkisi de “fırsat maliyetleri” ile ilgilidir. Bir firma stoğa yatırdığı nakiti, örneğin bankaya ya da üretken bir başka girişime yatırmış olsa, kendine faiz ya da kar şeklinde bir getiri sağlayabilecektir. Aynı nakiti stoğa yatırmakla, bu fırsattan yoksun kalmaktadır.

Stok, gerek nihai ürün, gerek bitmiş parçalar, gerek de işlenmekte olan parçalarda hata/ıskarta oranını ve olasılığını da artırır. Stok, belli bir hata marjını veri kabul eden, benimseyen bir olaydır ve zaten konvansiyonel sistemde stoklu çalışmanın gerekçelerinden biri olarak herhangi bir aşamada bir hata keşfedildiğinde, stoktaki hatasız parça/ürünle hemen takviye edilebilme avantajı da gösterilmektedir. Dolayısıyla stok, hatasız üretimi kısıtlayıcı, hatasız üretime ulaşma çabalarını sınırlayıcı, bir başka deyişle, üretime gevşeklik getiren bir mekanizmadır.

Stok, müşteri talebinin değişkenliğini takip etme, müşteri talebine anında yanıt verme olanağını da önler, çünkü talep ne olursa olsun, stoktaki ürünün kullanılması, satılmasını, daha doğrusu müşteriye empoze edilmesini gerekli kılar. Oysa pazarın bir “satıcı pazarı” olmaktan çıkıp, bir “alıcı pazarı”na dönüştüğü yoğun rekabet koşullarında, stokla çalışmak ne kadar iyi planlama yapılırsa yapılsın firmanın üzerine risk alması demektir.

Stok, müşteri talebine yanıt verme hızını da düşürür. Bir ürünün tek bir parçasında dahi, diyelim 20 günlük stokla çalışılıyorsa, ürünün müşteriye ulaşması, talepten en az 20 gün sonra olacaktır; teknik terimle, firmanın müşteri talebine yanıt verme süresi en az 20 gün olacaktır. Bu durumda, talebi çok daha yakın zamanda karşılayabilen stoksuz çalışan firmalar müşterilere daha cazip gelecektir, çünkü müşteri diğer her koşul aynı olsa da (fiyat, kalite), siparişini kendisine en yakın zamanda ulaştırabilen firmayı tercih edecektir [9].

Ve nihayet şirketlerin stoklu çalışmalarının, özellikle enflasyonist ortamlarda ekonomilerdeki dalgalanmayı kamçılayıcı bir özelliği de vardır. Bu tür ortamlarda stok artmasının bir nedeni de, firmaların ileride fiyatların artacağı şeklindeki spekülasyon beklentileridir. Oysa arz talep yasasına göre, ürünler stokta tutulup, pazara sunulmadığında fiyatlar giderek artmakta ve bir noktada fiyat artışı talebi frenleyip, düşürmektedir. Bu durumda firmalar, üretimi durdurup, stoklarını eritmeye çalışırlar. Stoksuz çalışma, ekonomilerdeki bu dalgalanmaları da dizginleyici istikrarı teşvik edici bir özellik taşır ve bundan da sonuç olarak, sadece halk değil, firmaların kendileri de kazançlı çıkarlar [9].

## **2.5. Değer ve İsrar Kavramları**

Değer, müşteriye sunulan fayda olup, ihtiyaçları karşılayacak özelliklere sahip, tercih edilen zamanda ve yerde bulunabilen, müşterinin bedelini ödemeyi istekli olduğu ürün ya da hizmettir. Değer, müşteri tarafından tanımlanır, üretici tarafından yaratılır ve canlı tutulur. Değer yaratan faaliyetler doğrudan müşteri tatmini ile alakalıdır. Değer yaratmayan faaliyetler, müşteri tatmini de yaratmaz, sadece kaynak tüketir, israftır [15].

Bir sistemde oluşabilecek 7 büyük israf vardır [16]:

- 1) Fazla üretim: Aşırı stoğa neden olan gereğinden fazla üretim.
- 2) Arızalar: Hurda ve / veya yeniden işlemeyle sonuçlanan ve teslimat performansını etkileyen hatalı üretimler.
- 3) Gereksiz stok: Aşırı stok ve stokların getirmiş olduğu maliyetler.
- 4) Uygunsuz proses: Yanlış tasarlanmış olan araçlar, prosedürler ve sistemler.
- 5) Aşırı taşıma: Değer katmayan, zaman harcanan ve maliyet oluşturan taşımalar.
- 6) Beklemeler: Bilgi bekleme, işlem bekleme vb.
- 7) Gereksiz hareketler: Kötü işyeri organizasyonu, aşırı hareket, kötü ergonomi.

## 2.6. Yalın Düşünceye Geçiş

Ancak müşteri odaklı olan ve sürekli iyileşmeyi felsefe edinen işletmeler başarılı olabilir. Yalın düşüncenin temel odağı, israfları azaltmak ve müşteriye değer katan faaliyetlere odaklanmaktır. Bu uygulama 5 temel ilkeyi baz alır [12]:

- 1) Ürün üzerinde müşteri gereksinimlerini doğru tanımlamak
- 2) Her ürün için değer akış haritası tanımlamak
- 3) Akışı engelleyen unsurları belirlemek
- 4) Tahmine dayalı sipariş planlama yerine, müşteri siparişlerine dayalı çekme sistemi (tam zamanında üretim)
- 5) Sürekli iyileştirme ve her zaman mükemmelliğe ulaşma odaklılık

Yalın düşüncenin amacı, yalın bir üretim sistemine, yalın bir şirkete, yalın bir değer zincirine ulaşmaktır. Yönetimin ilgi merkezini değiştirerek, değer in israftan ayırt edilmesini sağlamak, organizasyonlar, teknolojiler, sabit kıymetler yerine kaynakları ürüne ve ürünü etkileyecek çalışmalara odaklamak, israflardan arınarak zenginliği yakalamaktır.

Yalın üretimin özelliği, yüksek rekabete sahip pazar ürünlerinde müşteri isteklerine hızlı cevap verebilmektir. Yalın üretim uygulaması adaptasyon kabiliyeti, kültürel

değişme, bölgesel değişme ve karakteristik değişiklikler gerekmektedir. İnsan, teknoloji ve organizasyon karakteristiklerini ve bunların ilişkileri olan etkileşimleri dikkatlice analiz etmek için bütün sistemi kapsayacak sistematik bir yaklaşıma ihtiyaç vardır. Yalına geçiş yapılırken unutulmaması gereken önemli bir nokta sistematik bir yaklaşım izlenmesidir.

Endüstriyel imalatçılar yalın felsefesini adapte etmek için uğraşmaktadırlar fakat bunu başarmak hiçte kolay değildir. Toyota'nın birçok gözlemi sistemin parça parça anlaşılmasıyla ön plana çıkmakta ve uygulamaya teşebbüs edildiğinde sistemin bazı parçalarının dışarıda kalmasından dolayı başarısızlıkların meydana geldiğidir.

Yalın üretim sadece bazı teknikler ve prensipler değil üretime yeni bir bakıştır. Bundan dolayı insanların çalışma metotlarını değiştirmek çok uzun zaman alabilir. Çünkü bu değişiklik çalışma kültüründe de değişiklikler meydana getirebilecektir. Yalın üretim her ne kadar prensip, kural, alet ve teknikler toplamı olsa da sadece bunlarla ilgili projelerde kısıtlı kalmamalıdır. Gerçek bir yalın üretime geçiş sadece projeler değil öğrenme ve tecrübe ister.

Üretim teorisi olarak yalın üretim şu üç ortak faaliyeti gerçekleştirmek olarak düşünülebilir [17].

1. Yönetim düzeyinde üretim sisteminin dizayn edilmesi
2. İstenilen hedefleri yakalamak için üretim sisteminin kontrol edilmesi
3. Üretim sisteminin geliştirilmesine liderlik etmek

Yalın yönetimin 5 temel ana prensibi vardır:

1. Değerin tanımlanması
2. Değer akışının saptanması
3. Değer akışının sağlanması
4. Çekme sisteminin sağlanması
5. Mükemmellik

Aşağıda bu 5 ana prensibin açıklaması yapılmıştır.

### **2.6.1. Değerin tanımlanması**

Değer, müşterinin ihtiyaçlarını belli zaman ve yerde belli bir fiyattan karşılayan ürün veya hizmettir. Ürün üzerine doğrudan katkı yapan, ürüne müşterinin bedelini ödemeye hazır olduğu özellik ve nitelik katan faaliyetlerdir. Yanlı ürün/hizmet üretmek kadar zamanından önce doğru ürün/hizmet üretilmesi de israftır. Bu tanım çerçevesinde değer tanımlanması için aşağıdaki yöntem uygulanmalıdır [18];

1. Belli bir müşteri gurubu belirlenmelidir.
2. Bu müşterilerle iletişime geçilmelidir.
3. Müşterilerin üründe olmasını istediği özellikler belirlenmelidir.
4. Mevcut üretim kaynakları engel olarak görülmemelidir.
5. Ürünle ilgilenecek özel ekipler oluşturulmalıdır.
6. Ürüne ait birim maliyet belirlenmelidir.

Değeri, üretici oluşturur. Müşteri açısından üreticilerin varoluş nedeni budur. Ancak klasik kitle üretimi organizasyonlarında üreticiler, değeri doğru tanımlayamamaktadırlar. Mevcut yaklaşımlara göre yalınlaşma eğiliminde olan organizasyonlar bu tip bir iyileştirme ivmesinin yeterli olmadığını fark etmişlerdir. Daha ileriye uzanan bir sıçramayı başarabilmek için, kavramdan piyasaya, sipariştten teslimata, hammaddeden müşterinin elindeki ürüne kadar uzanan değer akışına bir kanal oluşturabilmek üzere firmaların, fonksiyonlarının ve kariyerlerin rolleri hakkında tamamen yeni bir düşünce biçimine ihtiyaç vardır [17].

### **2.6.2. Değer akış yollarının tanımlanması**

Değer akışı, spesifik ürünü üç kritik süreçten geçirmek için gereken fiili işlerden oluşur. Yalın üretim, sisteme bir bütün olarak bakar. Sistemde değer oluşturmayan (israf) süreçlerin ortadan kaldırılması esastır. Ürün bazında değer akış yollarının tanımlanması için önce değer akış yolları haritalandırılır. Sonra akış yolu üzerindeki israflar tespit edilir ve israf olan süreçler ortadan kaldırılır.

Değer akış analizi;

- Malzeme ve bilgi akışını görmeyi ve anlamayı sağlayan görsel bir Yalın Üretim tekniğidir.
- Ürün Grubuna odaklıdır.
- Ürün gerçekleştirilebilmek için gerçekleştirilen mevcut tüm aktiviteleri resmeder.
- Detay iyileştirmelerin bütüne hizmet edebilmesi için tüm sistemi ele alır.
- Tespit edilen israfların eliminasyonu için kullanılacak yalın üretim tekniklerinin belirlenmesini sağlar.
- Ulaşılmak istenen durumun nasıl olması gerektiğini herkesin görüp anlayabilmesini sağlar.
- Gelecek duruma ulaşabilmek için aksiyon planı oluşturulur.

Genellikle bir ürün ailesi için haritalama yapılır. Çalışmalarda talepten hammaddeye doğru gidilir, tüm süreçler başlangıçta zor olduğundan kapıdan-kapıya çalışılır. Süreç görünür hale gelirse üzerinde tartışılabilir, aksi halde sahada alınan kararlar yanlış olabilir. Katma değer yaratmayan adımlar, temin süresi, mesafe, stok seviyesi görünür hale gelir [19].

Değer katmayan işler (israflar) 2'ye ayrılır;

- 1) Hemen ortadan kaldırılamayacak zorunlu değer katmayan faaliyetler
- 2) Hemen ortadan kaldırılabilir zorunlu olmayan değer katmayan faaliyetler

Değer akış analizi israfları hemen ortadan kaldırmak için iyi bir araçtır ve iyileştirme fırsatlarını görebilmeyi sağlar [12].

### **2.6.3. Değer akışının sağlanması**

Sürekli akışın sağlanması gerekir. Sürekli akış, bir üründen fazla üretmek yerine, talep edilen zamanda, talep edildiği kadar üretmek; ürünün şekillenmesinde müşterinin önerilerini dikkate almaktır. Değer yaratan adımların ardışık

düzenlenmesiyle kesintisiz akışın oluşturulması şarttır. Tüm adımların yeterli, kullanılabilir, uygun, her seferinde doğru, sürekli çalıştırılabilir ve darboğazı karşılayacak kapasiteye sahip olması gereklidir. Bunun için izlenecek yöntemler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Akışı sağlan ürün üstüne odaklanılır.
2. Akışı engelleyen iş tanımları, prosedürler, talimatlar, fonksiyonlar ve departmanların getirdiği engeller elemine edilir.
3. Özgün iş sistemlerini kurarak akış yollarında israfların (duruş, geri dönüş, hurda v.s) oluşması engellenir.

#### **2.6.4. Çekme sisteminin sağlanması**

Ürünü müşteriye itmek yerine gerektiğinde onun çekmesine olanak sağlamak esasına dayanır. Üretim, müşteri talep etmeden başlamaz, ürün, talep edildiği zaman üretilir. Bunun sonucunda fazla üretim israfının önüne geçilmiş olur.

Değer, müşterinin istediği zamanda, istediği ürünler için ve talep ettiği hızda üretilmeli ve akmalıdır. Bu durumda talep edilmeyen mal üretilmez, değer zinciri üzerinde istemeyen stoklar oluşmaz, atıl stok, dizayn değişikliği nedeniyle ürünün yeniden işleme tabi tutulması veya atılması gibi problemlerle karşılaşmaz [20].

#### **2.6.5. Mükemmellik**

Mükemmellik, sistem stok yapmadığı için, her defasında üretilen ürünlerde sürekli iyileştirme yapılması ve böylece ürün yığılmadan hataların düzeltilip israfın önlenmesi olarak tanımlanmaktadır [21].

Mükemmelliğe ulaşmak imkânsızdır. Ancak bu yolda gösterilecek çabalar daha iyiye ulaşmak için gereklidir. Mükemmellik hayal edilmelidir, çünkü bu yolla nelerin yapılabileceğini rahatça görebilmek ve normal koşullarda elde edilebileceklerden çok daha fazlasını başarmak mümkün olabilecektir. İşletmeler mükemmellik anlayışlarını sürdürürken gerekli olacak ürün tasarımları ile işletme teknolojilerini zihinlerinde



canlandıracaklarıdır. Hızlı gelişimin önündeki en önemli engellerden birisi mevcut süreç teknolojilerinin yalın işletmenin gereksinimleri için uygun olmayışıdır. Ürünlerin daha esnek bir biçimde ufak partiler halinde ve akış içinde üretilmelerinin açıkça bilinmesi özgün tasarımları ve ekipmanları geliştirenler bir yön verecektir.

## 2.7. Yalın Üretimde Değer Akış Haritalama

“Değer akışı”, her ürün için esas olan ve temel akışlar boyunca bir ürünü meydana getirmek için ihtiyaç duyulan katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetler bütünüdür. Hammaddeden müşteriye üretim akışı ve ürün geliştirme süreci, her bir ürün için geçerli olan temel akışlar olarak tanımlanabilir.

Tedarikçiler, imalat ve müşteriye sevkiyatı kapsayan bir değer akışı içinde, parça ve yarı mamuller için malzeme ve bilgi akış süreçlerinin haritalarının çıkarılması ise “değer akışı haritalandırma” olarak bilinmektedir. Değer akışı haritalandırma, tüm çalışanların israf kaynaklarını görmelerini ve bunları azaltmak için gelecek durum geliştirmelerini mümkün kılmaktadır.

Değer akışı haritalandırma, bir değer akışındaki değeri, israfı ve israf kaynaklarını görmek ve tek bir prosesten daha fazlasını göz önünde canlandırmak için başvurulan bir yöntemdir. Değer akışı bakış açısı, yalnızca parçalar üzerinde değil büyük resim üzerinde çalışmayı ve sadece tek tek prosesleri değil bütünü iyileştirmeyi gerektirir. Değer akışı haritaları, ‘kapıdan-kapıya’ bütün akışın nasıl işleyeceğinin tasarlanmasına yardım ederek yalın uygulama için bir plan oluşturmaktadır. Katma değer yaratmayan adımlar, temin süresi, kat edilen mesafe, stok seviyesi gibi sayısal değerler, üretilen birçok nicel teknikten ve yerleşim planı hazırlamaktan daha faydalıdır. Değer akışı haritalandırma, akışı yaratmak için işletmenin nasıl çalıştırılması gerektiğinin çok detaylı bir şekilde tanımlanmasını sağlayan görsel bir araçtır.

Değer akışı haritalandırma ile anlatılmak istenen; müşteriden tedarikçiye ürünün üretim yolunun izlenerek malzeme ve bilgi akışında yer alan her prosesin dikkatli bir şekilde sembollerle çizilmesidir. Daha sonra, bir dizi kritik anahtar soru sorarak

akışın nasıl olması gerektiğini gösteren “gelecek durum” haritası çizilir. Ürün ailesinin seçilmesi, mevcut durumun çizilmesi, gelecek durumun tasarlanması ve faaliyet planının hazırlanması, değer akışı haritalandırmanın temel adımlarıdır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Değer Akışı Haritalandırma Adımları

Müşteriler tarafından algılanan değer belirlenmesi sonrasında başlatılan değer akışı haritalandırmada ilk adım, seçilen bir ürün veya hizmet ailesi için değer akışının tanımlanmasıdır. Tanımlanan değer akışı için sahadan bilgi toplayarak mevcut durumun haritası çizilir. Mevcut durum haritası, gelecek durumun tasarlanması için ihtiyaç duyulan bilgiyi sağlamaktadır.

Mevcut durum haritası çizilirken başlangıç noktası son proseslerdir ve ilk proseslere doğru yürünerek ve gerekli inceleme ve gözlemler yapılarak devam edilir. Çevrim süresi, makine hazırlık süreleri, üretim parti büyüklükleri, ürün çeşitleri, operatör sayısı, paket büyüklüğü, çalışma süresi (molalar haricinde), ıskarta oranı, makine kullanım oranları, vb. değerler gelecek duruma karar vermek için gerekli ölçütlerdir. Mevcut durum haritası incelenerek problemler belirlenir ve çözümleri kararlaştırılır. Tetikleyici ve süpermarket prosesler (belirli seviyede stoklu çalışma gerektiren prosesler) belirlenerek ürün karması oluşturulur ve gelecek durum haritalandırılır [22].

Mevcut ve gelecek durumdaki gelişmeler birbirini etkileyen çalışmalardır. Gelecek durum ile ilgili fikirler, mevcut durum haritası çizilirken oluşturulur. Tüm bu faaliyetlerin sonucunda bir faaliyet planı hazırlanır. Faaliyet planı, mevcut durumdan tasarlanan yeni duruma geçişin nasıl, ne zaman ve kimler tarafından gerçekleştirileceğini açıklar. Gelecek durum ile ilgili planlar hayata geçirildikçe belirli bir zaman içerisinde yeni bir mevcut duruma dönüşecektir ve böylece yeni bir gelecek durum haritası çıkartılarak haritalandırma prosesi tekrarlanacaktır. Diğer bir deyişle değer akışı sürecinde bir “sürekli iyileştirme” sağlanmaktadır.

Bunlarla birlikte değer akışı haritalama bir kalem kâğıt metodu olduğundan kendi modelleme gücüyle sınırlıdır. Ayrıca statik bir araç olduğundan sistemdeki dinamik davranışların takibini sağlayamaz ve tanımsız ve kompleks durumları da ele alamaz. Çünkü değer akışı haritalama hazırlanırken, hazırlanmaya başlandığı andaki üretimin adeta bir resmi çekilerek, o anda içerisinde bulunan mevcut durum yansıtılır. Bundan başka değişikliklerin ve gelişmelerin etkisini görebilmek için en azından birkaç ay süren devamlı takipler yapılmalıdır. Öte yandan değer akışı haritalama, modelleme dili kullanım kolaylığı açısından korunmak istenir ve başarısı mevcut durumdan yalın duruma geçerken meydana gelen bütün gelişmeleri adım adım gösterebilmektedir.

### **2.7.1. Değer akışı haritası oluşturma**

Değer akışı haritalama için ilk adım, geliştirme için hedef olarak bir ürün veya ürün ailesinin seçilmesidir. İkinci adım ise o anda yapılan işlerin nasıl yapıldığını fotoğraflayan bir şimdiki durum haritası çizilmesidir. Bu gerçekte proses devam ederken yapılır ve sistemin analiz edilip zayıf noktalarının görülmesini sağlar. Üçüncü adım ise gelecek durumla ilgili sistemde mevcut durumda var olan ve bütün zayıflıkların ortadan kaldırılmasıyla elde edilecek olan haritanın çizilmesidir. Gelecek durum haritasını çizilebilir bir dizi verimlilikle ilgili soruların cevaplandırılmasını ve yalın araçların teknik konularda kullanılması ile mümkündür. Bu harita böylelikle sistemde yapılması gereken zorunlu değişiklikler için bir temel oluşturacaktır [22].

Değer akış haritalama, iyileştirme faaliyetlerine ve yalın uygulamalara yol gösterici nitelikte bir formüldür ve nerede stok biriktiğini ve akışı etkileyen faktörlerin neler olduğunu tespit etmek için son derece yararlıdır [23].

Değer akış haritalandırma;

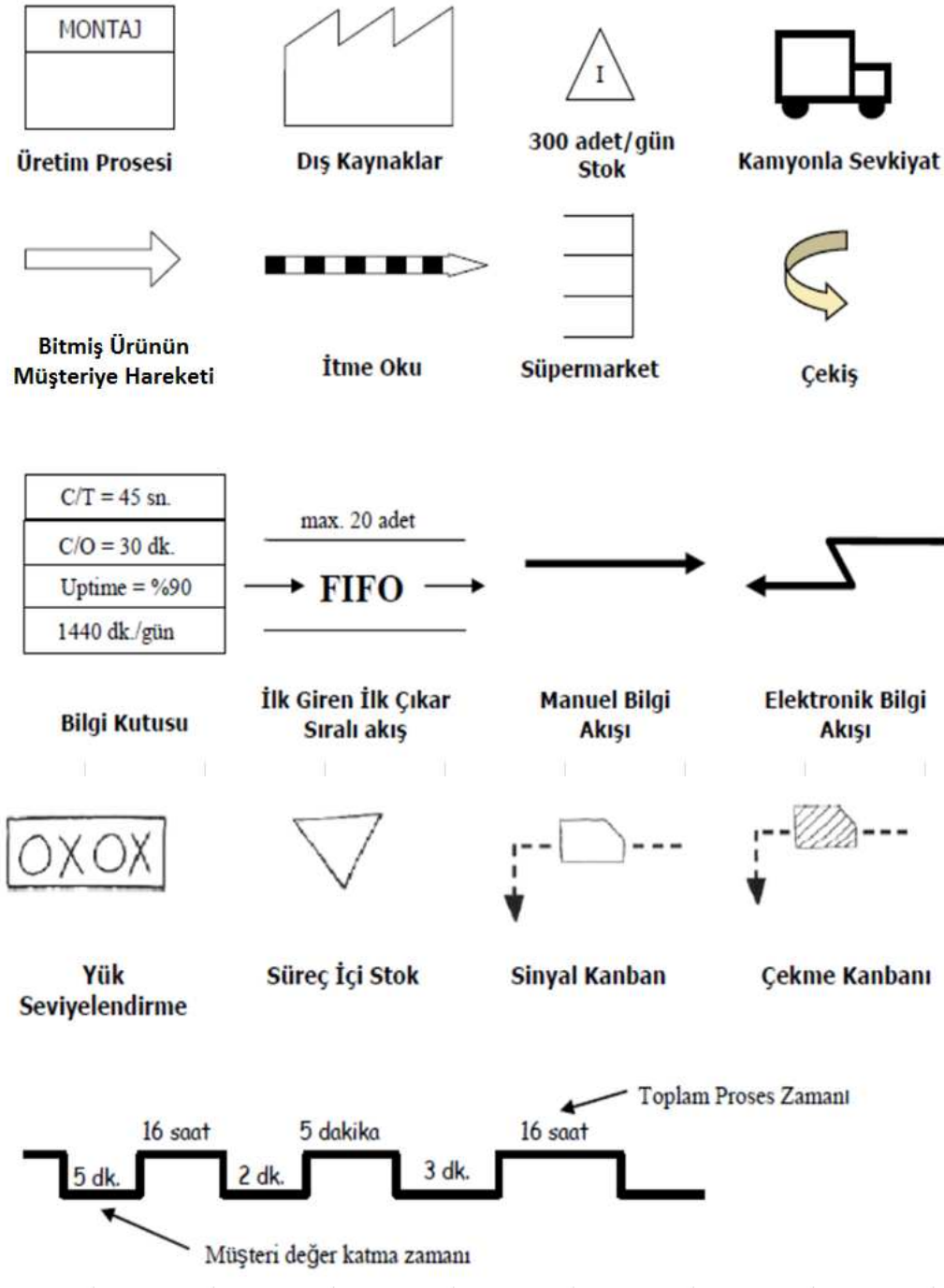
- İsrâfların resmedilerek, ortadan kaldırılmaları için plan oluşturulmasını sağlar,
- Malzeme ve bilgi akışı bağlantısını kurar,
- Fonksiyonel birimlerin bütünü görerek ve anlayarak çalışmalarını sağlar,
- Yalın uygulamalar için yol haritasını oluşturur.

Başlamak için önce ürün ya da ürün grubu seçilmesi gerekir. Sonra sınırlar belirlenir ve hem malzeme hem de bilgi akışı birlikte ele alınır [24].

Değer akış haritası oluşturulurken öncelikle Şekil 2.2’de gösterilen ön tanımlama safhası olarak belirtilen şekiller kullanılır. Bu şekiller ile üretim kalem kâğıt metodu kullanılarak çizilmiş olur. Üretimdeki malzeme, bilgi ve proses akışı bu şekillerden her biri ile ifade edilir. Elektronik ya da bilgisayar gibi otomatik yol ile prosesler arasında bilgi akışı sağlanması ile iş emirleri gibi kâğıt üzerinden prosesler arası haberleşmenin sağlanması gibi ince ayrıntılar bile bu çizilen değer akış haritası üzerinde görülebilir. Ayrıca kullanılan bu evrensel şekiller yolu ile tüm çalışanların haritaya baktığında aynı şeyi anlaması sağlanmıştır. Değer akış haritasının bu özelliği özellikle uluslararası firma çalışanları için ortak bir dil kullanmada çok faydalı olmaktadır. Değer akış haritası üzerinde seçilen ürün ailesi ile ilgili tüm proses adımları çizildikten sonra prosesin tümünde zayıf olan noktalar görülebilir. Özellikle prosesler arası envanterin görülebilmesi de ne tür iyileştirmelere gidilebileceği hakkında bilgi vermektedir. Bu yüzden değer akış haritalama için veri toplama aşamasında elde edilen bilgilerin doğruluğu ve hangi zaman aralığında alınmış oldukları çok önemlidir.

Değer akış haritası bir defalığına yapılan ve yapıldığı anda çizilip ortaya konulan bir tekniktir. Değer akış haritalama, bilgi ve malzemenin nasıl işlem görmesi gerektiğini

göstermek sureti ile yalın üretimin uygulanmasını sağlayacak bir proje tedarik eder [9].



Şekil 2.2. Değer akış haritalamada temel şekiller [9]

Herhangi bir prosesin özü için detaylı haritalamasına başlamadan önce bütün prosesi kapsayan anahtar özellikleri gözden geçirmek yararlıdır. Bu gözden geçirim aşağıdakileri tamamlamak için yardımcı olacaktır:

- Akışı görebilme
- İsrafın nerede meydana geldiğini görebilme
- Yalın üretim prensiplerini birleştirme
- Kimin uygulama takımında olacağına karar verme
- Bilgi ve fiziksel akış arasındaki ilişkileri gösterme

Akışı görebilmek organizasyon içinde bilgi ve ürün akışlarının nerede, ne zaman ve nasıl olduğunu anlamayı sağlar [9].

Mevcut durum çizelgeleme adımlarını şu şekilde sıralamak mümkündür [24]:

1. Müşteri bilgilerinin toplanması,
2. Sürecin dolaşarak resmedilmesi,
3. Veri kutularının doldurulması,
4. Müşteri teslimatın dokümente edilmesi,
5. Tedarikçilerle ilgili bilgi toplanması,
6. Bilgi akışlarının eklenmesi,
7. Malzeme akışlarının çizilmesi,
8. Değer yaratılan ve yaratılmayan zamanların tespiti.

Ürün ailesi, müşteri talebi, üretilecek parçalar, paketleme ihtiyaçları ve tutulan müşteri stokuna dair bilgiler müşteri ihtiyaçları bölümüne toplanır. Bilgi akışı bölümü müşteri tahminleri ve bu bilginin organizasyon içerisinde nasıl işleneceği bilgilerini toplar. Fiziksel akışlar iç prosesler, gelen hammaddeler ve bileşenlerle ilgilidir. Talepteki sevkiyat sayısı, sevkiyat miktarı, paketleme, üretim zamanları, gelem hammadde bilgisi içinde toplanır. İç proses, organizasyon içerisindeki anahtar adımlar, her adımın zamanları, her proses için makine duruş zamanları, envanter stok noktaları, kontroller, geri dönüşümler, çevrim zamanları, hazırlık zamanları, işçi sayıları ve her günlük operasyon sayılarına dair bilgileri kullanır. Fiziksel ve bilgi

akışını birleştirme, kullanılan çizelgeleme bilgisi, iş talimatları ve problem meydana geldiğinde ne yapılacağı ile ilgilenir.

Detaylı değer akış haritalamanın parçası olarak yedi standart araç vardır [22]:

**Proses Aktivite Haritalama:** Prosesleri operasyonlar, taşımalar, kontroller, gecikme, depolama ve iletişimlerin meydana getirdiği yerler olarak sınıflandırılır. Gereksiz faaliyetleri elemeyi, faaliyetleri birleştirmeyi ve basitleştirmeyi, israfı önlemek için; bekleme, taşıma, uygun olmayan proses, gereksiz hareket, gereksiz envanter gibi operasyonları tekrar sıraya koymayı amaçlar.

**Tedarik zinciri Cevap Matrisi:** Envanter seviyelerini ve kritik üretim zaman kısıtlarını tanımlamak ve değerlendirmektir.

**Ürün Çeşitliliğini Kanalize Etmek:** Görsel haritalama tekniği imalat prosesindeki her aşamada bulunan değişken sayısını çizme tekniğidir. Tedarik zincirinin nasıl işlediğini anlamamıza ve karmaşık yapıdaki işlerin belirlenmesi işlerini anlamamızı sağlar. Tampon stokların müşteri ihtiyaçları önceliğine göre nerelerde tutulabileceğinin, envanter azaltmalarının nerelerde hedeflenebileceğinin ve ürün proseslerinin nerelerde değiştirilebileceğinin tanımının yapılmasına yardımcı olur.

**Kalite Filtresi Haritalama:** Kalite problemlerinin nerelerde olduğunu tanımlar. Hataları ürün, hizmet veya iç ıskarta olarak sınıflandırır. Her hata, tedarik zinciri boyunca haritalanır. İç ve dış kalite seviyeleri oluşturulur.

**Talep Büyümesi Haritalama:** Zamana karşı miktarın grafiği. Gereksiz envanter, fazla üretim ve bekleme, grafikte gösterilebilir.

**Karar Noktaları Analizi:** Değer akışının hangi noktada çekmeden itmeye gideceğini belirler. Karar noktasının değiştirilmesi durumunda değer akışı operasyonlarında ne gibi senaryo değişikliklerinin meydana gelebileceğini görmemizi sağlar.

**Fiziksel Yapı Haritalama:** Değer akışına genel bir bakış yapılmasını sağlar. Endüstrinin genel görünümünün tanımlanmasına, operasyonların nasıl olduğuna ve

yeterince dikkat edilmeyen fakat dikkat edilmesi gereken bölgelere odaklanmaya yardım eder [22].

Değer akış haritalama işleminde bir sonraki adım, gelecek durumu için harita düzenlemektir. Gelecek durum ile ilgili Değer akış haritasının yapısını oluşturmak için cevaplanması gereken soruları şu şekilde sıralayabiliriz [16]:

- 1- Takt time nedir?
- 2- Üretim süper marketlere mi yapılacak yoksa doğrudan sevkiyata mı gidecek? (Stoğa mı üretim yapılacak yoksa direk müşteriye mi?)
- 3- Sürekli akış prosesleri nerelerde kullanılabilir?
- 4- Değer akışı içerisinde çekme sistemi süper marketine ihtiyaç var mı?
- 5- Üretimi çizelgelemek için üretim zincirindeki hangi tek nokta kullanılacak?
- 6- Karışık üretimin seviyesi nasıl belirlenecek?
- 7- Hangi işlerde sürekli artırımlar yapılmalı?
- 8- Hangi proses iyileştirmeleri gerekli?

İlk beş soru gelecek durum haritasının yapısı için temel oluşturan konularla ilgili temel sorulardır. Sonraki iki soru teknik uygulama detaylarıyla ilgilidir. Bunlar ürün yapısı, sipariş açma zamanı gibi haritalanmayan detayların tanımlanmasına yardımcı olurlar. Son soru ise şimdiki durum haritasından gelecek durum haritasına aktarılması gereken faaliyetlerle ilgilidir [16].

Değer akışı haritalamanın amacı, kısa sürede gerçekleştirilecek olan gelecek durum değer akışının uygulanması ile israf kaynaklarını ortaya çıkarmak ve onları ortadan kaldırmaktır. Amaç her prosesin müşterisine sürekli akış veya çekme sistemi ile bağlandığı ve her prosesin yalnızca müşterisinin ihtiyacı olan şeyi, ihtiyacı olduğu anda üretmeye çalıştığı bir üretim zinciri oluşturmaktır [22].



## **BÖLÜM 3. YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİ**

### **3.1. Tam Zamanında Üretim (JIT)**

Tam zamanında üretim sisteminin esas fikri, israfın önlenmesi yoluyla maliyetlerin en azlanmasıdır. Bu da ancak ve ancak sadece gereken parçaların gerekli miktarda, gerekli görülen kalite düzeyinde gerekli olduğu zamanda ve yerde üretimiyle sağlanabilir.

JIT, bir üretim hattında her bir parçanın bu üretim hattını izleyen safha (imalat departmanı) tarafından ihtiyaç duyulan kadar derhal üretildiği sistemdir. Bu sistemle hemen hemen stoksuz bir üretim sağlanmaktadır. İdeal olarak, JIT sistemi stoksuz çalışmaktır. İhtiyaç duyulduğu kadar malzeme, minimum stok üretim sistemi ve sıfır stokla üretim sistemi JIT yaklaşımını ifade eden kavramlardır [25].

Tam zamanında üretim, işletmenin tedarikçileriyle yakın iş birliği ve bilgi paylaşımını gerektirir. Yalın üretimin önemli unsurlarından biri de bu yönüdür [26].

### **3.2. Kanban**

Tam Zamanında Üretim, sadece gerekli parçaların, gerekli olduğu miktar ve zamanda üretilmesi olarak tanımlanmaktadır. Üretimi tam zamanında gerçekleştirebilmenin ön koşulu ise, tüm süreçlere ne zaman ve ne miktarlarda üretim yapacaklarını zamanında bildiren bir bilgi sisteminin kurulmasıdır. Tam Zamanında Üretim ortamında bu işlevi gerçekleştiren sistem kanban sistemidir [27].

Japonca bir kelime olan kanban, kart anlamına gelmektedir. Kanban üretim ve malzeme akışını kontrol etmek için kullanılan; üretim süreçlerine neyi, ne zaman, ne kadar üreteceklerini ve nereye göndereceklerini söyleyen bir bilgi sistemidir.

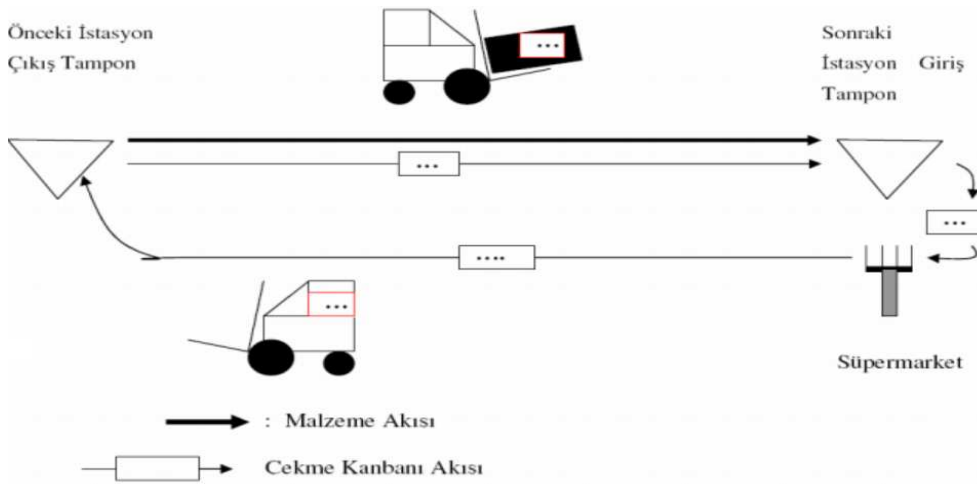
Kanban ile ürün ve bilgi akışı birlikte ele alınır, ayrı bir stok yönetimi gerekmez, fazla üretim engellenir ve israfların en aza indirilmesi sağlanır, bu sayede kaynak kullanımı minimum seviyede gerçekleşir.

Kanban sistemi, tam zamanında üretim ortamında malzeme hareketlerinin kontrolü ve bu bağlamda üretim etkinliklerinin planlanması amacıyla kullanılan yeni bir üretim kontrol (çizelgeleme) yaklaşımı olarak da tanımlanabilir. Üretimin tam zamanında gerçekleştirilebilmesi için tüm süreçlere ne zaman ne kadar üretim yapacaklarını zamanında bildiren bir bilgi sisteminin kurulması gereklidir. Tam zamanında üretim sistemlerinde ve grup teknolojisinde bu işlevi gerçekleştiren yine kanban sistemidir. Kanban sistemi basit bir sistem mantığı olan, manuel ve düşük yatırım maliyetine sahip olan bir sistemdir [27].

### 3.2.1. Kanban çeşitleri

Uygulamada genellikle kullanılan 7 kanban çeşidi vardır [28]:

1. Çekme Kanbanı: Bir sonraki istasyonun, bir önceki istasyondan çekmek istediği parça cinsi ve miktarını belirleyen ve malzeme çekme amacı ile kullanılan karttır. Çekme kanbanı, daha önceden belirlenmiş miktarı önceki istasyonun tampon bölgesinden sonraki istasyonun giriş tampon bölgesine çekilmesi için kullanılır. Ürünler, önceki istasyonu bir çekme kanbanı olmadan terk edemez. Çekme kanbanı akışı Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Çekme Kanbanı Akışı

2. Üretim Kanbanı: Bu kanban üretim aşamasının üretmesi gereken parçanın cins ve miktarını gösterir. Üretim kanbanının ana fonksiyonu, önceki sürece kartta belirtilen miktar kadarlık bir parçanın üretilmesi için sipariş bırakmaktır.

3. Tedarikçi Kanbanı: Dışarıdan tedarik edilecek parçaların teslimi konusunda tedarikçi firmalardan istenen talimatları içeren bir çeşit çekme kanbanıdır.

4. Acil İhtiyaç Kanbanı: Acil malzeme ihtiyaçlarında kullanılan kanbandır.

5. Özel Kanban: Prototip vb. özel malzeme ihtiyaçları için kullanılan kanbandır.

6. Sinyal Kanbanı: Yeniden sipariş noktası ve kullanılan marka gibi bilgileri içeren kanbandır.

7. Malzeme Kanbanı: Malzemenin boyutu, ağırlığı vb. bilgileri içeren kanban çeşididir.

### 3.3. Tek Parça Akışı

Tek parça akışı, standart operasyon belgelerinde belirtilen prosedürlere bağlı kalarak, çevrim zamanına eşit olan bir zaman aralığında bir birim ürün üretilmesi prensibidir.

Tek parça akışı sistemini uygulamak için şunlar gereklidir [29]:

- U tipi hatlar tasarlamak
- Operatörleri birden fazla iş yapmak üzere eğitmek
- Standart operasyon belgelerinde belirtildiği şekliyle bir çevrim zamanında bir birim ürün üretmek
- Operatörlerin ayakta çalışması ve gerektiğinde yürümesi
- Küçük, yavaş, ucuz ve işleme özel makineler kullanmak.

### 3.3.1. Tek parça akış sisteminin uygulanması

Tek parça akışın birçok değişkeni olmasına karşın, katı ve zor uygulanan kuralları yoktur. Yalnızca uygulama deneyimi için rehberliğe ihtiyaç vardır. Sistemin ana değişkenleri şunlardır:

- Personelin seçimi, eğitilmesi, kapasite ve yetenek derecesi
- Ürün montajının karmaşıklığı ve değişkenleri
- Teknoloji/proses karışıklığı
- Personel, teknoloji ve iş içeriği arasındaki denge

Tek parça akış uygulamasında yardımcı olacak önemli bazı kurallar şunlardır [30]:

- İstenen görevi yerine getirmesi için takım iyi seçilmeli,
- Üst yönetim takıma çalışması için fırsat ve zaman vermeli,
- Mevcut metotlar analiz edilmeli,
- Tüm metotlar sınanmalıdır,
- İsrarlar iyi tanımlanmalıdır,
- Proje için açık ve ölçülebilir amaçlar belirlenmelidir,
- Tüm personel ve görevler için açık sorumluluklar belirlenmelidir,
- Deneme ve simülasyon yoluyla en iyi pratik geliştirilmelidir,
- Seçeneklerin performansları karşılaştırılmalıdır,
- Tüm insanların rahatça çalışabileceği standartları geliştirilmelidir,
- Standartlar sürekli iyileştirilmelidir,
- Standartlar tüm personele öğretilmelidir,
- Eğitim, kalite ve verimliliğe yönelik olmalıdır,
- Malzeme ve iş akışı analiz edilip geliştirilmelidir,
- Sahiplenmeyi sağlamak için operatörler işe dahil edilmelidir.

### 3.4. Bir Dakikada Kalıp Değişimi (SMED)

Kitle üretim sisteminde stoklu çalışmanın en önemli nedeni makinelerde bir kalıptan diğer kalıba geçme süresinin çok uzun olmasıdır. Bu süre dakikalar, hatta bazen saatler alır. Makineden alınan verimin yüksek, işçilik maliyetlerinin düşük olması için, makine kalıbı en az hazırlık süresinin on katı kadar kullanılmalıdır. Bu durumda makine aynı parçayı büyük miktarlarda işleyecektir. Aksi halde stoksuz çalışma (yani karışık yükleme akışına ayak uyduracak şekilde değişik parçaları ardı sıra ve ancak hemen o an gereken miktarlarda üretme) diğer her şey yalın üretime göre yeniden düzenlense bile, imkânsız hale gelmektedir.

1990'ların başında Türkiye'de otomotiv ana sanayinde kullanılan büyük pres makinelerinde hazırlık süresi yaklaşık 45 dakika tutarken, 1971'de Toyota bu işlemi 3 dakikaya indirmeyi başarmıştır. Makine hazırlık sürelerini kısaltmak için sistemin kurucusu uzman Shigeo Shingo' nun belirlediği temel ilkeler vardır. Bunlar [31]:

1) İlk adım ve birinci ilke, bir kalıptan diğer bir kalıba geçiş sürecinde, makine durduğu zaman yapılan işlerle, makine çalışırken yapılan işleri saptayıp, mümkün olduğunca çok işi makine çalışırken gerçekleştirmeye yönelmektir. Bu yolla zamandan % 30–50 arasında tasarruf sağlanabilmektedir.

2) Kalıp değiştirmede hem bir önceki kalıbın çıkarıldıktan sonra üzerine hemen yerleşeceği, hem de aynı anda bir sonraki kalıbı taşıyan ve yerine takılmasını kolaylaştıran rulmanlı tablalar kullanılabilir. Bu tür “mekanizasyon” bir kalıptan ötekine geçiş süresini kısaltacaktır.

3) Kalıp bağlama sırasında makineyi ayarlama gereğini önlemek de zaman tasarrufu sağlayacaktır. Bunun için bağlama sürecinde kullanılan kalıp ve makine bölümlerinde standartlaşmaya gitmek önemlidir. Örneğin, kalıpların makineye bağlantı kısımları standart hale getirilirse (yani aynı boyut ve şekilde olursa), kalıplar bağlanırken aynı bağlayıcılar ve takımlar kullanılabilir. Böylece standartlaşan kalıp değiştirme işi daha az süre tutacaktır.

4) Mengene ve bağlayıcıları vida ve cıvata gerektirmeyecek şekilde tasarlamak da zaman tasarrufu sağlar. Böylece işçiler çok daha kısa sürede sıkıştırma ve gevşetme işlemlerini yapabileceklerdir. Örneğin, bağlamada vida yerine “armut” şeklindeki deliklere oturma yöntemini tercih etmek daha doğrudur.

5) Kalıp değiştirme süresinin % 50 kadarı, bir kalıp takıldıktan sonra yapılan ayarlama ve deneme çalışmalarıyla harcanır. Oysa bu zaman kaybı, kalıbın ilk anda tam gerektiği şekilde yerine oturması sağlanırsa, kendiliğinden önlenmiş olacaktır. Burada kullanılacak yöntemler arasında kalıbın bir dokunuşta yerine oturabileceği “kaset” sistemleri, ya da makineye eklenecek limit anahtarları sayılabilir. Böylece kalıp takıldıktan sonraki ayarlama işlemine gerek kalmaz.

6) Kalıpları, makinelerden uzak depolarda saklamak, taşıma ile vakit kaybedilmesine yol açar. Bunun çaresi sık kullanılan kalıpları makinelerin hemen yanlarında tutmaktır.

Yalın üretim ulaşılmış olan uygulama düzeyinin en iyi uygulama düzeyi olarak kabul edildiği durağan bir sistem olmayıp sürekli iyileştirmenin temel prensip olarak kabul edildiği bir felsefedir. Yalın üretimi benimsemiş firmalar üretimde sürekli iyileştirmeyi prensip olarak kabul ederler [32].

### **3.5. Jidoka (Otonomasyon)**

Her firmada tartışmaların başında gelen en önemli konulardan biri fire oranlarıdır. 1-3 % fire oranı pek çok çalışan tarafından iyi bir düzey olarak gösterilmektedir. Oysa fire her zaman firmanın kaybettiği paradır. Ne kadar azaltırsanız azaltın fire var oldukça bu tartışma bitmez. Bir Japon tekniği olan Jidoka fire oranı olarak "0" sıfır'ı hedef almıştır. Bunu başarmak için aşağıdaki prensipleri öne sürmektedir [33].

Fire veya tamir yapılan bir hata nedeni ile üretilen ürünün kullanılamaz hale gelmesi ve yeniden işleme tabi tutulmayı gerektirmesidir. Burada anahtar kelime “hata”dır. Yani Prensip olarak hata yapılmadığı durumlarda fire ve tamir ortaya çıkmaz. Öyleyse hedefimiz firenin ve tamirin önlenmesi değil, hatanın önlenmesi olmalıdır. Bunun için sistem geliştirilmelidir.

Firenin ikinci önemli nedeni ise model değişimlerinde yapılması gereken ayarlar ve bu ayarların ürün üzerinde kontrol edilerek yapılmasıdır. Operatör genellikle bir ürün üretir, sonuca bakar uygun değil ise yeniden ayar yapar. Bu arada ürettiği ürünler hep firelidir. Burada hedefimiz model dönüşümlerinde ayar gereklerini ortadan kaldırmak veya standardize etmek olmalıdır. Yani operatör ürün üretmeden kolayca ayar yapabilmelidir.

Jidoka prensiplerinden ikincisi ve anlaşılması en zor olanı ise durmaktır. Bir hata yaptığımız zaman hatanın ilk farkına vardığımızda yapmamız gereken ilk şey üretimi durdurmaktır. Aksi durumda fire miktarı hızla artar. Üretimi durdurmalı ve hatanın giderilmesini beklemeliyiz.

Fire sayısını artıran ikinci neden ise insanlarda olan deneme eğilimidir. İyi analiz etmeden bu sefer doğru çalışacak ümidi ile denemeler devam eder. Ancak deneme devam ettikçe fire üretimi artar. Bu bakımdan operatörlere doğru analiz yapabilecek düşünce yapısı kazandırılmalıdır.

Jidoka Japoncada kelime olarak otonom kontrol (özerk kontrol) anlamına gelmektedir. Toyota firmasının kullandığı şekli ile insan aklının makineye aktarılması veya akıllı otomasyon anlamındadır.

Burada insanların her şeyi birer birer ve 100% kontrol edebilme özelliğinin makine üzerinde sağlanması hedeflenmiştir.

Jidoka uygulamalarında üç temel prensip vardır. Bunlar;

1. Hatanın tespit edilmesi anında üretimi durdurmak: Makine tasarımlarında yapılacak bir takım basit düzenlemelerle insan kontrol şekillerini otomatik olarak yapılabilir hale getirmek
2. Geri bildirimde bulunmak ve acil düzeltici ve önleyici tedbir almak: Genel eğilim olan hata oluşması anında üretimin sonuna ürün kontrol düzeni

eklemek yerine, hatayı kaynağına bildirmek ve kaynağında hatanın önlenmesi için tedbirler almak.

3. Makine ile insan çalışmasını birbirinden ayırmak: Örneğin bir preste basılacak bir parçanın basma sırasında çalışan tarafından tutulması, makine ile insanın birlikte çalışması anlamına gelmektedir. Oysa insanın yapması gereken iş biter bitmez makinenin işi başlamalı ve bu sırada insan başka işler yapmak üzere boşa çıkmalıdır. Böylece makine insana bağlı kalmaksızın otonom kontrol edebilme özelliğine kavuşur.

Jidoka üretim kalitesini artırır, israfı azaltır, verimliliği artırır ve zamanında teslimatı sağlar [33].

### **3.6. Poka-Yoke**

Poka, kaza ile herkesin yapabileceği hata (görülmeven tesadüfi hata); Yoke, korumak (yok etmek) anlamına gelmektedir. Poka Yoke, hata önleme anlamına gelir. Japonca bir terim olan Poka Yoke'de temel amaç, istenmeden de olsa çalışanların dikkatsizlikleri sonucu oluşan hataların, kusurlu parça ve ürünlerin üretilmesini engelleyecek iyileştirmeler (basit otomasyonlar) yapmaktır. Yapılan çalışmalar kalite odaklıdır. Poka Yoke düzenekleri o şekilde çalışır ki, kusur işlemek mümkün olmaz [34].

Hata, belirlenmiş bir üretim prosesinden sapmadır. Yani bir işlemin yanlış yapılmasıdır. Kusur ise, bir ürünün belirlenen özelliklerini yerine getirememesi ve müşteri şikayetine sebep olmasıdır.

Poka Yoke uygulama kriterleri [34];

- Basit olmalı,
- Düşük maliyetli olmalı,
- İşe yaramalı,
- Kullanılan yöntem tanımlanmalıdır.



### 3.6.1. Yalın üretimde poka-yoke yöntemleri

Poka-Yoke yöntemleri, önlemeye yönelik ve bulmaya yönelik olmak üzere ikiye ayrılır. Önlemeye yönelik Poka-Yoke, hata olmadan önce, uygun yöntemlerle veya hata olacağını fark etmeyi ve hata olmadan önlemeyi hedeflemektedir. Bulmaya yönelik Poka-Yoke ise hata olduktan sonra hatanın farkına varıp veya hatalı ürün bulup devamını önlemeyi hedeflemektedir. Ayrıca Poka-Yoke teknikleri, kaizen tekniklerinin de bir parçasıdır. Kaizen performansta sürekli geliştirme, fayda-maliyet analizleri ve kalite ile ilgilidir. Görüldüğü gibi, Poka-Yoke yöntemi, yalnızca üretim hatlarında uygulanan bir yöntem değildir. Çevremize baktığımızda, pek çok Poka-Yoke uygulamasına rastlamak mümkündür. Poka-Yoke sistemi incelendiğinde görülecektir ki, bugüne kadar işletmelerimizin birçok noktasındaki hatalar ve arızalar bu basit ve düşük maliyetli sistemle elimine edilecek, arızalar ve bakım için hattın durdurulmasıyla kaybedilen zaman tekrar kazanılacaktır [35].

Poka-Yoke'nin yalın üretimde uygulanan üç temel yöntemi vardır [36]:

**Temas Yöntemi:** Makinelere yerleştirilen elektronik gözler ve limit anahtarlarıyla ürünün herhangi bir işlem aşamasında şekil ve boyutları alıp almadığının ya da işlem öncesi makine içinde gereken pozisyonu alıp almadığının saptanmasıdır. Makinelerin otomasyonu ile anlatılmak istenen esas olarak budur.

**Toplam İşlem Yöntemi:** Herhangi bir işlemin tüm aşamalarının birbiri ardına gerektiği şekilde tamamlanmasını garanti etmesinde kullanılır. Örneğin, bir montaj işleminde monte edilecek tüm parçalar yan yana paletlerde bulunmaktadır. Bu paletlerin her birinin üzerine bir elektronik göz yerleştirilmiştir. Eğer işçi herhangi bir paletten gerekli parçayı almayı unutup ta bir sonraki palete geçerse, bir önceki palet üzerindeki elektronik göz çalışmayacak ve hemen işlemi durdurucu cihaz devreye girip uyarıcı zil çalacaktır.

**Ek İşlem Yöntemi:** Ek işlem yöntemi özellikle değişik ürünlerin çok küçük birimler halinde birbiri sıra imal edilmeleri durumunda olabilecek işçi hatalarının önlenmesinde kullanılır. Örneğin bir koltuk montaj hattında koltuklara metal parçalar

monte edilecektir. Montaja gidecek her parça üzerinde bir kart iliştirilmiş durumdadır ve kartın belli bir yerinde de minik birer alüminyum levha bulunmaktadır. Koltuk geldiğinde işçi kartı koltuktan çıkarıp, içinde algılayıcı bulunan bir kutuya sokar. Algılayıcı kart içindeki alüminyum levhanın kart içindeki yerini saptar ve buna göre o koltuk için gerekli parçalar hangi kutuda duruyorsa o kutunun kapağı otomatik olarak açılır. Bu yöntem ek işlem yöntemi denilmesinin sebebi ise işçinin ürünün bizzat üretilmesi için aslında gerekmeyen ek bir hareket yapmasıdır (kartı alıp kutuya sokması gibi) [36].

### 3.7. Toplam Verimli Bakım (TVB)

Arızalar, üretim sistemini ve bunun yanı sıra söz konusu üretim sisteminin bir parçası olan mühendisten, operatöre kadar pek çok çalışana meşgul eden problemlerdir. Siparişlerin gecikmesi, kalitesiz ürün üretimi, üretimin durması gibi pek çok maliyet unsurlarını da beraberinde getirir. Teslimatın gerçekleştirilmesini engeller, dahası şirketin müşteriye karşı, gecikmeli ve beklenen kalite değerinin altında mal veya hizmet sunmasına da sebebiyet verebilir. Bu sebeple işletmeler arızaları en aza indirebilecek şekilde önlemler almalıdırlar. Toplam Verimli Bakım (TVB) sistemi ise bütünsel bir yaklaşım tarzı Sıfır Hata Sıfır Arıza, Sıfır Duruş, Sıfır İş Kazası hedefleriyle oldukça önemli bir sistem olarak yerini almaktadır [37].

TVB, makinenin tüm ömrünü kapsayan önleyici bakım sistemiyle makinenin azami ölçüde faydalı olmasını amaçlamaktadır.” Bu amacın gerçekleştirilmesi bütün bölümlerde ve her kademede katılımı gerektirdiğinden, fabrika bakımına yönelik küçük grup çalışmalarını ve gönüllü faaliyetleri motive eder [37].

Bakım Sistemleri süreci arıza bakım, koruyucu/önleyici bakım, kestirimci bakım, verimli bakım gibi süreçlerden geçerek, bugün toplam verimli bakım sürecine girmiştir.

Toplam verimli bakımın amacı ekipman ömrünü uzatmak, üretim veya servis için fabrika ve ekipmanları optimum koşullarda tutmak ve yatırımların geri dönüşünü artırmak, acil durumlarla başa çıkma yeteneğini artırmak ve güvenliği sağlamaktır.

Çalışanların (tüm birimler, yönetimden operatöre) toplam katılımı ile oluşturulur. Toplam verimli bakım sayesinde toplam ekipman verimliliği artarak, global tesis verimliliği maksimize olur, makina/teçhizatın bütün yaşam eğrisi boyunca gerek duyduğu bakım sistemlerini kurulur, proses hurda oranları, tezgah ve hat duruşları, tezgah arızaları, iş kazalarının azalır.

Toplam verimli bakım içerisinde karşılaşılan kayıplar arasında duruş kayıpları (arızalar, setup ve ayarlar, kesici alet ve jig değişimi, devreye alma), ekipman performans kayıpları (boş durma ve küçük duruşlar, düşük tempo), hurda kayıpları (hurdalar ve yeniden işleme kayıpları), kapatma kayıpları, üretimde işgücü kayıpları (yönetim kayıpları, hareket kayıpları), organizasyon kayıpları, lojistik kayıpları, ölçme ve ayar kayıpları, malzeme kayıpları, enerji kayıpları, kalıp ve alet kayıpları vardır.

Toplam verimli bakım aşağıdaki aşamalardan oluşur [9]:

Hazırlık aşaması: Üst yönetim kararının duyurulması, tanıtıcı eğitim ve kampanyalar, organizasyonun hazırlanması.

Temel hedeflerin belirlenmesi: Proje planının hazırlanması.

Uygulama aşaması: Ekipman verimliliğini iyileştirecek sistemlerin kurulması, otonom bakım programının geliştirilmesi, bakım bölümü için bakım programının geliştirilmesi, operasyon ve bakım yeterliliklerinin geliştirilmesine yönelik eğitim verilmesi, ekipman yönetimi programı hazırlanması.

Süreklilik aşaması: Yaygınlaştırma ve seviyenin yükseltilmesi.

### **3.8. Kaizen**

Kaizen, hiçbir işlemin/sürecin nihai halini almadığı, daha da mükemmeline ulaşabileceği, kuru havludan bile su çıkarılabilir anlayışının hâkim olduğu bir yaklaşımdır.

Japonca'da “kai” değişim, “zen” ise iyi, daha iyi anlamına gelmektedir. Kaizen de bu yoldan hareketle daha iyiye ulaşma, gelişme ya da genel kullanım anlamıyla sürekli gelişme demektir. Bu sözcük Japonyada sürekli gelişmeden çok, sürekli gelişme isteği şeklinde kullanılır. Çünkü kaizen sadece işletmelerde kullanılması gereken bir sistem olarak değil, aynı zamanda bir yaşam biçimi olarak düşünölmektedir. Evde, işyerinde, okulda ve hastanede, kısaca her yerde ve her zaman uygulanabilir.

Kaizen iyileştirme demektir. Bir Japon felsefesidir ve yaşam tarzının sürekli iyileşmesi gerektiğini söyler. İşletmeler açısından tanımlayacak olursak kaizen, yöneticilerden işçilere kadar herkesi içeren bir sürekli iyileştirmedir. Japonlara özgü yönetim uygulamalarının özünde kaizen vardır. Kaizen felsefesine göre, işletmenin herhangi bir biriminde herhangi bir gelişmenin olmadığı tek bir gün bile geçirilmemelidir.

Kaizen'in temel yaklaşımlarını dört madde halinde sıralamak mümkündür:

1. Çalışanlar üzerine odaklanır. Üretim sürecindeki yaşananlar, yaptıkları işi daha verimli ve etkili şekilde yapacakları metotları bulmaları için teşvik edilir
2. Ekipman gelişmeleri üzerine odaklanır. Buna göre işyeri düzenlemeleri, ekipmanın kalitesinin yükseltilmesi çalışmaları yapılır.
3. Üretim için gerekli olan süreç ve prosedürler üzerine odaklanır. Eğitimi ve gelişmeyi kısıtlayan politikalar uygulanmaz.
4. Yenilikler üzerine odaklanır. Bu kademe, önceki üç kademede elde edilen sonuçlar maksimum seviyeye ulaştığında devreye girer.

### **3.8.1. Yalın üretimde kaizen**

Stokla beslenmeyen, bu anlamda son derece hassas olan yalın üretim bugün ulaştığı en iyi uygulama konumuna karşı asla gelinmemiş noktayla yetinen, durağan bir sistem değildir. Tersine daha da yetkinleştirilmesi, olabilecek tüm zaman kayıplarının ve israfın adım adım saptanıp gerekli önlemlerin alınması, sistemin devamı ve hassaslığın azaltılması için ön koşuldur. İşte bu yüzden yalın üretimi

bünyesine almış firmalarda her an her aşamada üretimin daha da iyileştirilmesine yönelik sürekli ve düzenli çalışmalar yapılır, sistemin bütününe yayılmış bu dinamik iyileştirme anlayışı da kaizen ile olur [9].

Kaizen geri beslemeye dayanan bir düzeltici faaliyettir. Kaizen ilk aşamada mevcut durumun daha iyiye doğru değiştirilmesi için çalışır. Bunun için öncelikle küçük (bireysel) ve orta boy (küçük guruplar) değişiklikleri öngörür. Ardından büyük değişiklikler (buluşlar) gelir. Kaizen takım çalışmasında çalışmalar için en uygun seçilmiş olan takım liderleri ve takım elemanları mevcuttur.

Sürekli iyileştirme programı üç bölümde incelenebilir:

1. Yönetim öncelikli sürekli iyileştirme
2. Grup öncelikli sürekli iyileştirme
3. Birey öncelikli sürekli iyileştirme

Yönetim Öncelikli Sürekli İyileştirme: Lojistik ve stratejik konular üzerinde yoğunlaşır. Yönetimin imalat hedefleri:

1. Maksimum verimlilikte, maksimum kaliteye ulaşmak,
2. Stoku minimumda tutmak,
3. Zor işleri bertaraf etmek,
4. Kalite ve verimliliği artırmak, çabayı azaltmak için araç ve olanakları kullanmak,
5. Takım çalışması ve işbirliği ile sürekli iyileştirme için sorgulayıcı ve açık fikirli olmaktır.

Yönetim öncelikli iyileştirmeye "Tam Zamanında Üretim" güzel bir örnektir. Yönetim, çabalarını sistemlerin iyileştirmesi için harcamalıdır. Bu ise fonksiyonlar arası yönetim, politika yayılımı ve kalite yayılımı ile sağlanabilir.

Grup Öncelikli Sürekli İyileştirme: Sürekli iyileştirme çalışmaları kalite kontrol çemberleri, gönüllü yönetim gurupları ve problem çözmek için çeşitli istatistiksel araçlar kullanan diğer küçük grup faaliyetleri ile yürütülür. Grup üyeleri sorunları

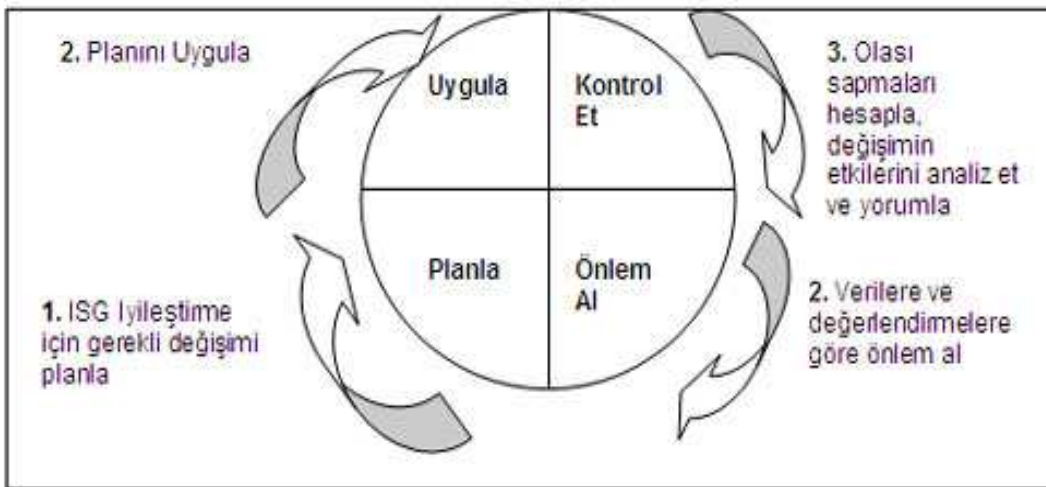
belirler, nedenler analiz edilip belirlenir, önlemler geliştirilip uygulanarak yeni standartlar ve /veya prosedürler oluşturulur.

Birey Öncelikli Sürekli İyileştirme: Önerilerde ortaya çıkmaktadır. Öneri sistemi kişinin daha çok değil, daha akıllıca çalışmasını sağlamaya yönelik bir araçtır. Çalışanların "düşünen çalışanlar" olabilmesi için yönetimin özendirici olması gerekir [36].

### 3.8.2. Kaizen süreci

Belli bir zaman zarfında çok sayıda küçük adımlarla hızlı bir gelişme trendini hedefleyen Kaizen Felsefesi "Damlaya damlaya göl olur" atasözü ile ifade edilebilir. Yani gelişmeler ve iyileştirmeler ufak ama sürekli olmalıdır. Kaizen kavramı süreçlere yöneliktir. Sonuçlar iyileştirilmek isteniyorsa o sonucu sağlayan süreçleri iyileştirmek gerekir. Bir diğer özelliği de herkesin katılımını gerektirmesidir. Gelişme kolektif olarak topluca ekipler vasıtasıyla sağlanacaktır. PUKÖ döngüsü kaizeni (sürekli iyileştirmeyi) sağlamada temel yaklaşımdır.

PUKÖ'nün açılımı şu şekildedir: Sırasıyla, Planla, Uygula, Kontrol Et, Önlem Al (Şekil 3.2). Bu döngü iyileştirme için gerçekleştirilen bir dizi faaliyettir.



Şekil 3.2. PUKO Döngüsü

1.Planla: PUKÖ döngüsünde planlama en kritik evredir. Planlamanın çok iyi hazırlanmış olması "önlem al" evresindeki faaliyetlerin en aza indirilmesine yardımcı olacaktır. Planlama aceleye getirilmemeli ve sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmelidir. Planlamaya gereken önemin verilmemesi "kontrol et" evresinin uzamasına, bu da toplam zaman içinde gereksiz kayıplara neden olur. Saptanan hedeflerin açık, anlaşılır ve ölçülebilir olması gerekir. Önceleri daha kolay ulaşılabilir hedefler belirlenmeli, elde edilen başarılar sonrasında daha zor ve karmaşık hedefler belirlenmeli. Burası çok önemlidir çünkü en baştan konulan ulaşılması zor büyük hedefler, başarılabilmesi durumunda hem moral hem de motivasyon açısından herkesi olumsuz etkiler. Zaten böyle baştan büyük hedeflerin belirlenmesi Kaizen felsefesine de uygun değildir.

Maliyet açısından etkili olduğu sürece, ekipmanı geliştirerek, sorunların tekrarı önlenmelidir. Çabalar başarısız olduğunda problemleri bir bakışta tespit edebilecek, görsel kontroller oluşturulmalıdır. Eğer her iki uygulama da başarısız olursa, insan müdahaleleriyle sorunların tekrarı önlenmelidir. Çalışma standartları, prosedürler ve kontrol formlarıyla takip edilmesi gereken kurallar hazırlanmalıdır. 5N-1K soruları olan "Ne, Niçin, Nasıl, Ne zaman, Nerede, Kim" sorularına cevap arandığı takdirde bu süreç tamamlanmaktadır.

2.Uygulama: Kesinleşen planın uygulanması aşamasıdır. Aynı problemin tekrarını önlemek için, kuralların uygulanması ve takip edilmesi gerekir. Eğer gösterilen çaba yeterli değilse, kontrole dönülmelidir. Hedeflenen kriterler sağlanana kadar aynı döngü tekrarlanacaktır.

3.Kontrol et: Belirlenen performans hedeflerine ne ölçüde yaklaşıldığının belirlenmesi amacıyla uygulama kontrol edilir. Sonuç başarılı ise, uygulama kontrol edilir ve standartlaştırılır ve böylece gerçekleştirilen iyileştirmeden sürekli olarak yararlanır.

4. Önlem al: Sorunları çözmek için karşı önlemler alınmalıdır. Sorunların çözüm yolları saptanarak döngünün ilk aşamasına geçiş sağlanır [9].

### 3.8.3. Kaizenin yararları

Kaizenin bir işletmeye sağlayacağı yararlar şu şekilde sıralanabilir:

1. Kuruluşun tüm faaliyetlerinde canlılık oluşturur
2. Topluluğun aynı amaç ve hedef doğrultusunda çalışması sağlanır
3. Etkileşim içinde olan bölümlerin ortak sorunları en kısa ve kalıcı biçimde çözümlenir
4. Çalışanların bilgi ve beceri düzeyi yükselir, motivasyon artar
5. Verimlilik ve diğer temel rekabet unsurları daha iyi bir gelişme gösterir.

Bu gelişme ile sağlanan olanaklar da, başta o kuruluşu oluşturan çalışanlar olmak üzere, müşteriler ve ürettiği katma değer ile yarattığı işlendirme hacmi yoluyla tüm topluma fayda sağlar [38].

### 3.9. 5S

Japocada Seiri (sınıflandırma), Seiton (düzen), Seison (temizlik), Seiketsu (standartlaşma) ve Shitsuke (disiplin) kelimelerinin baş harflerinden oluşan ve iş yerinde temizlik ve düzenin sağlanması faaliyetlerini kapsayan bir tekniktir [9].

#### 3.9.1. 5S'in faydaları

Endüstriyel düzen, temizliğin faydalarından bazıları şu şekilde açıklanabilir; hataların daha çabuk ve kolay fark edilmesi sayesinde kalitenin iyileştirilmesi, israfların yok edilmesi sayesinde maliyetlerin düşürülmesi, teslimatların tam zamanında gerçekleştirilmesi, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının azalması, takım araç ve gereçlerinin yerleşiminin düzenlenmesi sayesinde hazırlık sürelerinin kısaltılması, üretim akışında da;

- Gereksiz malzemelerin ortadan kaldırılması ve ihtiyaç duyulan malzemelerin uygun yerlerde bulunmamasından dolayı bunların araştırılıp bulunma zamanlarında azalma sağlanır.
- Önceden tahmin edilemeyen duruşların azalmasını sağlar.



- Kirilenmeden dolayı ürün üzerinde oluşabilecek kalitesizlikleri önler.
- Temizlenme ile hatalı ürün sayısı azalır.
- Organize olmuş bir iş merkezi sağlar
- Daha güvenli bir iş merkezi sağlar.

İş Güvenliği: Kirli ve karışık bir işyeri çalışma güvenliğini azaltır. Ancak 5S uygulayan şirketlerde iş kazaları azalır ve bunun yanında güvenlik afislerine olan ihtiyaç da azalır.

Verimlilik: Taşımadan ve gereksiz aramalardan doğan zaman kayıpları azalır. Küçük alanların daha verimli kullanımı sağlanır.

Moral: Taşımadan ve gereksiz aramalardan doğan zaman kayıpları azalır. Küçük alanların daha verimli kullanımı sağlanır.

Kalite: Makine ekipmanı ve aletlerin kir ve tozlanmadan zarar görmesi sonucu hassaslık azalır, ürün kalitesi olumsuz etkilenir.

Makine Performansı: Kir ve tozun makinelerde oluşturduğu aşınma sonucu makine arızaları ve duruşlar azalır, makinede olağan dışı durumlar bir bakışta fark edilir [36].

### **3.9.2. 5S adımları**

5S; sınıflandırma, düzen, temizlik, standartlaştırma adımları ve bu adımların sürekliliğini sağlayan disiplin adımını (Şekil 3.3) içermektedir [9].



Şekil 3.3. 5S adımları

#### Sınıflandırma:

Gerekli - gereksiz ayırımı yapma ve gereksinim duyulmanın ortamdan uzaklaştırılması faaliyetidir.

Proseste ihtiyaç olan ve olmayan tüm nesnelerin ayrılmasıdır. Malzemeler kullanım sıklıkları ve kullanım yerlerine göre tasnif edilir. Tasnif işlemi yapılırken aşağıdaki sorular sorularak ayıklama yapılmalıdır:

- Çalışma sahasında dağınıklık oluşturan gereksiz bir eşya var mı?
- Olduğu gibi bırakılan kablo, boru gibi gereksiz malzemeler var mı?
- Zeminde duran el aleti ve teçhizat var mı?
- Tüm malzemeler sınıflandırıldı mı? Depolandı mı? Etiketlendi mi?
- Tüm el aletleri, ekipmanlar, ölçü aletleri, malzeme ve evrak sınıflandırılıp kendi yerlerine konulmuş mu?

Tüm bu sorulara yanıt aldıktan sonra el aletleri, ekipmanlar, malzeme ve evrak kullanım öncelik ve sıklığına göre sınıflandırılabilir. Ancak birçok zaman gerekli gereksiz ayırımında karışıklık yaşanmakta, bu ayırım tam olarak yapılamamaktadır.

Burada tavsiye edilen, şüpheye düşülmesi durumunda gereksizler kısmına ayrılmasıdır [36].

#### Düzenlilik:

İhtiyaç duyulan araç ve gereçlerin kolayca kullanımını sağlayacak şekilde yerleştirilmesi ve arandığında kolayca bulunacak biçimde etiketlenmesi anlamına gelir. Düzenlilik, üretim faaliyetlerinde ve büro işlerinde hareket kaybı, aramadan kaynaklanan kayıplar, malzeme sayısının fazlalığından kaynaklanan kayıplar gibi birçok kaybı önlemektedir.

#### Temizlik:

Yerlerin temizlenmesi, makine aksamının silinmesi ve genel anlamıyla fabrika alanındaki her şeyin temiz tutulması anlamına gelir. Temizlik işyerinde kir, toz, pas ve atıkların yığılmasını önlemenin yollarını bularak, işgücünden tasarrufu da kapsar. Fabrikalarda ve bürolarda temizlik, aynı zamanda çalışanlardaki stres ve gerginliği azaltır. Temizlik faaliyetlerinin günlük bazda yapılması gerekir. İşletme temizlik alanlarına ayrılır ve her alan için kişiler görevlendirilir. Hangi alanların hangi günlerde, günün hangi saatlerinde, kimin sorumluluğunda temizleneceğini gösteren çizelgeler hazırlanır. Temizlik aynı zamanda orada çalışanların sorumluluğundadır.

#### Standartlaştırma:

Standartlaştırma fonksiyonu, sınıflandırma, düzenlilik ve temizlik sağlandığında ortaya çıkan durumdur. Standartlaştırmadaki amaç, sınıflandırma, düzenlilik ve temizlik uygulaması ile elde edilen kazançlarda bir gerileme olmasını engellemek üzere bu üç aşamayı alışkanlık şekline dönüştürerek uygulamaların korunmasını sağlamaktır. Aksi halde, kısa sürede uygulama öncesine dönülür. İşletme içerisinde kullanılan alet ve ekipmanların temiz ve bakımlı olabilmelerini sağlamak amacıyla yönelik standartları içermektedir. Ancak temiz alet ve ekipmanlar uzun süre ve iyi çalışır. Böylece daha uzun süreli ve düzenli çalışan makinalarla hata oranı ve tamir nedeniyle kaybedilen zaman ve emek en aza indirilmiş olur.

Disiplin:

5S'teki disiplin, uyarı ve cezalardan farklı olarak, doğru prosedürlerin sürekli olarak korunmasının bir davranış biçimi şekline dönüştürülmesi anlamına gelir. Önceki aşamaların kalıcılığı disiplin ile sağlanır. Disiplin ölçülebilir ve uygulanabilir bir teknik olmaktan ziyade, çalışanların davranış biçimleri ile kanıtlanan bir olgudur [9].

### 3.10. Yalın üretim çalışmaları

Dankbaar (1997), çalışmasında otomobil üretici firmalar için geleneksel Ford üretim sistemi ile yalın üretim sisteminin karakteristiklerini karşılaştırmıştır ve yalın üretimin Fordizm'e alternatif üretim sistemi olup olmadığını sorgulamıştır. Yalın üretimde, mevcut sistemi, yeni yatırımlarla veya sadece ufak bir el hareketi değişimiyle veya yerleşim düzenindeki ufak bir değişikliklikle bile her zaman geliştirmenin mümkün olduğunu vurgulamıştır. Dankbaar çalışmasında, Fordizm sisteminde üretim ile ürün geliştirme departmanları arasında güçlü iletişime olanak tanınmazken yalın üretimin bunu iyi başardığından ve eş zamanlı mühendislik (ürün ve süreç geliştirme) kavramını uyguladığından bahsetmiştir.

Jones ve arkadaşlarının (1999) çalışmalarında, yalın iletişim kültürüne sahip olmayan bir şirketin organizasyon yapısı ile yalın bir iletişim sağlayan firmanın organizasyon yapısı kıyaslanmıştır. Çalışmanın devamında çağrı merkezinde çalışan insanlar gözlemlenmiş ve her davranış katma değerli veya değersiz şeklinde tanımlanarak kaydedilmiştir. Değer katmayan işler; bekleme, taşıma, inceleme gibi kategorilere ayrılmıştır. Ekipman – sistem kullanımları, problemler, destekleyici bilgi veren kişilerin sayısı vb. tüm veriler kaydedilmiştir ve bu analizler sayesinde iyileştirme yapılabilecek noktalar tespit edilmiştir. Analiz sonucunda yapılan işlerin % 37 oranında değer katan işler olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bu örnek değer akış analizinin, iyileştirme fırsatlarını tespit etmekte ne kadar etkin bir yöntem olduğunu göstermiştir. Çalışmanın devamında çağrı merkezindeki şebeke arızalarına yönelik balık kılçığı diyagramı ile 5 neden analizi uygulanmıştır. Sonuç olarak, müşteri

odaklı olmak ve stok seviyelerini azaltarak işletme maliyetlerini düşürmenin önemi vurgulanmıştır.

Sullivan ve arkadaşları (2002), çalışmalarını yalın ilkelere uygun gelecek durum tasarımında değer akış haritalamanın rolünü göstermek ve yalın üretim sistemi ile gelecek durum kararlarının maliyet tasarruflarını VSM (değer akış haritalama) ile hesaplamak amacı ile hazırlamışlardır. İlk olarak mevcut durum değer akış haritası çizilmiş, toplam çevrim zamanı ve değer katan iş süreleri belirtilmiştir. Gelecek durum için önerilen VSM çizilerek gösterilmiştir. Yalnızca 165 dakikası katma değerli iş olan toplam 9 gün 2,75 saat olan çevrim süresinin 16 saat 45 dakikaya düşürülmesi ön görülmüş ve her bir işlem adımı arasında önemli miktarlarda yarı mamul stokları varken bu stokların minimum değerlere indirilmesi hedeflenmiştir. Bunun sağlanması için Spagetti diyagramları (çalışanların yürüme sürelerini azaltmak için kullanılan bir yöntem) kullanılmıştır. Haftalık üretim programı yerine günlük üretim programları hazırlanarak freze ile delme operasyonları arasındaki 1 günlük stok yok edilmiştir. Ayrıca hazırlık zamanlarının minimuma indirilmesi ön görülmüştür. Sonuç olarak yalın üretim uygulamalarında % 33 oranında değer katmayan işlerin yok edilmesi ve % 45 oranında kusurların azaltılması gösterilmiştir. Toplam tasarruf; yılda 100.000 \$ olarak hesaplanmıştır. Söz konusu yalın üretim hücreleri kurulumu için 2001 yılının başında 330.000 \$'lık yatırım ön görülmüş ve çeşitli hesaplamaların ardından yıllık 16.000 \$'lık net kar miktarı elde edilmiştir.

Dal Pont ve arkadaşları (2008), çalışmalarında yalın sistemin; tam zamanında üretim, toplam kalite yönetimi ve insan kaynakları yönetimi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Finlandiya, İsveç, Almanya, Japonya, Kore, Avusturya, İtalya, İspanya ve ABD ülkelerinde bulunan ve makine, elektronik ve otomotiv olmak üzere üç farklı sektörde imalat yapan 266 üretim tesisi üzerinde 2005-2007 yılları arasında toplanan veriler ile anket yapılarak yalın üretimin Tam Zamanında Üretim (JIT) ve Toplam Kalite Yönetimi'ne (TKY) doğrudan, İnsan Kaynakları Yönetimi'ne (HRM) ise dolaylı olarak etkisi olduğu gösterilmiştir.

Pattanaik ve arkadaşlarının (2009) çalışmasında yalın uygulamalar prensipleriyle kurulan bir hücresel düzen tasarımı örneklendirilmiştir. Takt zamanı esas alınarak

çeşitli parçalar için hücreler arası akış sağlanarak darboğaz noktalar tespit edilmiş ve bekleme, malzeme taşıma vb. israflar minimize edilmiştir. Çalışmada bir ABD mobilya üreticisinin, yalın üretim sistemlerinin uygulanmasında hücresel üretim düzenini uygulayarak verimliliğini % 36 arttırdığı; füze parçaları üreten bir kurumun montaj atölyesine yönelik yaptığı çalışmada yarı mamulleri oluşturan alt bileşenlerinin hangi makinelerde ne kadar zamanda üretildiği, işlem sıraları, makineler arası taşıma zamanları, makinelerin boş kalma zamanları, taşıma zamanları vb. değerler kullanılarak optimum yerleşim belirlenmeye çalışılmış ve sonuçta yalın üretimin uygulanabileceği yalın hücreler oluşturulmuştur. Çalışmanın sonunda mevcut durum haritası ve gelecek durum haritası çizilmiştir.

Álvarez ve arkadaşları (2009), çalışmalarında yalın üretim uygulamaları araçlarından VSM (Değer akış haritalama), kanban ve milkrun uygulamalarının işletmelere katkısını araştırmışlardır. Bir montaj hattında bu uygulamalar yapılmıştır. Çalışmanın başlangıcında seçilen ürünün imalat prosesi çizilerek ilk VSM çizilerek katma değeri olmayan noktalar belirtilmiştir ve itme üretim sistemi olduğu için yarı mamul stoklarının olduğu gözlemlenmiştir. Toplam üretim zamanı 19,82 gün ve değer katan iş oranı % 0,383 olarak hesaplanmış ve stokların da azaltılması hedeflenmiştir. İlk analizler sonucu kanban ve süpermarket ile çekme sistemi oluşturulmasına karar verilmiş ve böylece değer katan faaliyet oranını artırıp, stokları ve yürüme-taşıma mesafelerini azaltmak hedeflenmiştir. İş istasyonları arasında konveyörlü taşıma sistemi kurulmuş ve kanban sistemi uygulamaya alınmıştır. Uygulamalar sonucunda sonraki durum VSM çizilerek kaydedilen gelişim gösterilmiştir. Çevrim süresi 19,75 günden 17,1 güne indirilirken değer katan iş oranı % 0,38'den % 0,44'e çıkarılmış ve stok değerlerinde ciddi oranda azalmalar kaydedilmiştir.

Sundin ve arkadaşları (2011), İsveç'te bulunan bir atık geri dönüşüm merkezinde yalın üretim prensiplerini uygulamışlardır. Çalışmalarında İsveç'te faaliyet gösteren 16 geri dönüşüm merkezinde röportajlar ve anketler yardımıyla veri toplamışlar ve gözlemler yapmışlardır. Genel olarak malzemelerin yanlış yerleşimi ve ziyaretçilerin sırada bekleme problemlerini tespit etmişlerdir. Bu kapsamda yalın üretim prensiplerini uygulayarak geri dönüşüm merkezinin kapasitesini arttırmak ve ziyaretçilerin geri dönüşüm merkezinde kalış süresini (çevrim süresini) azaltmak,

yani akışı hızlandırmayı amaçlamışlardır. Bu bağlamda yapılan yerleşim düzenleme çalışmaları ile araçları doğru yerlere yönlendirecek trafik levhaları yapılmış, gidiş-geliş şeritleri ayrılarak araç akış trafiği rahatlatılmış, dolayısıyla da çevrim zamanı azaltılmıştır. Darboğaz pozisyonunda olan konteynerlerin yerleşimlerine düzenlemeler yapılarak taşıma ve dolaşma mesafeleri azaltılmış ve akış hızlandırılmıştır.

Teichgräber ve Bucourt (2011), hastane için gerekli olan bir malzeme tedarik sürecinde VSM değer akış haritalama tekniğini kullanmışlardır. Çalışmalarında ilk olarak mevcut durum değer akış haritasını oluşturmuşlardır ve malzeme tedariki sürecindeki faaliyetlerin yalnızca % 15,4'ünün katma değerli iş olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmalarının devamında gelecek durum VSM'i oluşturarak kanban stok alanı oluşturmuşlar ve % 38,5 oranındaki değer katmayan faaliyetleri yok etmişlerdir.

Singh ve arkadaşları (2011), Hindistan'da piston pimi üretimi yapan küçük bir firmada, çalışma sürelerinin indirilmesi amacı ile VSM (değer akış haritalama) metodunu kullanmışlardır. Çalışmada piston pimi üretim hattının mevcut durum haritası oluşturulmuş, çevrim zamanı 281 saat, değer katan operasyonların süreleri ise 611 saniye olarak tespit edilmiştir. Üretim hattında toplam 12 kişi çalışmaktadır. Mevcut durum haritasında tespit edilen darboğaz noktalarda yapılacak olan kaizen çalışmaları, yine darboğaz nokta olan torna tezgâhında kalıp değişim süresinin azaltılması çalışması ve stokları azaltma amacı ile üretim kanbanı uygulamaları ile gelecek durumda ulaşılabilecek değer akış haritası çizilmiştir. Gelecek durumda çevrim zamanının 281 saatten 47,64 saate düşürülebileceği ve üretim hattında çalışan sayısının 12'den 10'a düşürülebileceği gösterilmiştir.

## **BÖLÜM 4. YALIN ÜRETİM SİSTEMİNİN UYGULANMASI**

### **4.1. Firma Hakkında Kısa Bilgi**

Firma 30 yılı aşkın süredir taşımacılık sektöründe hizmet vermekte olup 1993 yılında treyler fabrikasını kurup kısa bir süre içerisinde Avrupa'nın en büyük treyler üretici firmalarından biri olmuştur. Firmanın yaklaşık 900 çalışanı bulunmaktadır.

Firmada tenteli – perdeli, kutu tip, tanker silo ve özel amaçlı araçlar olmak üzere 4 ana ürün üretilmekte olup bu ana ürünler kendi içlerinde geniş bir ürün yelpazesine sahiptir ve firma müşterilerin hemen hemen her türlü ihtiyaçlarını karşılayabilecek teknoloji, mühendislik ve tesis kapasitesine sahiptir. Her bir ürün temel olarak kaynaklı imalat, boyahane ve montaj ana hatlarında üretilmektedir.

Firma ürünlerini yerli piyasaya ürettiği gibi Dünya'nın birçok ülkesine de ihracat yapmaktadır.

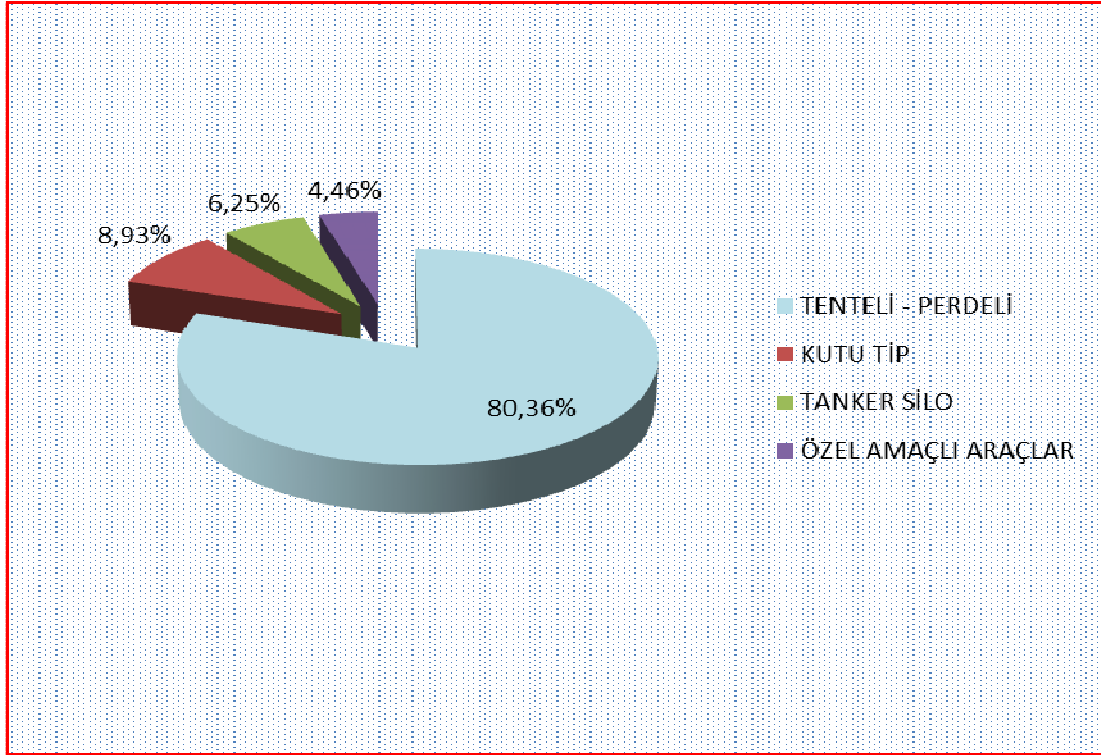
### **4.2. Mevcut Durumun İncelenmesi**

Öncelikli olarak uygulama çalışmalarının yapılacağı ürün tipi belirlenmiştir. Daha sonra seçilen ürün tipine ait mevcut proses ve değer akış haritaları çizilip darboğaz olan istasyonlar tespit edilmiş ve bu istasyonlara ait iyileştirmeler yapılmıştır.

#### **4.2.1. Ürün tipinin seçilmesi**

Şekil 4.1'de görüldüğü gibi firmanın üretim rakamlarının % 80'inden fazlasını tenteli–perdeli ürün grubu oluşturmaktadır. Bu yüzden bu çalışmada seçilen ürün tipi tenteli–perdeli ürünü olmuştur.





Şekil 4.1. Firmada üretilmekte olan ürün tipi dağılımı

#### Tenteli – Perdeli Ürün Grubunun Temel Özellikleri:

- Yarı romörk araçlardır.
- Çekici tarafından çekilirler.
- Perdeli ve brandalı tipleri mevcuttur.
- Yük taşıma sektöründe kullanılırlar.

#### 4.2.2. Proses akışı

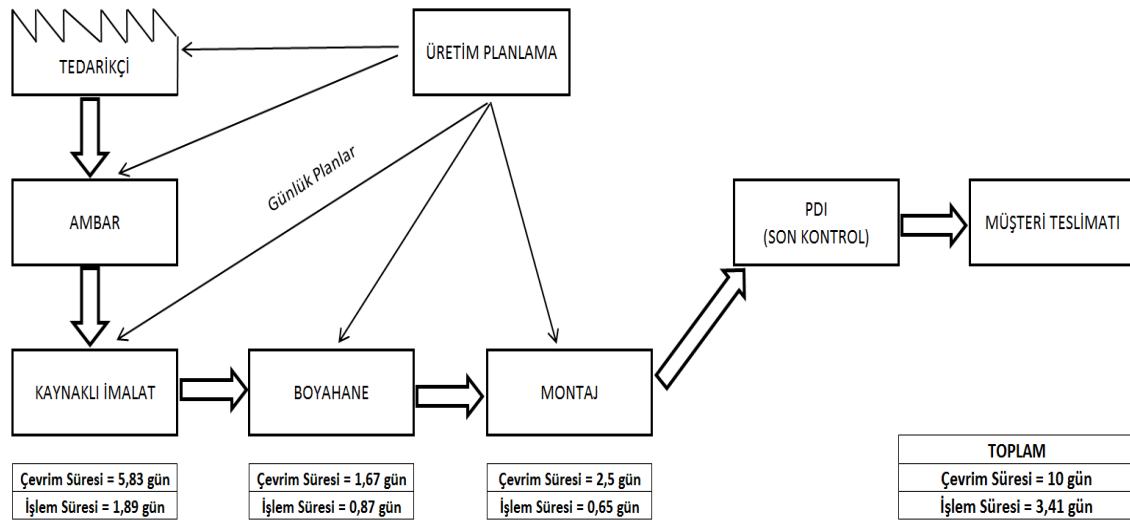
Satış departmanından siparişler üretim planlama departmanına iletilir. Üretim planlama birimi 4 haftalık kesin ve 3 aylık kesin olmayan üretim planını sisteme girer. Tedarik zinciri departmanı siparişlere ait malzeme ihtiyaçlarını tedarikçilere sipariş eder. Tedarikçilerden gelen malzemeler ana ambarda depolanır. Günlük üretim planlarına göre üretim için gerekli olan malzemeler üretim istasyonlarına iletilir. Firmada çalışma prensibi olarak malzeme ihtiyaçlarını belirlemek için bir

itme sistemi olan MRP'den faydalanılırken imalat ortamında yalın üretim tekniklerinden yararlanılmaktadır.

Üretim kaynaklı imalatta başlar. Kaynaklı imalatta üretim aşamasını tamamlayan ürün (şasi), forklift vasıtasıyla boyahaneye taşınır. Boyahanede şasi ve şasiye monte edilen diğer parçalar boyandıktan sonra montaj hattına iletilir. Ürün montaj istasyonunda tamamlandıktan sonra PDI son kontrol bölümüne taşınır ve sorunsuz olan ürün (treylar) müşteriye çekici ile birlikte teslim edilir.

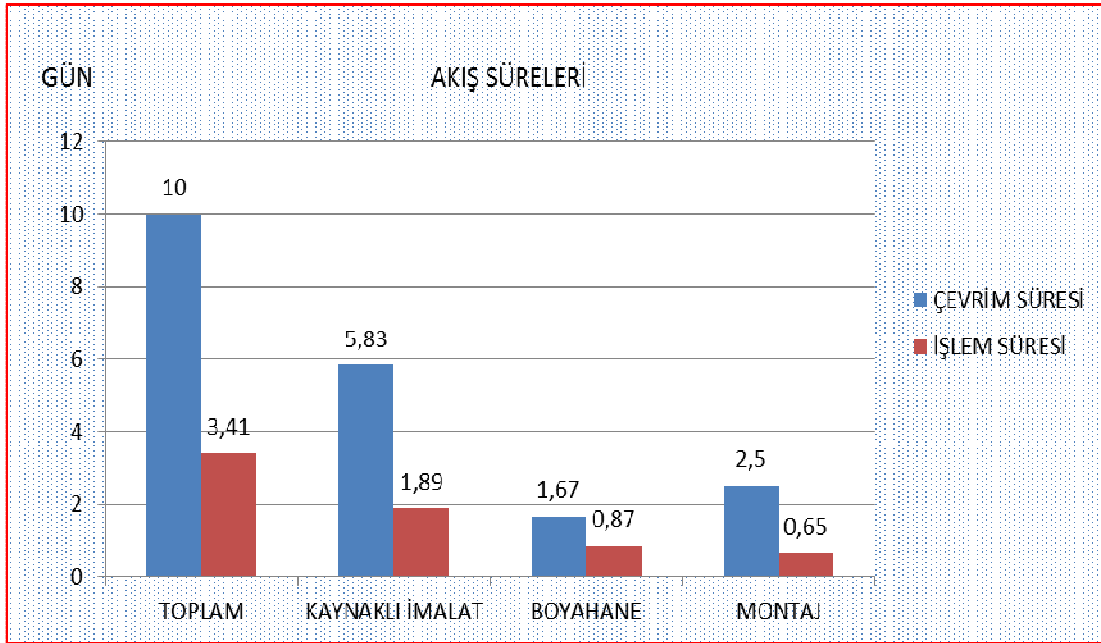
#### 4.2.3. Mevcut durum değer akış haritası

2010 yılı şubat ayında yapılan gözlemler sonucu mevcut durumda tenteli-perdeli ürününe ait değer akış haritası oluşturulmuştur. Bu gözlemlerde toplam çevrim süresi ve fiili yapılan işlem süreleri kayıt altına alınarak çalışmalara başlamadan önceki mevcut durum ortaya konmuştur (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Mevcut durum değer akış haritası

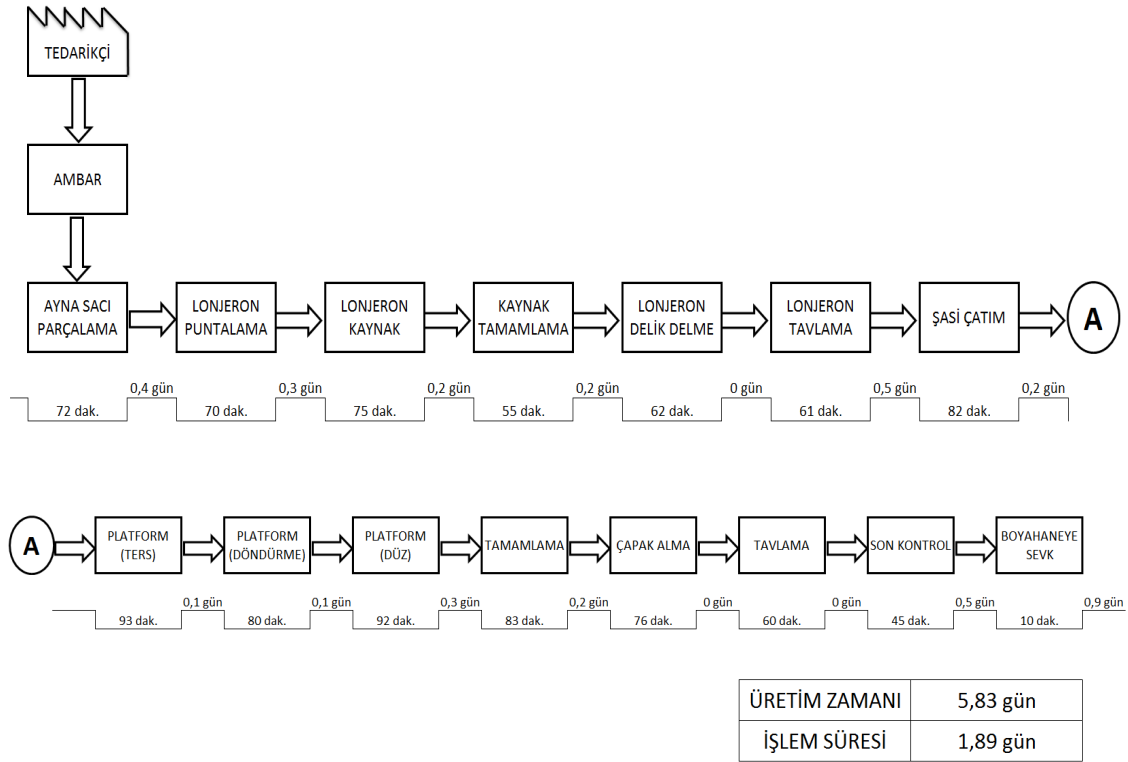
Şekil 4.2'de görüldüğü gibi bir ürün toplamda 10 gün üretim hatlarında kalmaktadır ve bu sürenin sadece 3,41 gününde fiili olarak işlem görmektedir. Mevcut durum akış sürelerinin üretim hatları bazında grafiği Şekil 4.3'te gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Mevcut durum akış süreleri

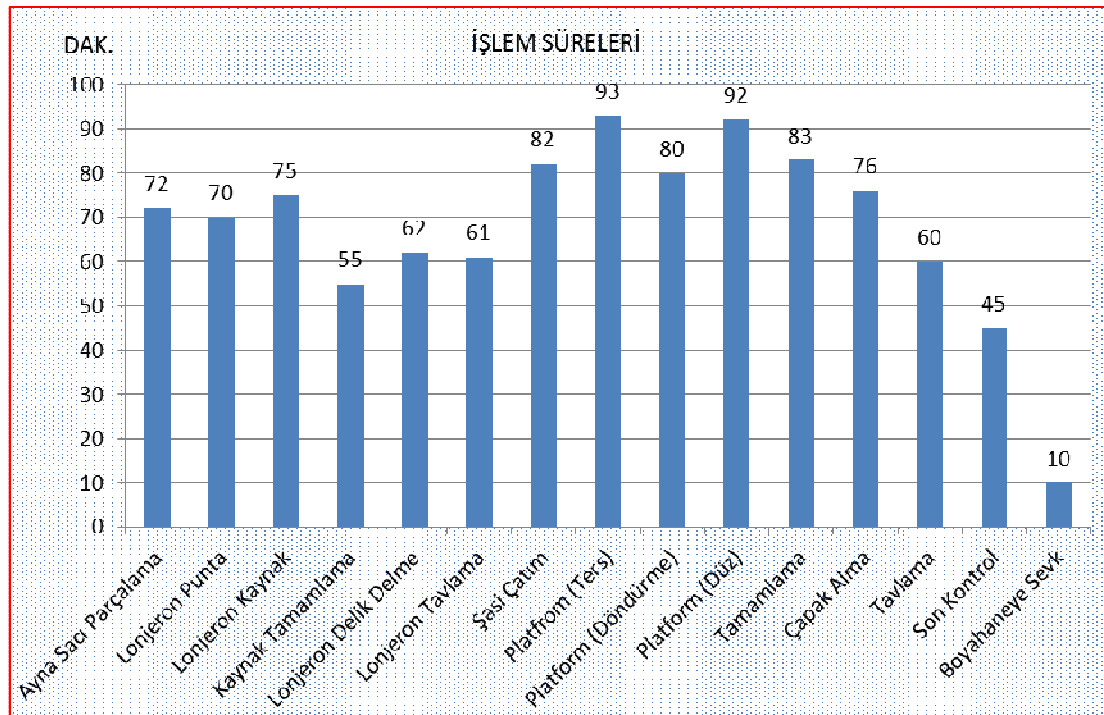
Aşağıda kaynaklı imalat, boyahane ve montaj bölümlerine ait mevcut durumları gösteren değer akış haritaları incelenmiştir.

Şekil 4.4'te kaynaklı imalata ait mevcut durum değer akış haritası verilmiştir. Dakika cinsinden verilmiş olan rakamlar işlem sürelerini, gün bazında verilmiş olan rakamlar bekleme sürelerini vermektedir. Örneğin; ürün kaynak tamamlama istasyonundan önce 0,2 gün stokta bekleyip, kaynak tamamlama istasyonunda 55 dakika işlem gördükten sonra 0,2 gün daha stokta beklemektedir. Bunun sebebi, stoklu çalışılması ve istasyonlar arasındaki işlem sürelerinin dengesiz olmasıdır.



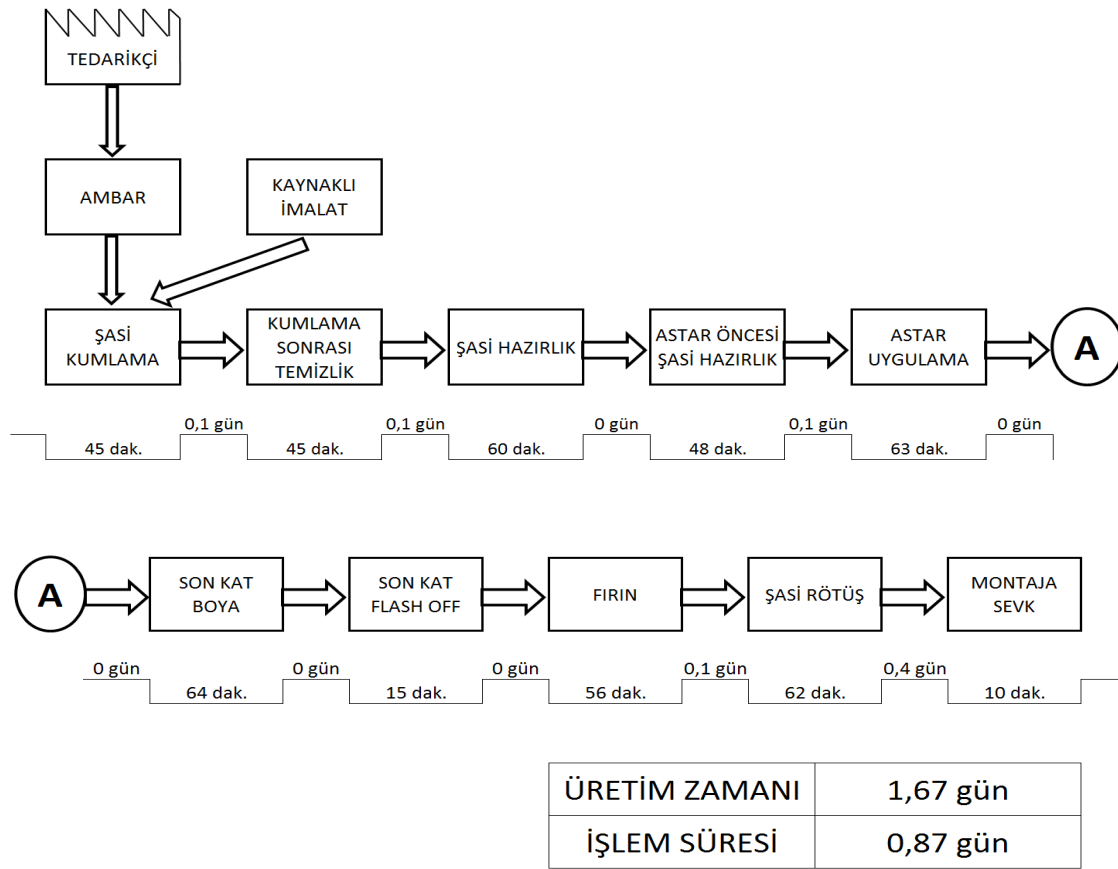
Şekil 4.4. Kaynaklı imalat hattı mevcut durum değer akış haritası

Kaynaklı imalatta yer alan istasyonlara ait işlem süreleri grafiği Şekil 4.5'te verilmiştir.



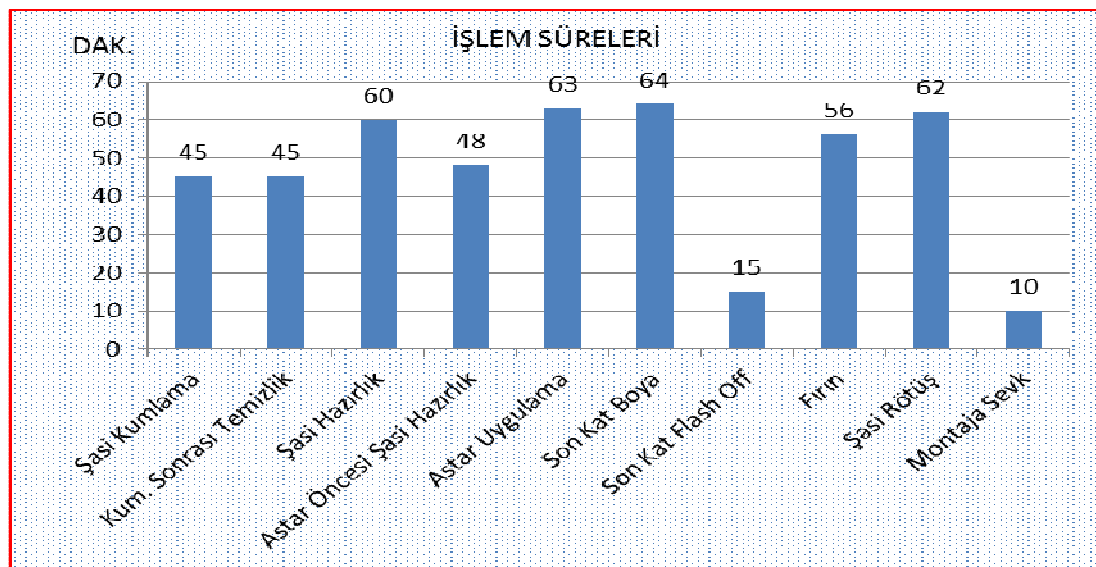
Şekil 4.5. Kaynaklı imalat istasyonları işlem süreleri

Şekil 4.6’da boyahaneye ait mevcut durum değer akış haritası verilmiştir.



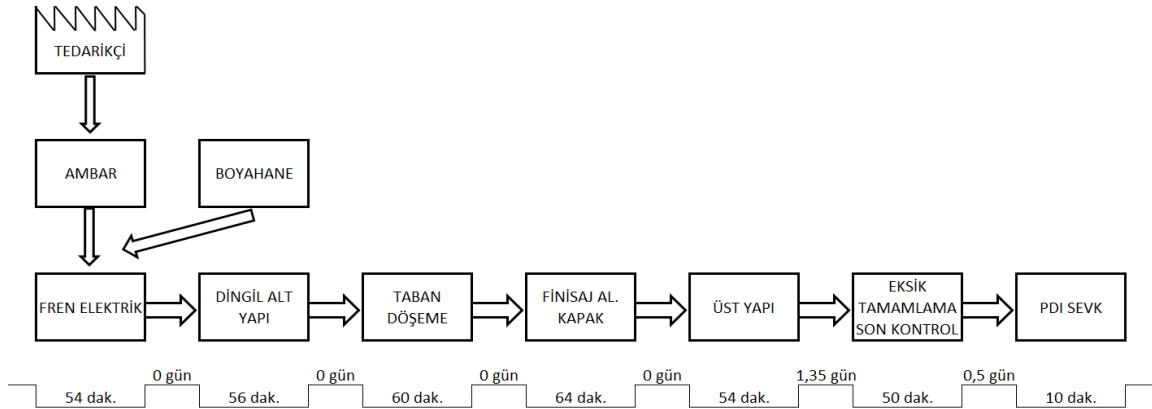
Şekil 4.6. Boyahane hattı mevcut durum değer akış haritası

Boyahanede yer alan istasyonlara ait işlem süreleri grafiği Şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.7. Boyahane istasyonları işlem süreleri

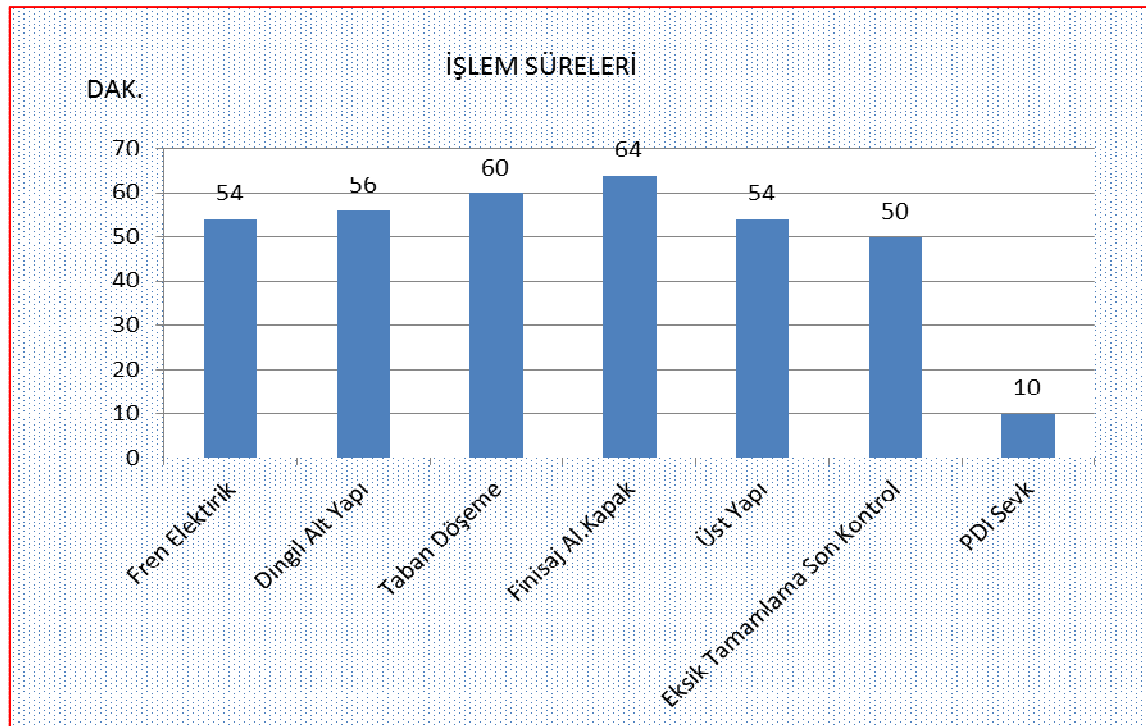
Şekil 4.8’de montaj hattına ait mevcut durum değer akış haritası verilmiştir.



ÜRETİM ZAMANI	2,5 gün
İŞLEM SÜRESİ	0,65 gün

Şekil 4.8. Montaj hattı mevcut durum değer akış haritası

Montaj hattında yer alan istasyonlara ait işlem süreleri grafiği Şekil 4.9’da verilmiştir.



Şekil 4.9. Montaj hattı istasyonları işlem süreleri

### 4.3. Uygulama Yapılacak İstasyonların Seçimi

Kaynaklı imalat, boyahane ve montaj hatlarındaki veriler sonucu oluşan değer akış haritaları incelendiğinde yalın üretim uygulamalarının üretim zamanları en uzun olan kaynaklı imalat istasyonlarında yapılmasına karar verilmiştir.

Kaynaklı imalat hattı mevcut durum değer akış haritası incelendiğinde ise (Bkz. Şekil 4.4), darboğaz istasyonların “Platform (ters)” (işlem süresi 93 dakika), “Platform (düz)” (işlem süresi 92 dakika), “Tamamlama” (işlem süresi 83 dakika) ve “Şasi çatım” (işlem süresi 82 dakika) ve “Platform (döndürme)” (işlem süresi 80 dakika) olduğu görülmektedir. Bu durum, kaynaklı imalat hattında ancak 93 dakikada 1 araç üretilebildiğini göstermektedir.

Bundan sonraki bölümlerde yalın üretim uygulamalarının yapıldığı kaynaklı imalat hattındaki darboğaz istasyonları olan platform (ters), platform (düz), platform (döndürme), tamamlama ve şasi çatım istasyonlarındaki çalışmalar anlatılmıştır.

### 4.4. Platform İstasyonlarında Yapılan Hat Akışı Dengeleme Çalışması

Platform istasyonlarında şasi çatım istasyonunda puntalanan şasi parçalarının kaynakları yapılmaktadır. Şasinin alt bölgesindeki kaynaklar “Platform (ters)” istasyonunda, dikey pozisyonlu kaynaklar “Platform (döndürme)” istasyonunda ve şasinin üst bölgesindeki kaynaklar “Platform (düz)” istasyonunda yapılmaktadır. Bu istasyonların akış hızını arttırmak; kaynak miktarlarını azaltmak, daha hızlı kaynatmak veya istasyonlara ilave operatörler yerleştirmek gibi yöntemlerle mümkün olmayacaktır, çünkü şaside mukavemet hesapları sonucunda tanımlanmış olan kaynak miktarları belirlidir ve kaynak miktarlarının azaltılması söz konusu değildir. Yine kaynak mühendisleri tarafından tanımlanan kaynak hızlarında herhangi bir değişiklik yapmak da söz konusu değildir. İstasyondaki operatör sayısını arttırmak ise, çalışma şartları ve iş güvenliği açısından uygun değildir. Kaynak işlemi yapan operatörler arasında belirli mesafenin olması gerekmektedir ve istasyonda çalışan operatör sayısı olabilecek maksimum seviyededir.

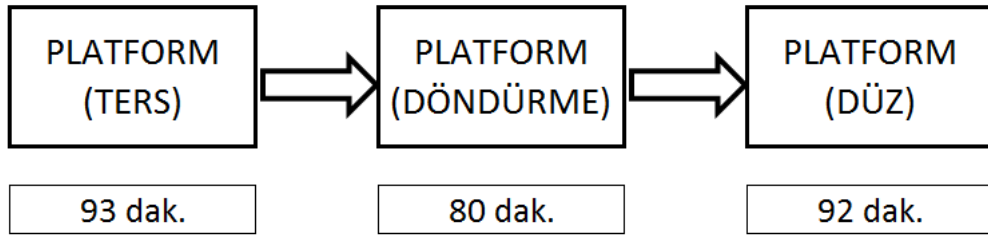
Belirtilmiş olan çözüm önerileri dışında geriye tek bir çözüm kalıyor; o da istasyon sayısını arttırmaktır. Platform (ters) veya platform (düz) istasyonlarından birine paralel bir istasyon kurmak için her hangi bir yatırım yapmaya gerek yoktur çünkü bu istasyonlarda kaynak makineleri dışında maliyet gerektiren herhangi bir makine, düzenek vb. yoktur. Platform (döndürme) istasyonunda ise kaynak makineleri dışında şasinin hidrolik sıkma sistemleriyle sabitlendiği ve kumanda ile şasiyi 360 derece döndürüp sabitleyebilen 25.000 € değerinde döndürme fikstürü (Şekil 4.10) bulunmaktadır. Bir başka deyişle platform (döndürme) istasyonuna paralel bir istasyon kurmak için 25.000 € değerinde yatırım maliyeti gerekmektedir. Bu yüzden kurulacak paralel istasyonun seçimi için öncelikle platform (ters), ardından platform (düz) istasyonları incelenmiştir.



Şekil 4.10. Döndürme fikstürü

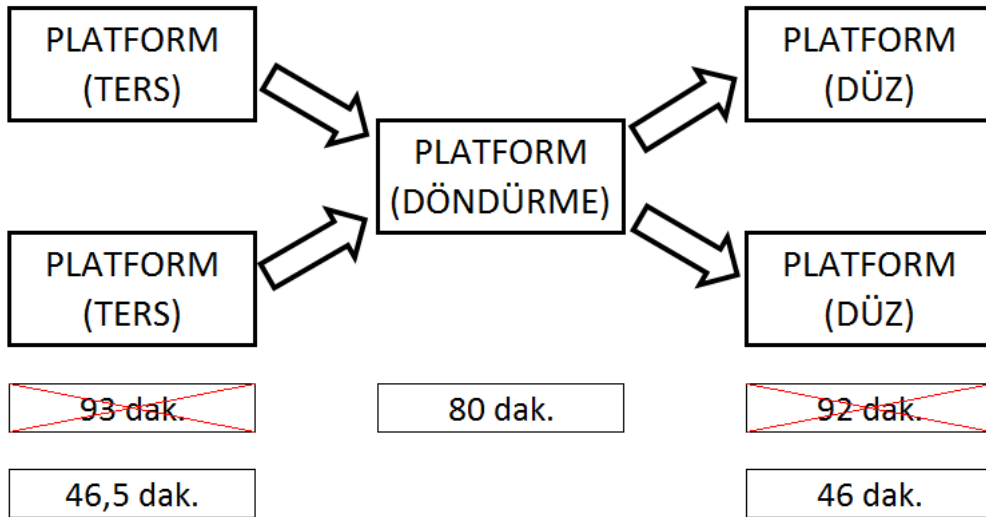
Platform istasyonlarının işlem zamanları Şekil 4.11’de verilmiştir. Platform (ters) istasyonuna paralel bir istasyon kurduğumuzda bu istasyonun akış süresini  $93 / 2 = 46,5$  dakikaya indirebiliriz ancak platform (düz) istasyonunun akış süresi 92 dak. olarak kalacağı için kazancımız sadece 1 dakika olacaktır. Dolayısıyla tek başına platform (ters) istasyonuna paralel bir istasyon kurmak anlamlı değildir.





Şekil 4.11. Platform istasyonları mevcut akış süreleri

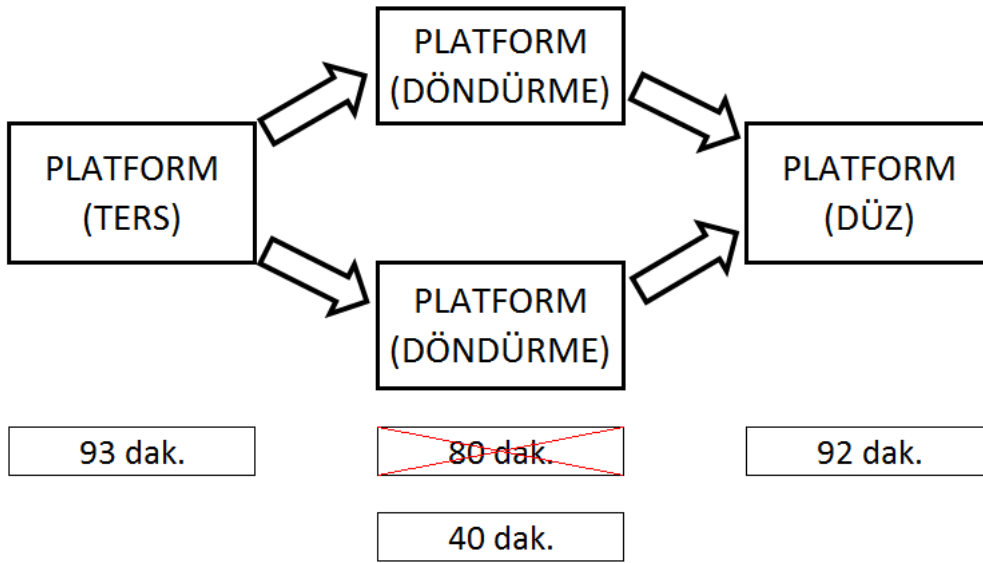
Platform (ters) istasyonu ve platform (düz) istasyonlarının her ikisine de paralel birer istasyon kurduğumuzda ise akış süreleri Şekil 4.12'deki gibi olacaktır.



Şekil 4.12. Platform (ters) ve platform (düz) istasyonlarına paralel istasyonlar kurulduğu durumdaki akış süreleri

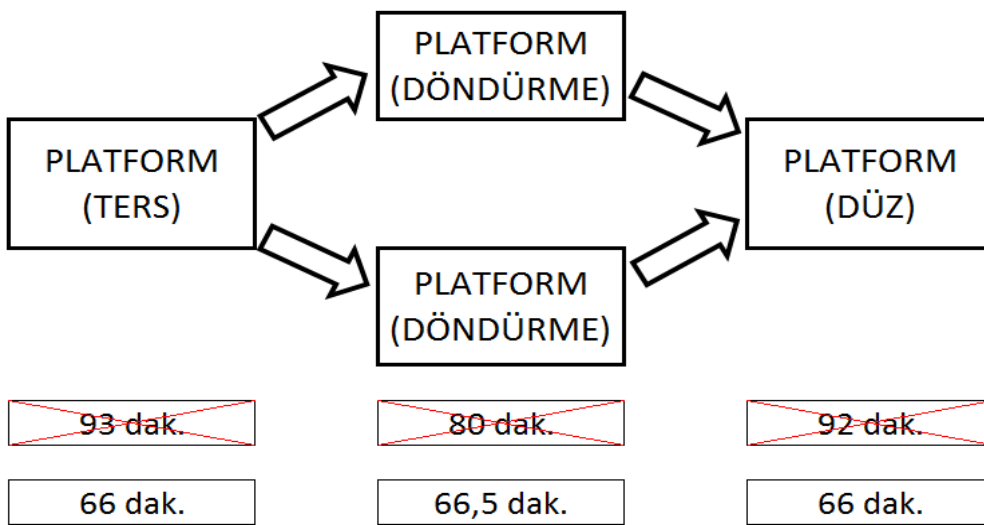
Bu durumda akış süresi 80 dakikaya indirilmiş olur. Platform (döndürme) istasyonunda dikey pozisyondaki kaynaklar döndürme fikstüründe yapıldığı için bu istasyondaki işlerin bir kısmını diğer istasyonlara kaydırmak mümkün değildir.

İlave 2 paralel istasyon kurarak akış süresi ancak 80 dakikaya indirilebilmiştir. Bunun yerine döndürme istasyonuna paralel bir istasyon kurulduğunda ise akış süreleri Şekil 4.13'teki gibi olacaktır.



Şekil 4.13. Platform (döndürme) istasyonuna paralel istasyon kurulduğu durumdaki akış süreleri

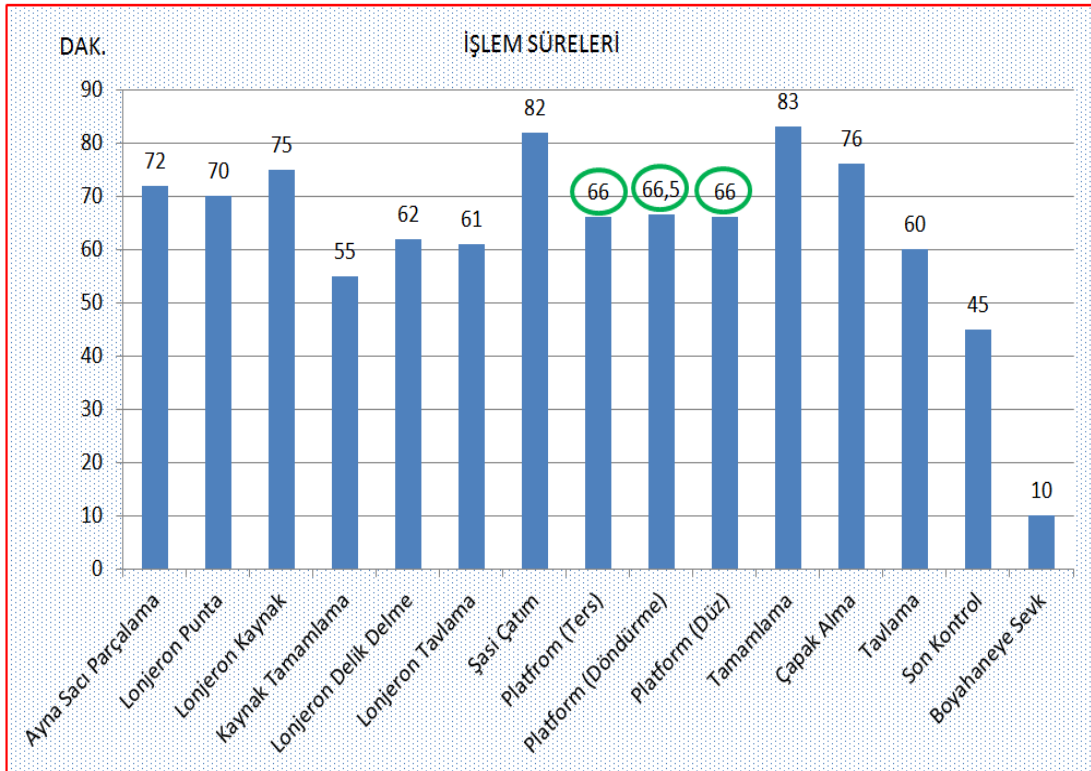
Platform (ters) ve platform (düz) istasyonlarındaki işlerin bir kısmının platform (döndürme) istasyonuna kaydırılması mümkündür çünkü döndürme fikstürü 360 derece dönebildiği için şasiyi hem ters konuma hem de düz konuma getirip sabitleyebilmekte ve çalışma imkanı sağlamaktadır. Platform (ters) istasyonundaki 27 dakikalık işleri ve platform (düz) istasyonundaki 26 dakikalık işleri platform (döndürme) istasyonlarına kaydığımızda oluşan yeni akış süreleri Şekil 4.14'teki gibi olacaktır.



Şekil 4.14. Platform (döndürme) istasyonuna paralel istasyon kurulup iş dengeleme yapıldığı durumdaki akış süreleri

Sonuç olarak platform (döndürme) istasyonuna paralel istasyon kurup platform istasyonlarında iş dengeleme yapılarak akış süresi 66,5 dakikaya kadar düşürülmüştür. Yatırım maliyeti 25.000 € olmuştur.

Platform istasyonlarında hat akışı dengeleme çalışması sonucunda oluşan kaynaklı imalat akış süreleri grafiği Şekil 4.15'te verilmiştir.



Şekil 4.15. Platform istasyonları hat akışı dengeleme uygulaması sonra kaynaklı imalat işlem süreleri

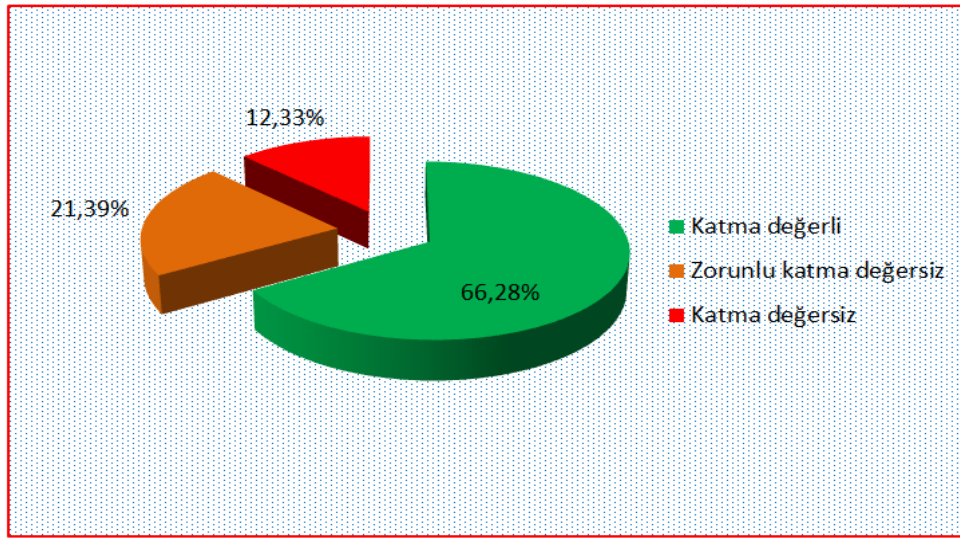
Gelinen noktada darboğaz istasyonlar “Tamamlama (işlem süresi 83 dakika) ve “Şasi çatım” (işlem süresi 82 dakika) istasyonlarıdır.

#### 4.5. Tamamlama İstasyonunda Yapılan Kaizen Çalışması

1.ADIM KAIZEN EKİBİ: Kaizen ekibi tamamlama istasyonu çalışanları olmuştur. Ekip lideri olarak tamamlama istasyonunun grup lideri seçilmiştir.



Zaman etüdü (Tablo 4.1) yapılarak istasyondaki iş tanımları, operasyon zamanları ve katma değerli, zorunlu katma değersiz ve katma değersiz olmak üzere iş tipleri belirlenmiştir. Toplam 277,35 ad\*dak'lık operasyonların 183,83 ad\*dak'sı yani % 66,28'i katma değerli iş, 59,32 ad\*dak'sı yani % 21,39'u zorunlu katma değersiz iş, 34,20 ad\*dak'sı yani % 12,33'ü katma değersiz iş (israf) olduğu tespit edilmiştir. (Şekil 4.16)



Şekil 4.16. Tamamlama istasyonunda yapılan işlerin dağılımı

4.ADIM KAIZEN PLANI: Mevcut durum verileri toplandıktan sonra çalışma planı oluşturulmuştur. Kaizen uygulamasında yer alan 12 adım için tamamlanma haftaları belirlenerek çalışmanın tamamlanması için hedef tarih belirlenmiştir. (Tablo 4.2)

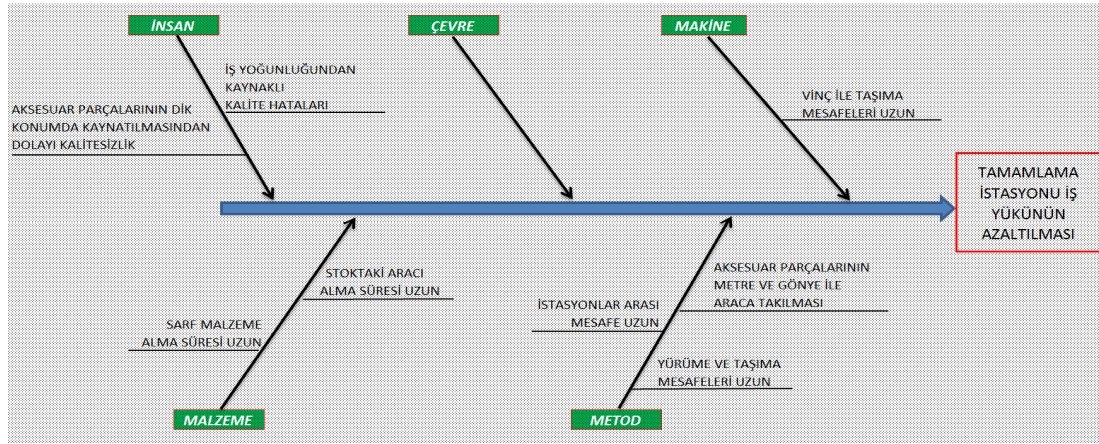
Tablo 4.2. Kaizen planı

KAIZEN ADIMLARI	HAFTALAR					
	18.HAFTA	19.HAFTA	20.HAFTA	21.HAFTA	22.HAFTA	23.HAFTA
1 Kaizen ekibinin kurulması						
2 Tema seçimi						
3 Mevcut durum analizi						
4 Kaizen planı						
5 Hedefin belirlenmesi						
6 Sebep - sonuç analizleri						
7 Çözüm planları						
8 Uygulamalar						
9 Hedef - sonuç analizi						
10 Kazançların analizi						
11 Ekip değerlendirmesi						
12 Standartlaştırma						

5.ADIM HEDEFİN BELİRLENMESİ: Takım üyeleri ile bir araya gelinerek mevcut durum analizinde saptanan 277,35 ad\*dak'lık süre üzerinden % 20 iyileştirme hedef olarak belirlenmiştir.

6.ADIM SEBEP-SONUÇ ANALİZİ: Bu adımda problem çözme tekniklerinden balık kılıçığı diyagramı, beyin fırtınası ve neden-neden analizi uygulanmıştır.

Beyin fırtınası ile mevcut durumdaki problemler tespit edilerek balık kılıçığı diyagramına (Şekil 4.17) yerleştirilmiştir.



Şekil 4.17. Balık kılıçığı diyagramı

Balık kılıçığı diyagramı ile tespit edilen her bir problem için Tablo 4.3'te görüldüğü gibi neden – neden analizi uygulanmış ve problemlerin kök sebepleri araştırılmıştır.

Tablo 4.3. Neden neden analizi

PROBLEM	1.NEDEN	2.NEDEN	3.NEDEN	4.NEDEN	5.NEDEN	KÖK SEBEP
Aksesuar parçalarının metre ve gönye ile araca takılması	Konumlama düzeneği yok	Şasi çatım fişstüründe yapılmıyor	Şasi çatım fişstüründe gerekli aparatlar yok			Şasi çatım fişstüründe gerekli aparatlar yok
Yürüme ve taşıma mesafeleri uzun	Malzeme rafı ile araç arasındaki mesafe uzak	Yerleşimin uygun olmaması	Yerleşim çalışması yapılmamış			Yerleşim çalışması yapılmamış
Vinç ile taşıma mesafeleri uzun	Operatör vinç ile gereğinden fazla çalışıyor	Çalışma alanı uzun	Stoklu çalışma yapıyor Yerleşimin uygun olmaması	SS çalışması yapılmamış Yerleşim çalışması yapılmamış		SS çalışması yapılmamış Yerleşim çalışması yapılmamış
Stoktaki araç alma süresi uzun	Stokta üst üste konulmuş araçlar var	İstasyonlar arası akış dengesizliği var	İstasyonlar birbirinden bağımsız çalışıyor	Yalın akış çalışmaları yapılmamış		Yalın akış çalışmaları yapılmamış
Sarf malzeme alma süresi uzun	Çalışma alanı uzun	Stoklu çalışma yapıyor Yerleşimin uygun olmaması	SS çalışması yapılmamış Yerleşim çalışması yapılmamış			SS çalışması yapılmamış Yerleşim çalışması yapılmamış
İstasyonlar arası mesafe uzun	Araç önde puntalanıyor, geride kaynatılıyor	Yerleşimin uygun olmaması	Yerleşim çalışması yapılmamış			Yerleşim çalışması yapılmamış
Aksesuar parçaları kaynakları kalitesiz	Dik konumda kaynak yapılıyor	Araç çevirme durumu yok	Tamamlama istasyonunda kaynatılıyor	Şasi çatım fişstüründe yapılmıyor	Şasi çatım fişstüründe gerekli aparatlar yok	Şasi çatım fişstüründe gerekli aparatlar yok

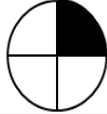
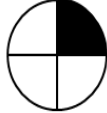
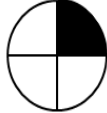
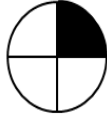


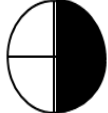


Kök sebepleri incelendiğinde;

- Şasi çatım fikstüründe aksesuar parçaları için aparat olmaması
- Yerleşim çalışmalarının yapılmamış olması
- 5S çalışmasının yapılmamış olması
- Yalın akış çalışmalarının yapılmamış olması

olmak üzere 4 ana kök sebep olduğu görülmüştür.

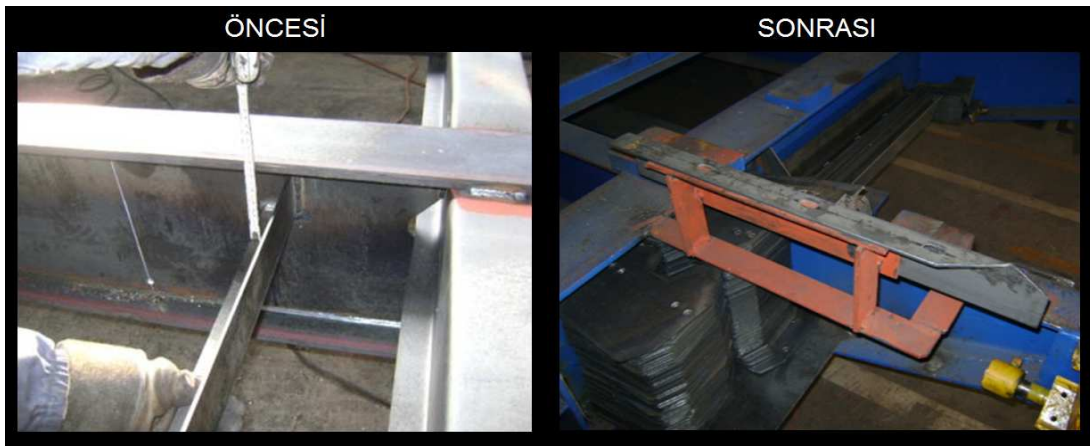
7.ADIM ÇÖZÜM PLANLARI: Bir önceki adımda somut bir şekilde ortaya konulan problemlerin kök sebepleri belirlendikten sonra iyileştirme aksiyonları belirlenerek ekip üyeleri arasında görev dağılımı yapılmıştır ve her bir aksiyon için tamamlanma tarihi hedefleri belirlenmiştir (Tablo 4.4). “İzleme” sütununda ise belirlenen aksiyonlar PUKÖ döngüsü ile takip edilmiştir.

Tablo 4.4. Çözüm planları

ÇÖZÜM PLANLARI	SORUMLU	HEDEF TARİH	GERÇEKLEŞME TARİHİ	İZLEME
5S çalışması yapılacak	TÜM EKİP ÜYELERİ	04.06.2010		
5S sonrası yerleşim, yürüme taşımaları azaltacak şekilde yeniden düzenlenecek	TÜM EKİP ÜYELERİ	07.06.2010		
Aksesuar parçaları için şasi çatım fikstürüne gerekli aparatlar yapılacak	E.TUNCA Ö.KARACA	03.06.2010		
Aksesuar parçaları şasi çatım istasyonuna kaydırılacak	Ş.YELKEN	07.06.2010		
Yeni yerleşim ve iş istasyon değişiklikleri sonrası proses kontrol edilecek	TÜM EKİP ÜYELERİ	11.06.2010		
DURUM				
	Planlandı	Uygulandı	Kontrol edildi	Önlem alındı

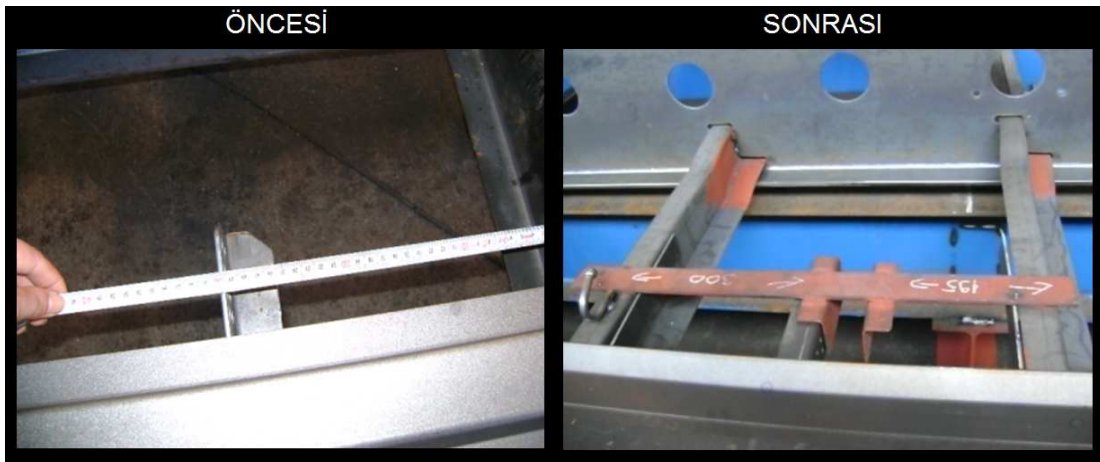
8.ADIM UYGULAMALAR: Belirlenen çözüm planlarının uygulanması aşamasına geçilmiştir. Operasyon sürelerini kısaltmak için aparatlar yapılarak metre ve gönye kullanımı azaltılmıştır. Yapılan aparatların detayları aşağıda verilmiştir.

4 adet dolap bağlantı köşebenti Şekil 4.18’de görüldüğü gibi tamamlama istasyonunda metre ve gönye yardımı ile 14 dakikada araca puntalanmaktaydı. Şasi kurma fikstürüne konumlama aparatı yapılarak ve bu operasyon şasi kurma istasyonuna kaydırılarak işlem süresi 1 dakikaya indirilmiştir.



Şekil 4.18. Dolap bağlantı köşebenti puntalama operasyonu

4 adet bisiklet korkuluğu bağlantı köşebenti Şekil 4.19’da görüldüğü gibi tamamlama istasyonunda metre ve gönye yardımı ile 10 dakikada araca puntalanmaktaydı. Şasi kurma fikstürüne konumlama aparatı yapılarak ve bu operasyon şasi kurma istasyonuna kaydırılarak işlem süresi 1,64 dakikaya indirilmiştir.



Şekil 4.19. Bisiklet korkuluğu bağlantı köşebenti puntalama operasyonu



2 adet kapı kolu tutacağı bağlantı köşebenti Şekil 4.20’de görüldüğü gibi tamamlama istasyonunda metre ve gönye yardımı ile 3 dakikada araca puntalanmaktaydı. Şasi kurma fikstürüne konumlama aparatı yapılarak ve bu operasyon şasi kurma istasyonuna kaydırılarak işlem süresi 0,6 dakikaya indirilmiştir.



Şekil 4.20. Kapı kolu tutacağı bağlantı köşebenti puntalama operasyonu

1 adet sürgülü merdiven bağlantı köşebenti Şekil 4.21’de görüldüğü gibi tamamlama istasyonunda metre ve gönye yardımı ile 2 dakikada araca puntalanmaktaydı. Şasi kurma fikstürüne konumlama aparatı yapılarak ve bu operasyon şasi kurma istasyonuna kaydırılarak işlem süresi 0,15 dakikaya indirilmiştir.



Şekil 4.21. Sürgülü merdiven bağlantı köşebenti puntalama operasyonu

2 adet katlanır merdiven bağlantı köşebenti Şekil 4.22’de görüldüğü gibi tamamlama istasyonunda metre ve gönye yardımı ile 4 dakikada araca puntalanmaktaydı. Şasi kurma fikstürüne konumlama aparatı yapılarak ve bu operasyon şasi kurma istasyonuna kaydırılarak işlem süresi 0,65 dakikaya indirilmiştir.



Şekil 4.22. Katlanır merdiven bağlantı köşebenti puntalama operasyonu

Fren tesisatı transmisyon bağlantıları Şekil 4.23’te görüldüğü gibi tamamlama istasyonunda araç düz pozisyonda iken 6 dakikada araca puntalanmaktaydı. Bu operasyon aracın ters pozisyonda olduğu platform (ters) istasyonuna kaydırılarak işlem süresi 5 dakikaya indirilmiştir.



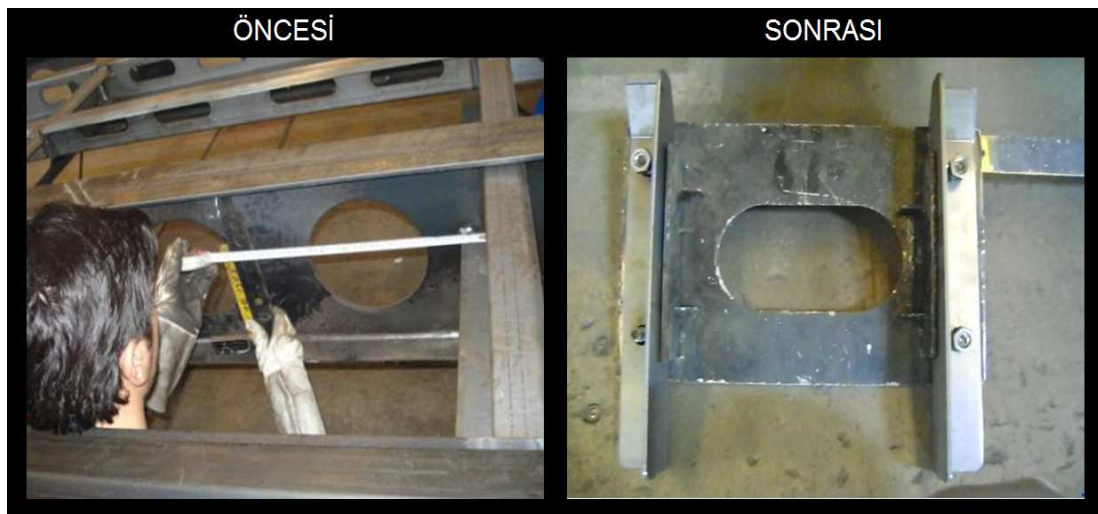
Şekil 4.23. Fren tesisatı bağlantıları puntalama operasyonu

2 adet karkas U bağlantı parçası Şekil 4.24'te görüldüğü gibi tamamlama istasyonunda metre yardımı ile ve araç düz konumdayken 4 dakikada araca puntalanmaktaydı. Bu operasyon aracın ters pozisyonda olduğu platform (ters) istasyonuna kaydırılarak işlem süresi 3 dakikaya indirilmiştir.



Şekil 4.24. Karkas U bağlantı parçası puntalama operasyonu

4 adet stepne bağlantı köşebenti Şekil 4.25'te görüldüğü gibi tamamlama istasyonunda metre ve gönye yardımı ile 13 dakikada araca puntalanmaktaydı. Şasi kurma fikstürüne konumlama aparatı yapılarak ve bu operasyon şasi kurma istasyonuna kaydırılarak işlem süresi 4,15 dakikaya indirilmiştir.



Şekil 4.25. Stepne bağlantı köşebenti puntalama operasyonu

28 adet kablo kancası Şekil 4.26’da görüldüğü gibi tamamlama istasyonunda araç düz konumdayken 9 dakikada araca puntalanmaktaydı. Bu operasyon televrenin ters pozisyonda olduğu televre hazırlama bölümüne kaydırılarak işlem süresi 5 dakikaya indirilmiştir.



Şekil 4.26. Kablo kancası puntalama operasyonu

Bu uygulamaların ardından tamamlama istasyonunda 5S çalışması yapılmıştır.

**5S Sınıflandırma Adımı:** Bu adımda istasyonda yer alan tüm malzemeler incelenmiştir. İstasyonda mevcut durumda kullanılmayan malzemeler belirlenen kırmızı bölgeye ayrılarak (Şekil 4.27), malzeme tanımı, miktarı, birimi, ayırma tarihi ve ayırma sebebini içeren kırmızı etiket listesi hazırlanarak Tablo 4.5’te gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Kırmızı bölge malzeme listesi

KIRMIZI ETİKET LİSTESİ						
Malzeme Tanımı	Miktar	Birim	Ayırma Tarihi	Ayırma Sebebi	Karar Tarihi	Karar
M6 kumanda kutusu çerçevesi	22	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
C3 bisiklet korkuluğu	7	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
XP televizyon takviyesi	170	Adet	24.02.2010	Acil değil	30.04.2010	İmalata gönderildi
JC yastık takviyesi alt	16	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
JC yastık takviyesi üst	156	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
C1 yastık takviyesi alt	68	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
C1 yastık takviyesi üst	13	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
C4 boru bağlama ara parçası	124	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
M6 stepne kancası	27	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
C1 rampa dayama U'su	33	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
C4 dolap köşebenti	153	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
JC bisiklet korkuluğu uzun	6	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
JC bisiklet korkuluğu kısa	38	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
C1 bisiklet korkuluğu uzun	44	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
RS havuz takviyesi	680	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
D1 bisiklet korkuluğu	8	Adet	24.02.2010	Acil değil	30.04.2010	Hurda
C4 şasi arası stepne parçası	18	Adet	24.02.2010	Acil değil	30.04.2010	İmalata gönderildi
C9 şasi arası stepne parçası	6	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
C4 karkas bayrağı	60	Adet	24.02.2010	Acil değil	30.04.2010	Ambarda stoklanacak
Bawer dolap sacı	38	Adet	24.02.2010	Acil değil	30.04.2010	İmalata gönderildi
MQ dolap köşebenti	32	Adet	24.02.2010	Acil değil	30.04.2010	Hurda
MP dolap köşebenti	18	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
Seviye ventil sacı	44	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
Arka köşe bayrak	100	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
MC dolap sacı	8	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
MP sürgülü merdiven köşebenti	362	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
RS katlanır merdiven köşebenti	21	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
MP bisiklet korkuluğu	16	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
C4 stepne krosu	166	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
Katlanır merdiven saplaması	74	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
C1 ön pozisyon lamba sacı	92	Adet	24.02.2010	Acil değil	30.04.2010	Ambarda stoklanacak
MQ dolap köşebenti	21	Adet	24.02.2010	Acil değil	30.04.2010	İmalata gönderildi
AU bisiklet korkuluğu	16	Adet	24.02.2010	Acil değil	30.04.2010	İmalata gönderildi
JC sürgülü merdiven köşebenti	26	Adet	24.02.2010	Acil değil	30.04.2010	Hurda
FN sürgülü merdiven köşebenti	73	Adet	24.02.2010	Acil değil	30.04.2010	Ambarda stoklanacak
AJ baba yuvası sacı ön taraf	6	Adet	24.02.2010	Acil değil	30.04.2010	Hurda
C4 stepne kancası	4	Adet	24.02.2010	Acil değil	30.04.2010	İmalata gönderildi
C1 kol sacı	6	Adet	24.02.2010	Acil değil	30.04.2010	Ambarda stoklanacak
C1 kramer bağlantı konsolu	3	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
AB dolap köşebenti sağ	10	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
AB dolap köşebenti sol	183	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
MP katlanır merdiven delikli	32	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
MP katlanır merdiven deliksiz	87	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
C4 yan park lambalık	2	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda
C1 yastık köşebenti	40	Adet	24.02.2010	Gereksiz	26.02.2010	Hurda

Kırmızı bölgedeki malzemeler gereksiz ve acil değil olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Birinci gruptaki malzemeler için 5S komisyonu toplanarak ilk kararı vermişlerdir. İlk karar, gereksiz malzemelerin incelenip hurdaya atılması olmuştur. Bu gruptaki malzemelerin hurdaya ayrılmasında iki faktör etkili olmuştur. Bunlar; revizyona uğrayıp kullanım dışı kalan malzemeler ve uzun süredir üretimi gerçekleşmeyen araç tiplerine ait malzemelerdir.

İkinci grupta yer alan malzemeler 2 ay gözlemlenmiştir. Bu süre zarfında istasyondaki malzeme ihtiyaçları için ilk olarak kırmızı bölgeye bakılmıştır ve bu bölgede yer alan ihtiyaçlar üretim hattında kullanılmıştır. 2 aylık süre zarfında hiç hareket görmeyen malzemeler için hurda kararı alınmıştır, hareket gören

malzemelerde ise kırmızı bölgede kalan miktarlar stoklanmak üzere ambara gönderilmiştir.



Şekil 4.27. Kırmızı bölgeye ayrılan malzemeler

5S Düzenleme Adımı: Bu adım, hatta geriye kalan yani mutlak ihtiyaç duyulan malzemelerin düzenlenmesi adımıdır. Şekil 4.28’de görüldüğü gibi malzemeler raflarda düzensiz ve dağınık vaziyette stoklanmaktadır. Kimi malzemeler yerlerde durmaktadır. İhtiyaç duyulan malzemenin bulunması için bazen dakikalar harcanmaktadır.



Şekil 4.28. Mevcut durumdaki düzensizlikler

Bu adımda tüm bu düzensizliklerin yok edilmiştir. Her bir malzemenin stoklama yeri belirlenerek gerekli tanımlama etiketleri hazırlanmıştır.

5S Temizleme Adımı: Bu adımda üretim alanında olan her şey temizlenmiştir. Ayrıca renklendirmeler ile malzeme rafları, yer çizgileri, sarf malzeme, alet edevat yerleri birbirinden ayrılmıştır (Şekil 4.29).



Şekil 4.29. Temizlik görüntüleri

İlk 3 adımın uygulanması sonucu oluşan durum, öncesi ve sonrası olarak Şekil 4.30'da gösterilmiştir.



Şekil 4.30a. 5S öncesi ve sonrası görüntüleri



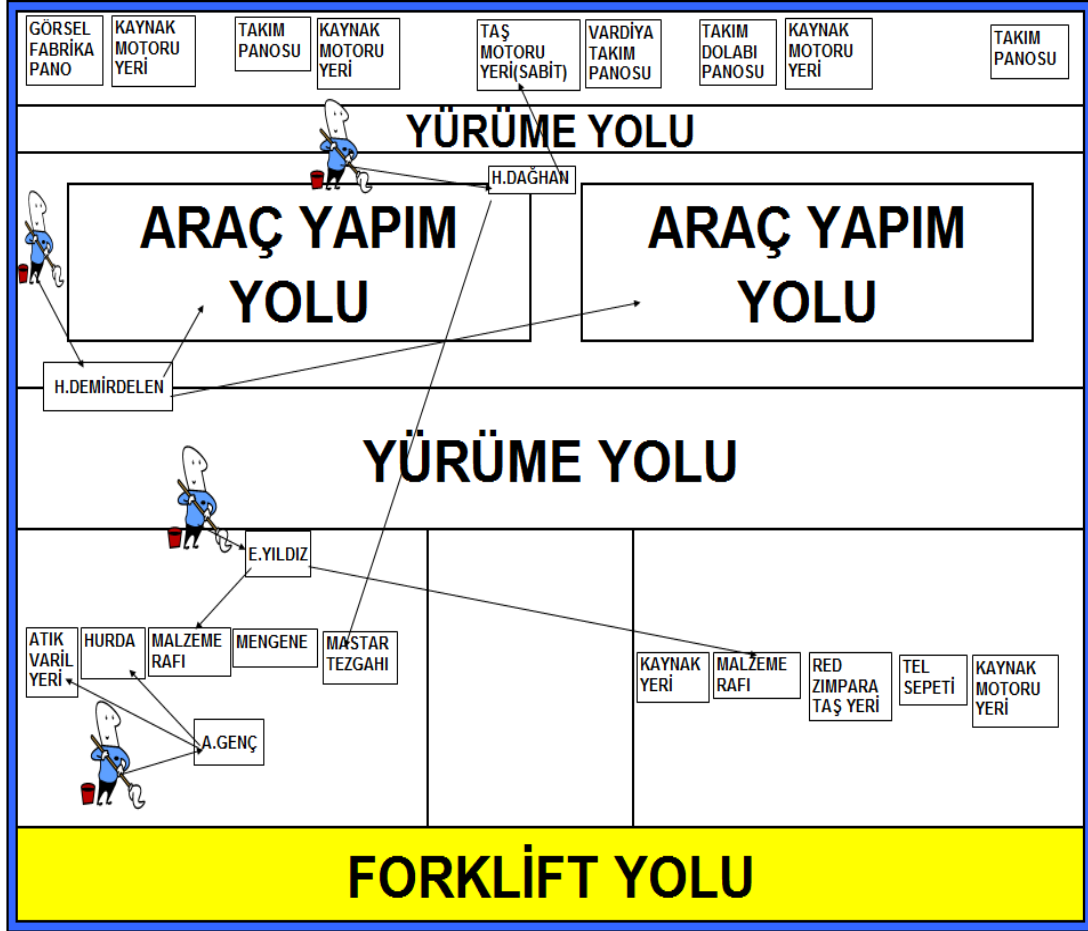


Şekil 4.30b. 5S öncesi ve sonrası görüntüleri

Şekil 4.30'da da görüldüğü gibi artık malzemeler düzensiz, geliş güzel stoklanmamaktadır. Her malzemenin yeri gölgelendirmeler ve tanımlama etiketleri ile belirlenmiş durumdadır. Raflarda her malzemenin stoklanabilmesi için ayrı bölmeler yapılmıştır ve o bölme yalnızca ait olduğu malzeme konulabilecek şekilde düzenlenip malzemelerin numune örnekleri raflara monte edilmiştir.

5S Standartlaştırma Adımı: İlk 3 adım, uygulama açısından sonucu hemen görülebilir. Ancak zor olan, gelinen noktayı standartlaştırıp korumaktır. Bunun için çeşitli dokümantasyon sisteminin hazırlanması ve durumun disiplinli bir şekilde takibi gerekir.

İlk olarak tamamlama istasyonunda düzenli olarak temizliği, bakımı ve kontrolleri yapılması gereken bölgeler, raflar, panolar, tezgâhlar ve aletler belirlenmiştir.



Şekil 4.31. Temizlik bölgeleri

Belirlenen bu bölgelerin günlük temizlik, bakım ve kontrol görevleri istasyonda çalışanlara adil bir şekilde dağıtılmıştır (Şekil 4.31) ve Tablo 4.6'da yer alan 5S bölge temizlik ve bakım kontrol formu oluşturulmuştur.

Her operatör sorumlu olduğu bölgelerin gerekli temizlik, bakım ve kontrollerini yaptıktan sonra istasyonun takım lideri alanın tamamını kontrol ederek formda yer alan ilgili bölgeyi doldurmakla görevlendirilmiştir. Tablo 4.6'da da V-1 gündüz vardiyasını, V-2 ise gece vardiyasını göstermektedir.



Tablo 4.7. 5S ve güvenlik kontrol formu

GÜNLÜK / HAFTALIK / AYLIK 5S ve GÜVENLİK KONTROL LİSTESİ																																		
TAKIM :			DÖNEM																															
NO	Yapılacak İşlemler	Kontrol periyodu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
GÜNLÜK	Çalışanların yaptıkları işe uygun kişisel koruyucu matzemeleri tanımlı, sağlam ve kullanılıyor olması.	G																																
	Makina-ekipmanın güvenlik donanımı ve acil duruma butonları var ve çalışıyor durumda olması. Üzerlerinde güvenlik talimatları	G																																
	Tüm acil çıkış kapıları tanımlı, önleri açık olması.	G																																
	Elektrik panolarının önleri açık, pano kapaktan kapalı olması. Elektrik kabloları hasarsız ve korunuyor olması.	G																																
	Forlift ve yaya yolları üzerinde araç, malzeme, ekipman, kasa, kalıp, takım vb. şeyler olmamalı.	G																																
	Abıklar doğru konteynera atılmış olması. Yerlerde sac abıktan, metal talas, yağlı bez, çöp v.b. olmamalı.	G																																
	Anzalı / uygunsuz ekipman, makina, hatalı malzeme ve mamullerde uyarıcı tanımlı olması.	G																																
	Hafıza ve tezgahlarda gereksiz takım, malzeme, sehpa, masa, parça, yağlı bez, palet, paket kağıdı vb. şeyler olmamalı.	G																																
	Tezgahlarda kullanılan takım, cihaz ve ekipmanlar tanımlı yerlerinde ve hasarsız olması.	G																																
	5S Tezgah Temizlik ve Bakım Kontrol Formuna göre temizlik ve 1.seviye bakım yapılıyor ve kayıtları tutuluyor olması.	G																																
Gaz tüpleri devrimeye karşı sabitlenmiş, dik tutuluyor olması, kullanım esnasında alev geri tepme valfleri olması.	G																																	
HAFTALIK	Yer çizgileri, etiketler, tanımlı ve uyarıcı tabelalarında yıpranma, düşme, yırtılma olmamalı.	H																																
	Hafıza tüm şartlandırılmam yağları tam, suları boşaltılmış, hava hortumları sağlam, düzenli ve sibopları yerinde olması.	H																																
	Duvarlar, yerler ve camların üzerinde kırılma, yıpranma olmamalı.	H																																
AYLIK	Çalışma alanında kullanılan / bulunan tüm malzeme ve ekipmanların yerleri belirlenmiş, çizilmiş ve yazılı olarak	A																																
	Hafıza bulunan dokümanları tanımlı yerlerinde, hasarsız, temiz ve ulaşılabilir olması.	A																																
TAKIM LİDERİ		İmza																																
G: GÜNLÜK H: HAFTALIK A: AYLIK			Grup Lideri					Grup Lideri					Grup Lideri					Grup Lideri					Grup Lideri					Grup Lideri						
NOT: Takım Lideri yukarıdaki tabloyu kontrol periyoduna göre takip eder. Grup lideri her haftanın Cuma günleri yukarıdaki kontrolleri yaparak takım liderini ve istasyonu denetler. Yetkili bölüm sorumlusu her ayın son Cuma günü yukarıdaki kontrolleri yaparak grup liderini ve tüm bölümü denetler.			Grup Lideri					Grup Lideri					Grup Lideri					Grup Lideri					Grup Lideri					Grup Lideri						

Son olarak da 5S ve güvenlik kontrol listesine göre kontrol edilen sistemde yer alan uygunsuzlukların takibi için Tablo 4.8'de yer alan uygunsuzluk önlem planı formu oluşturulmuştur. Kontrollerde tespit edilen uygunsuzluklar bu forma işlenir, çözüm planı, sorumlusu ve çözüm planının uygulanacağı termin tarihi doldurularak uygunsuzlukların takibi sağlanmış olur.

Tablo 4.8. Uygunsuzluk önlem planı formu

		UYGUNSUZLUK ÖNLEM PLANI	
		SORUMLU	TARİH
Pazartesi			
Salı			
Çarşamba			
Perşembe			
Cuma			

5S çalışması tamamlandıktan sonra kazanılan yerler değerlendirilerek istasyonların yerleşiminde yürüme taşımaları azaltmak amacı ile değişiklikler de yapılmıştır.

9.ADIM HEDEF-SONUÇ: Uygulamalar tamamlandıktan sonra gelinen durumda tekrar zaman etüdü yapılarak (Tablo 4.9) hedef-sonuç analizi yapılmıştır.

Tablo 4.9. Uygulamalar sonrası tamamlama istasyonu operasyonlarının zaman etüdü

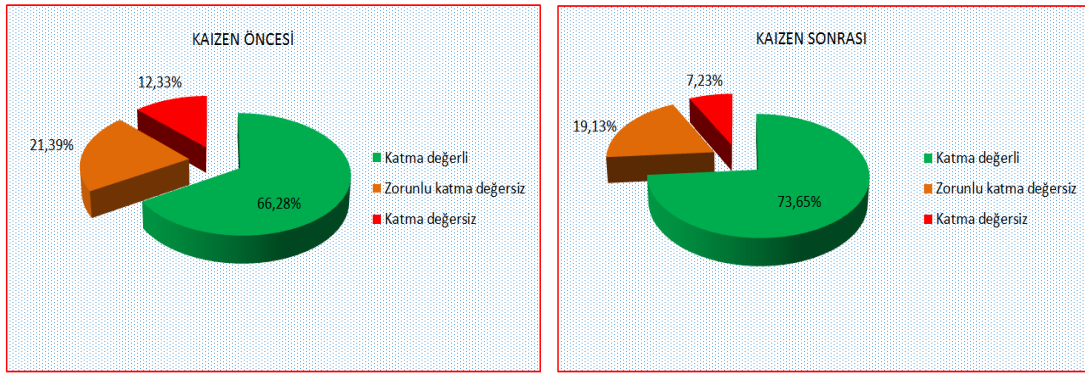
NO	STANDART İŞ TANIMI	Ortalama (s.)	1. Ölçüm (s.)	2. Ölçüm (s.)	3. Ölçüm (s.)	4. Ölçüm (s.)	5. Ölçüm (s.)	İş Tipi	Katma Değerli / Değersiz
1	Baba merkezi konum ölçüsü al	608	616	607	607	609	601	Zorunlu	Katma değersiz
2	Menteşe merkez ölçülerini al	632	599	649	634	672	606	Zorunlu	Katma değersiz
3	Forklift bariyer aparatını al	85	88	84	82	88	83	Zorunlu	Katma değersiz
4	Forklift bariyer deliklerini del	2945	2866	2818	3180	2921	2940	Zorunlu	Katma değerli
5	Matkap ucu bile	206	218	195	203	208	206	Zorunlu	Katma değersiz
6	Tezgahtan baba ji ve menteşe al, araca diz	282	300	270	277	292	271	Zorunlu	Katma değersiz
7	Menteşe ve baba ji kalıbını tezgahtan al	44	39	47	51	34	49	Zorunlu	Katma değersiz
8	Baba ji ve menteşeleri puntala	1326	1385	1232	1214	1470	1329	Zorunlu	Katma değerli
9	Baba ji ve menteşe kaynat	3300	3365	3245	3348	3230	3312	Zorunlu	Katma değerli
10	Baba ji'lerin yüzeylerini zımparala	555	565	620	537	547	506	Zorunlu	Katma değersiz
11	Dolap bağlantı köşebentlerini raftan al	4	5	4	3	4	4	Zorunlu	Katma değersiz
12	Dolap bağlantı köşebentlerini puntala ve kaynat	60	63	55	54	69	59	Zorunlu	Katma değerli
13	Bisiklet korkuluğu bağlantı parçalarını raftan al, metre ile konum ölçüsünü	61	56	55	70	60	64	Zorunlu	Katma değersiz
14	Bisiklet korkuluğu bağlantı parçalarını puntala ve kaynat	393	401	400	390	386	388	Zorunlu	Katma değerli
15	Kapı tutamağını raftan al, aracın üzerine koy	11	14	12	9	10	10	Zorunlu	Katma değersiz
16	Kapı tutamağını araca puntala ve kaynat	57	52	60	64	47	62	Zorunlu	Katma değerli
17	Sürüğülü merdiven bağlantı köşebentini raftan al, araca diz	32	29	29	31	34	37	Zorunlu	Katma değersiz
18	Sürüğülü merdiven bağlantı köşebentini puntala ve kaynat	102	111	98	99	97	105	Zorunlu	Katma değerli
19	Katlanır merdiven bağlantı parçalarını raftan al, araca diz	48	51	38	55	43	53	Zorunlu	Katma değersiz
20	Katlanır merdiven bağlantı parçalarını puntala ve kaynat	116	126	181	98	108	67	Zorunlu	Katma değerli
21	Karkas U'larını raftan al, araca diz	26	44	14	21	36	15	Zorunlu	Katma değersiz
22	Karkas U'larını puntala ve kaynat	207	219	225	190	201	200	Zorunlu	Katma değerli
23	Kablo tutacağı raftan al, araca diz (28 adet)	191	188	193	190	191	193	Zorunlu	Katma değersiz
24	Kablo tutacağı kaynat	665	724	571	553	809	668	Zorunlu	Katma değerli
25	Transmisyonu malzeme rafından al, araca diz	54	49	57	61	44	59	Zorunlu	Katma değersiz
26	Transmisyonu kaynat	229	217	231	233	229	235	Zorunlu	Katma değerli
27	Forklift bariyer deliklerini havşala	666	617	731	648	658	676	Zorunlu	Katma değersiz
28	Televre içindeki delik çapaklarını zımpara ile temizle	601	562	656	563	593	631	Zorunlu	Katma değersiz
29	Puntalanan aracın kaynak istasyonuna alınması	300	318	288	295	310	289	Zorunlu	Katma değersiz
30	Kaynatılan aracın çapak alma istasyonuna alınması	240	225	234	243	253	245	Zorunlu	Katma değersiz
<b>Toplam</b>		196,50	ad*dak						
<b>Katma değerli toplam</b>		126,18	ad*dak						
<b>Zorunlu katma değersiz toplam</b>		51,03	ad*dak						
<b>Katma değersiz toplam</b>		19,28	ad*dak						

Tabloda koyu renkli olan operasyonlar (37,6 ad\*dak) başka istasyonlara kaydırılmıştır. Dolayısıyla bu operasyonlara ait süreler tamamlama istasyonundan düşülerek; toplam işçilik kaizen öncesi durum olan 277,35 ad\*dak'dan şu anki durum 196,50 ad\*dak'ya indirilmiştir ve tamamlama istasyonundaki işçilik % 29 azaltılmıştır.

Tablo 4.9'da toplam süre, koyu renkli operasyon süreleri (diğer istasyonlara aktarılan süre) hariç 196,50 ad\*dak olarak gözükmetedir. Kazançlar genel olarak değerlendirildiğinde ise; bu sürenin buraya ilave edilmesi halinde  $196,50 + 37,6 = 234,1$  ad\*dak olduğu görülecektir. Böylece görülmelidir ki 277,35 ad\*dak olan tamamlama operasyonlarının süresi 234,1 ad\*dak'ya düşürülmüştür. Bu durumda net

işçilik tasarrufumuz % 16'dır. Yerleşim çalışması sonucu yürüme mesafelerindeki tasarruf ise 47 metre / araç olarak ölçülmüştür.

Şekil 4.32'de de görüldüğü gibi yapılan kaizen çalışması sonucu tamamlama istasyonundaki katma değerli işlerin oranı % 66,28'den % 73,65'e çıkarılmıştır. Zorunlu katma değersiz işlerin oranı % 21,39'dan % 19,13'e çıkarılmıştır. Katma değersiz işlerin yani israfların oranı % 12,33'ten % 7,23'e düşürülmüştür.



Şekil 4.32. Kaizen öncesi ve sonrası tamamlama istasyonunda yapılan işlerin dağılımı

10.ADIM KAZANÇLAR: Uygulama sonucu gelinen noktada firmanın kazançları aşağıda hesaplanmıştır. Firmada 1 dakikalık işçiliğin maliyeti 0,33 €'dur.

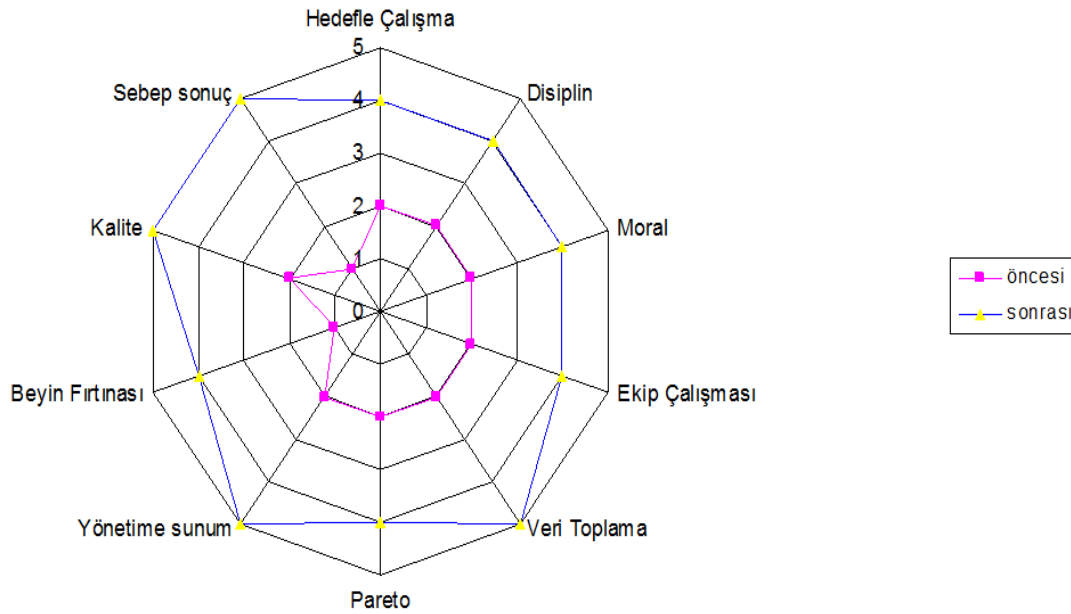
- Uygulamada 277,35 ad\*dak olan işçilik 234,1 ad\*dak'ya düşürülmüştü. Bu durumda araç başına olan işçilik kazancımız;  $277,35 - 234,1 = 43,25$  ad\*dak'dır.
- 1 dakikalık işçiliğin şirket maliyeti 0,33 € idi. Bu durumda araç başına olan işçilik maliyeti kazancımız;  $0,33 \times 43,25 = 14,42$  €'dur.
- Firmanın 2011 yılı bütçesine göre yıllık 6000 tenteli – perdeli ürünü için bu çalışmanın yıllık kazancı;  $6.000 \times 14,42 = 86.500$  € olmuştur.

Maliyet analizi Tablo 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.10. Kaizen uygulamasının maliyet analizi

Kaizen Uygulaması Maliyet Analizi	Kaizen Öncesi	Kaizen Sonrası	Kazanç
Tamamlama Operasyonları (ad*dak / araç)	277,35	234,1	43,25
Araç Başına İşçilik Maliyeti (€ / araç)	92,45	78,03	14,42
Yıllık İşçilik Maliyeti (€ / yıl)	554.700	468.200	86.500

11.ADIM EKİP DEĞERLENDİRMESİ: Yapılan çalışma süresince ekip üyelerinin ve ekibin toplam performansını ortaya koymak için ekip değerlendirmesi yapılmıştır. Ekip üyelerinin çalışma öncesindeki yetkinlikleri ile çalışma sonrasındaki yetkinlikleri Şekil 4.33'te grafik ile gösterilmiştir ve ekibin daha sonraki çalışmalar için motivasyonu arttırılmıştır.



Şekil 4.33. Ekip değerlendirme

Çalışmaya ait toplantı takip tablosu düzenlenmiş ve sonraki çalışmalara örnek olması diğer çalışanları teşvik etmesi için diğer çalışanlarla da paylaşılmıştır. Tablo 4.11'de görüldüğü gibi çalışmalara % 90 katılım oranı gerçekleşmiştir.



Tablo 4.11. Kaizen çalışması toplantı takip tablosu

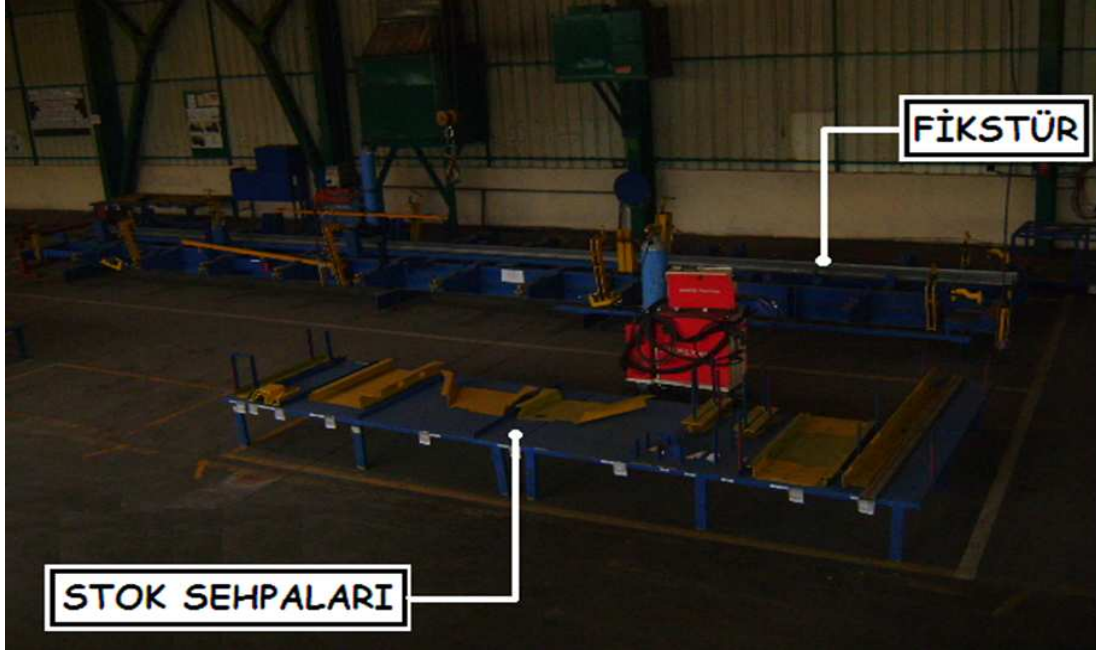
ÜYELER	TOPLANTI TARİHİ						KATILIM ORANI
	03.05.2010	10.05.2010	17.05.2010	24.05.2010	31.05.2010	07.06.2010	
İ.SORGUT	+	-	+	+	+	+	83%
E.TUNCA	-	-	+	+	+	+	67%
H.KAVAKLI	+	+	+	-	+	+	83%
Ö.KARACA	+	+	+	+	+	+	100%
İ.TUNÇDAĞ	+	+	+	+	+	-	83%
G.KILIÇ	+	+	+	+	+	+	100%
F.UZUNOĞLU	+	+	+	+	+	+	100%
S.ÇOBANOĞLU	+	+	+	+	+	+	100%
KATILIM ORANI	88%	75%	100%	88%	100%	88%	90%

12.ADIM STANDARTLAŞMA & YAYGINLAŞTIRMA: Yapılan yeni uygulamaların standartlaştırılması ve yeni uygulamaların kalıcı hale getirilmesi için standart operasyon formları oluşturulmuş ve istasyonda çalışan tüm ekip üyelerine yeni uygulamalara ait eğitimler verilmiştir.

#### 4.6. Şasi Çatım İstasyonunda Yapılan Yürüme – Taşıma Zamanlarının Azaltılması Çalışması

Aşağıda, bu istasyonda yapılan mevcut durum analizinde elde edilen tespitler, bu tespitler sonucunda yapılan uygulamalar ve uygulamaların kazançları anlatılmıştır.

Şekil 4.34’te de görüldüğü gibi stok sehpaları, malzemelerin kullanım bölgelerine (fiktür) bir hayli uzaktadır. Puntalanacak her bir malzeme için  $2,2 \times 2 = 4,4$  metre mesafe yürünmektedir. Bir araçta ortalama 8 kez bu yürüme mesafesi katedilmektedir.  $4,4 \times 8 = 35,2$  metre yürüme söz konusudur.



Şekil 4.34. Fikstür ve stok sehpa

Şekil 4.35’te görüldüğü gibi araç fikstürleri çapraz ve arka arkaya konumlanmış durumdadır ve bu yerleşim çalışma zorluğuna yol açmaktadır.



Şekil 4.35. Çapraz konumlu fikstür yerleşimi

Şekil 4.36’da görüldüğü gibi geçiş bölgeleri dar, fikstürlerin yanlarında oluşan büyük boşluklar ise gereksizdir.



Şekil 4.36. Çapraz konumlu fikstür yerleşiminin getirdiği çalışma zorlukları

Fikstürde puntalanan araçlar bir sonraki istasyona aktarılmak için Şekil 4.37’de görüldüğü gibi yaklaşık 39,6 metre vinç ile taşınmaktadır. Aracın bir sonraki istasyona iletilip çalışma alanına geri dönülmesi için  $39,6 \times 2 = 79,2$  metre yol yürünmektedir.



Şekil 4.37. Puntalama sonrası araçların vinç ile taşıma mesafesi

Yürüme mesafeleri toplandığında 114,4 metre olduğu tespit edilmiştir.

$$\begin{aligned} \text{Malzeme rafına gidip – gelmeler} &= 35,2 \text{ metre} \\ \text{Aracı bir sonraki istasyona iletmek için yürümler} &= 79,2 \text{ metre} \\ \text{Toplam} &= 114,4 \text{ metre} \end{aligned}$$

Yürüme mesafelerinin zaman karşılığı: Yapılan ölçümlerde malzeme rafına gidip – gelmelerdeki ve aracın bir sonraki istasyona bırakıldıktan sonraki geri gelmedeki 1 metrelik mesafe 0,7 saniye; vinç ile aracı bir sonraki istasyona taşımalarındaki 1 metrelik mesafe 2,8 saniye sürmekte olduğu tespit edilmiştir. Firmada 1 saniyenin tasarruf maliyeti olarak karşılığı ise 0,0056 €’dur. Şasiyi vinç ile 1 metre taşımanın enerji maliyeti ise 0,025 €’dur. Araç başına oluşan maliyetler Tablo 4.12’de verilmiş olup toplam 1,90 €’ya tekabül etmektedir.

Tablo 4.12. Yürüme-taşımaların maliyet karşılıkları

Yapılan İşlem	Mesafe (m.)	Zaman (sn.)	İşçilik Maliyeti (€)	Enerji Maliyeti (€)	Toplam Maliyet (€)
Malzeme rafına gidip-gelmeler	35,2	24,64	0,14		0,14
Bir sonraki istasyona vinç ile taşıma	39,6	110,88	0,62	0,99	1,61
Bir sonraki istasyondan geri gelme	39,6	27,72	0,15		0,15
<b>Toplam</b>	114,4	163,24	0,91	0,99	<b>1,90</b>

Uygulamalar:

Malzeme raflarına gidip gelmeleri engellemek için araç fikstürlerine cep yerleşimleri yapılarak (Şekil 4.38) malzemelerin çalışanların yanında olması sağlanmış ve stok sehpaları kaldırılmıştır. Böylelikle malzeme stok rafına gidip – gelmeler tamamıyla yok edilmiştir.



Şekil 4.38. Fikstürlere yapılan cep yerleşimler

Malzeme stok raflarının iptal edilmesi ile kazanılan yerler değerlendirilerek tek sıra olan fikstür yerleşimleri çift sıra olarak yerleştirilmiştir (Şekil 4.39).



Şekil 4.39. Çift sıra yerleştirilen fikstürler

Fikstürlerin çift sıra olarak yerleştirilmesiyle kazanılan yerler değerlendirilerek bir sonraki istasyonda yer alan döndürme fikstürleri kazanılan yerlere taşınarak (Şekil 4.40) iki istasyon arasındaki mesafe 39,6 metreden 20,5 metreye düşürülmüştür. Böylelikle aracı bir sonraki istasyona vinç ile taşımak ve geri gelmek için katedilen mesafe  $19,1 \times 2 = 38,2$  metre azaltılmıştır.



Şekil 4.40. Döndürme fikstürleri yerleşimi

#### Sonuç ve Kazançlar:

Uygulamalar sonrası yürüme-taşıma maliyetlerinin karşılıkları Tablo 4.13'te verilmiştir.

Tablo 4.13. Uygulamalar sonrası yürüme-taşımaların maliyet karşılıkları

Yapılan İşlem	Mesafe (m.)	Zaman (sn.)	İşçilik Maliyeti (€)	Enerji Maliyeti (€)	Toplam Maliyet (€)
Malzeme rafına gidip-gelmeler	0	0	0		0
Bir sonraki istasyona vinç ile taşıma	20,5	57,4	0,32	0,51	0,83
Bir sonraki istasyondan geri gelme	20,5	14,35	0,08		0,08
<b>Toplam</b>	41	71,75	0,40	0,51	<b>0,91</b>

#### Kazançlar;

- Araç başına 114,4 metre olan yürüme ve taşıma mesafeleri 41 metreye düşürülmüştür.
- Araç başına 163,24 saniye olan yürüme ve taşıma zamanları 71,75 saniyeye düşürülmüştür.
- Araç başına 1,90 € olan yürüme ve taşıma maliyetleri 0,91 €'ya düşürülmüştür.

- Araç başına % 52,1'lik iyileştirme gerçekleştirilmiştir.
- Firmanın 2011 yılı bütçesine göre yıllık 6000 tenteli – perdeli ürünü için bu çalışmanın yıllık kazancı;  $6000 \times 0,91 = 5460 \text{ €}$  olmuştur.

Maliyet kazançlarının dışında çalışanların yürüme ve taşımaları azaltılarak ergonomi kazancı, bunun sonucu olarak da verimlilik artışı sağlanmıştır.

Bu çalışmanın hemen ardından bu istasyona malzeme hazırlayan hazırlık istasyonlarındaki yürüme ve taşımalar gözlemlenmiş ve aşağıdaki uygunsuzluklar tespit edilmiştir:

Şekil 4.41'de görüldüğü gibi el ile her bir malzeme tek tek taşıyıp fikstüre getirilmektedir. Bu durum hem maliyet hem de ergonomi açısından uygunsuzdur. Vinç kullanımı ise maliyet artışı sağlamaktadır.



Şekil 4.41. Hazırlık istasyonları taşıma uygunsuzlukları

Yapılan uygulama ile tek seferde 12 adet krosun taşınabileceği tekerlekli taşıma aracı yapılmıştır (Şekil 4.42). Bu sayede el ile taşıma ortadan kaldırılmış olup ergonomi sağlanmış ve aynı anda 12 adet kros taşınabilir hale getirilmiş olup 6 kezlik taşıma mesafesi 1 keze indirilmiştir. Kazanç; 50 metre yürüme mesafesi, 35 sn. yürüme zamanı ve 0,2 € / araçtır. Yıllık kazanç; 1200 €'dur.



Şekil 4.42. Kros taşıma aracı

Benzer bir uygulama da arka televre taşımaları için yapılmıştır. Şekil 4.43'te görüldüğü gibi 4 adet arka televrenin taşınabileceği tekerlekli taşıma aracı yapılarak el ile taşımalar ortadan kaldırılmış olup ergonomi sağlanmış ve aynı anda 4 adet arka televre taşınabilir hale getirilmiş olup 4 kezlik taşıma mesafesi 1 keze indirilmiştir. Kazanç; 30 metre yürüme mesafesi, 21 sn. yürüme zamanı ve 0,12 € / araçtır. Yıllık kazanç; 720 €'dur.



Şekil 4.43. Arka televre taşıma aracı

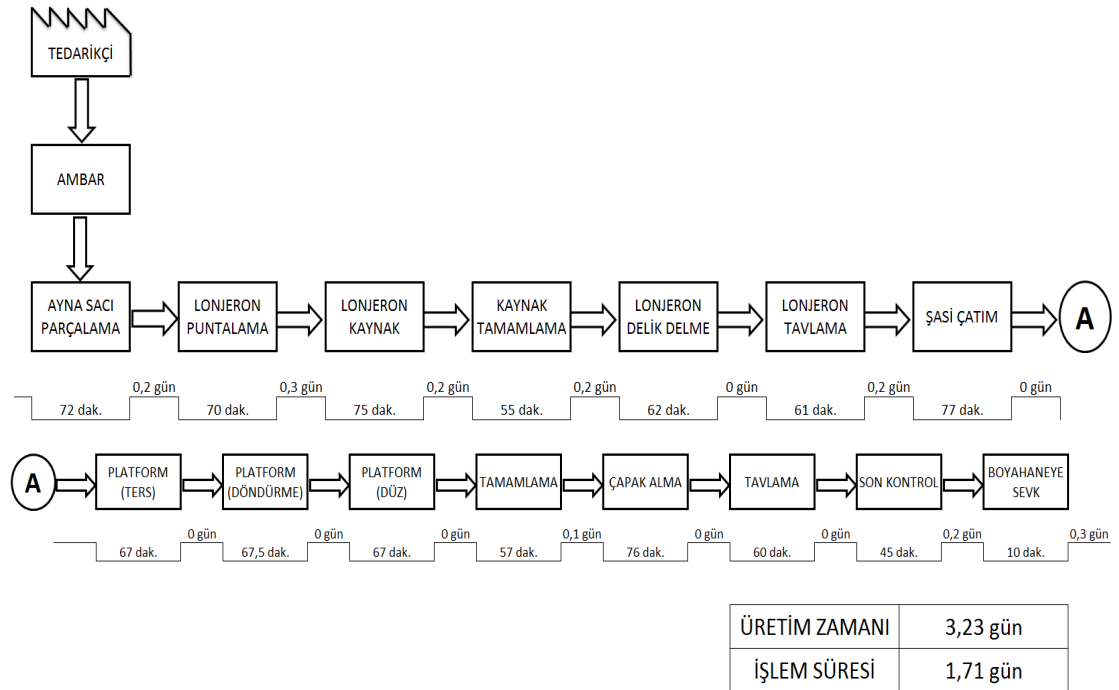


Vinç ile taşıma maliyetini engellemek için ise, king pin bölgesini taşımak için Şekil 4.44'te görülen tekerlekli araç yapılmıştır. Bu sayede bir araç için yapılan 4 metrelik vinç taşıması iptal olmuştur. Kazanç; 0,1 € / araçtır. Yıllık kazanç; 600 €'dur.



Şekil 4.44. King pin bölgesi taşıma aracı

Uygulamalar sonucu gelinen noktada değer akış haritası Şekil 4.45'te gösterilmiştir.



Şekil 4.45. Uygulamalar sonrası kaynaklı imalat hattı değer akış haritası

Yapılan yalın üretim teknikleri uygulamaları sonucu ürünün kaynaklı imalatta kalış süresi 5,83 günden 3,23 güne indirilmiştir. Bu da müşteri taleplerine % 45 oranında daha hızlı cevap verebilme anlamına gelmektedir.

Yalın üretim uygulamalarının sadece bir kaçı ile müşteriye % 45 oranında daha hızlı cevap verebilme sağlanabileceği gösterilmiştir.

## **BÖLÜM 5. SONUÇ VE ÖNERİLER**

Yalın üretim, günümüz yüzyılının üretim anlayışı olmuştur. Kitle üretiminde görülen fazla kaynak, fazla üretim anlayışına karşın kaliteli, ihtiyaç kadar ve tam zamanında üretim felsefesini benimsemiştir.

Yalın üretim uygulanması zor bir yöntem değildir. Ancak uygulanan firmada tüm çalışanların yalın üretim felsefesine inanması ve sahiplenmesi gerekir ve yoğun disiplin gerektirir. Stoklu çalışılmadığı için çok hassas bir üretim planlama ve malzeme tedarikini gerektirir. Aksi takdirde işletmenin her hangi bir istasyonunda meydana gelecek akış aksaklığı, tüm sistemi etkileyecek ve akışı bozacaktır. Üretim her noktası aynı ritimle ilerlemeli ve asla bu ritim bozulmamalıdır.

Yalın üretim sisteminde israf kabul edilen her türlü bekleme, taşıma, yürüme, arıza, uygunsuz proses yok edilmeli ve tüm çalışanların bu felsefeye katılımı gerçekleştirilmelidir.

Bu çalışmada bir treyler fabrikasında değer akış haritalandırma ile darboğaz istasyonlar tespit edilip bu istasyonlarda hat dengeleme, kaizen, 5S ve yürüme-taşıma mesafelerinin azaltılması çalışmaları yapılmıştır. Firmada kanban kullanımı için gerekli şartlar henüz yeterli oranda sağlanamadığından kanban uygulamasına yer verilememiştir. Kanbanın devreye alınması işletmelerde stok miktarlarında azalma sağlayıp düzenli malzeme akışını sağlayacaktır ve malzeme tedariki nedeniyle yaşanan hat duruşları azalacaktır. Böylelikle yalın üretim sistemi daha etkin bir şekilde uygulanabilecektir.

Paltform istasyonlarında yapılan hat dengeleme çalışmasında, darboğaz istasyonlardaki uygulama alternatifleri tartışılmış, en uygun alternatif olduğuna karar

verilen paralel istasyon kurulumu ile akış süresi 93 dakikadan 66 dakikaya indirilmiştir. Bu da üretim kapasitesinin % 41 artması anlamına gelmektedir.

Tamamlama istasyonunda uygulanan kaizen ve 5S çalışmaları sonucu % 16 işçilik tasarrufu sağlanmış, katma değeri olmayan operasyonların oranı % 33,72'den % 26,35'e düşürülmüştür ve yıllık 86.500 € tasarruf sağlanmıştır.

Şasi çatım istasyonunda yapılan yürüme – taşıma zamanlarının azaltılması çalışması ile israf olarak nitelendirilen yürüme ve taşıma mesafeleri % 36 oranında azaltılmış, yıllık 7.980 € tasarruf sağlanmıştır.

Bu çalışmada da gösterildiği gibi bir işletmede yalın üretim teknikleriyle beraber sürekli iyileşme felsefesinin tüm çalışanlar tarafından benimsenmesi ve uygulanması ile firma müşterilere çok daha hızlı, düşük maliyetli ve kaliteli ürünler sunabilecektir.

İşletmelerin müşteriler tarafından tercih edilebilmelerinin ve ayakta kalabilmelerinin tek yolu rekabetçi olabilmeleri, yani en düşük maliyete en kaliteli ürünleri sunabilmeleridir. Günümüz üretim sistemlerinde bunu başarabilmenin en güçlü anahtarı yalın üretim sistemidir.

## KAYNAKLAR

- [1] ERKUT, H., Stratejiden Uygulamaya Tesis Tasarımı, İrfan Yayıncılık, No:52, Yönetim Bilimleri Dizisi 3. Sayfa: 346. ISBN 975-371-035-6, İstanbul,1997
- [2] DAĞ, H., Yalın Üretime Geçişte Değer Akış Analizi ve Haritalandırma İle İsrar Kaynaklarının Belirlenmesi: Güneş Enerjisi Kollektörleri Üreten Bir İşletmede Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, sayfa:1-2, 2009
- [3] AYDEMİR, N., Rekabet Stratejileri ve Yalın Üretimin Zaferi, I.S.O Dergisi, 346: 75 – 76 , 1995
- [4] GÖRENLER, A., AKKURT, M., ÇINAR, S., Statistical Analysis About Perception Of Concurrent Engineering And Lean Manufacturing Approaches Through Manufacturing Industry, Sigma, Journal of Engineering and Natural Sciences, Mayıs 2008
- [5] ACAR, N., Tam Zamanında Üretim, MPM Yay., Ankara, 2003
- [6] TPM Danışmanlık, <http://www.tpmdanismanlik.com/tr/yalin-uretim> (Erişim Tarihi: 04.03.2011)
- [7] Konya Ticaret Odası, [http://www.kto.org.tr/dosya/rapor/yalin\\_uretim.pdf](http://www.kto.org.tr/dosya/rapor/yalin_uretim.pdf), (Erişim Tarihi: 04.04.2011)
- [8] ERTÜRK, M., İşletmelerde Yönetim ve Organizasyon, Beta Basım ve Yayıncılık, s.54, 1995
- [9] DEMİRKİR, M., Yalın Üretim ve Lastik Sektöründe Bir Uygulama Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, 2008
- [10] PATTANAIK, L., SHARMA, B., Implementing Lean Manufacturing With Cellular Layout: A Case Study, Int J Adv Manuf Technol (2009) 42:772–779, 2008
- [11] WOMACK, J., JONES, D., Yalın Düşünce, Yamak, O., Optimist Yayım Dağıtım, İstanbul, 23 – 367, 2007

- [12] JONES, C., MEDLEN, N., MERLO C., ROBERTSON, M., SHEPHERDSON, J., The lean enterprise, BT Technol J Vol 17 No 4 October 1999, pp.15-22, 1999
- [13] DALGIÇ, M., KOYUNCUOĞLU, G., Üretim Sistemleriyle İlgili İtme ve Çekme Sistemleri, [www.baskent.edu.tr/~edemir/KONU16.ppt](http://www.baskent.edu.tr/~edemir/KONU16.ppt) (Erişim Tarihi: 03.04.2011)
- [14] NAHMIAS, S., Production & Operations Analysis, McGraw-Hill / Irwin, pp.385-386, 2005
- [15] Bedez, T., Güner, M., İplik İşletmelerinde Yalın Yaklaşım, Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt: 4 No: 1, s.12
- [16] SULLIVAN W., Mcdonald T., VAN AKEN E., Equipment replacement decisions and lean manufacturing, Robotics and Computer Integrated Manufacturing 18, pp.255–265, 2002
- [17] YILDIZ, İ., Tasarruf-Kaynak-İsraf, Subcon Turkey Yan Sanayi Ürünleri Gazetesi, Ocak 2010
- [18] WOMACK, P., DANIEL, J., Lean Thinking, Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation Simon and Schuster, pp.11, 1996
- [19] SÜMEN, H., Yalın Üretim, <http://www.isl.itu.edu.tr/sem/Lojistik/DKU2.ppt> (Erişim Tarihi: 03.04.2011)
- [20] KULAÇ, Ü., Yalın Dönüşüm 2009, [www.taysad.org.tr](http://www.taysad.org.tr), (Erişim Tarihi: 05.04.2011)
- [21] GÖKSEL A., Yalın Yönetim Felsefesi, Yeni Asır Gazetesi, [http://www.yeniasir.com.tr/InsanKaynaklari/Yazarlar/ahmed\\_bulend\\_goksel/2010/05/23/yalin\\_yonetim\\_felsefesi](http://www.yeniasir.com.tr/InsanKaynaklari/Yazarlar/ahmed_bulend_goksel/2010/05/23/yalin_yonetim_felsefesi), 2010
- [22] BİRGÜN, S., GÜLEN, K., ÖZKAN, K., Yalın Üretime Geçiş Sürecinde Değer Akışı Haritalama Tekniğinin Kullanılması: İmalat Sektöründe Bir Uygulama, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, s.20-50, 2006
- [23] ÁLVAREZ, R., CALVO, R., PEÑA, M., DOMINGO, R., Redesigning An Assembly Line Through Lean Manufacturing Tools, Int J Adv Manuf Technol 43:949–958, 2009
- [24] BÜYÜK, B., Değer Akış Haritalandırma, Kasım 2004, <http://www.hbssolutions.net/File/Değer%20Akış%20Haritalandırma.ppt> (Erişim Tarihi: 03.04.2011)
- [25] MEYERS, F., Time and Motion Study For Lean Manufacturing, Prentice Hall, Upper Saddle River N. J., 45-152, 1998

- [26] DANKBAAR, B., Lean Production: Denial, Confirmation or Extension of Sociotechnical Systems Design?, Human Relations, Vol. 50, No. 5, pp.567-583, 1997
- [27] ORBAK, Y., BİLGİN, S., Kanban Sisteminin Bir Uygulama Örneği, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 2005
- [28] ÖZCEYLAN, E., Kanban Sistemi, <http://yalindusunce.com/dokumanlar/kanban.pdf> (Erişim Tarihi: 03.04.2011)
- [29] ATASAGUN, Y., U Tipi Yerleşim & Shojinka, <http://yalindusunce.com/dokumanlar/utipi.pdf>, (Erişim Tarihi: 03.04.2011)
- [30] Online ERP, <http://erp.karmabilgi.net/yalin-uretim-yontemleri/>
- [31] ACAR, N., Tam Zamanında Üretim, MPM Yay., 2003, Ankara
- [32] WOMACK, J., JONES, D., ROOS, D., Dünyayı Değiştiren Makine, Ersoy, A., Rawson Associates Macmillan Publishing Company, New York, 1990
- [33] Lean Academy, Yalın Üretim Sistemi Eğitim ve Danışmanlık, <http://www.leanacademy.com.tr/jidoka.html> (Erişim Tarihi: 03.04.2011)
- [34] TPM Danışmanlık, <http://www.tpmdanismanlik.com/tr/poka-yoke> (Erişim Tarihi: 06.04.2011)
- [35] PAKSOY, T., BAY, M., Tam Zamanında Yalın Üretim Sistemlerinde Hata Önleyiciler: Poka-Yokeler, Akademik Bakış Uluslar Arası Hakemli Sosyal Bilimler E-Dergisi, Eylül 2006
- [36] OKUR, S., 2000'li Yıllarda Sanayi İçin Yapılanma Modeli Yalın Üretim, Söz Yayın, s.31-35, Kasım 2005
- [37] Milli Prodüktivite Merkezi, [http://www.mpm.org.tr/makaleler/Sayfalar/Toplam-VerimliBakim%20\(TVB\).aspx](http://www.mpm.org.tr/makaleler/Sayfalar/Toplam-VerimliBakim%20(TVB).aspx) (Erişim Tarihi: 07.04.2011)
- [38] ERPakademi Bilgi Yönetim Topluluğu, <http://www.erpakademi.com/page/51> (Erişim Tarihi: 03.04.2011)

## ÖZGEÇMİŞ

Serkan ÇOBANOĞLU 08.06.1984 tarihinde Sakarya'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Sakarya'da, lise öğrenimini Bilecik'te tamamladıktan sonra 2000 yılında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde lisans öğrenimine başladı. 2006 yılında lisans öğrenimini tamamlamasının ardından Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği bölümünde yüksek lisans öğrenimine başladı. 2008'den beri bir treyler firmasında mühendis olarak görev yapmaktadır.