



**T.C. İSTANBUL TİCARET  
ÜNİVERSİTESİ**

**OTOMOTİV YAN SANAYİNDE YALIN ÜRETİM UYGULAMASI**

**ALPER KILIÇ**

**Danışman  
Yrd. Doç. Dr. BERK AYVAZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
İSTANBUL - 2016**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Alper KILIÇ tarafından hazırlanan "Otomotiv Yan Sanayinde Yalın Üretim Uygulaması" adlı tez çalışması 28/01/2016 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde başarı ile savunularak, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Berk AYVAZ  
İstanbul Ticaret Üniversitesi

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Ali Osman KUŞAKÇI  
İstanbul Ticaret Üniversitesi

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Nezir AYDIN  
Yıldız Teknik Üniversitesi

Onay Tarihi :

11/03/2016

Prof. Dr. Doğan KAYA  
Enstitü Müdürü

## AKADEMİK VE ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

04.03.2016



**Alper KILIÇ**

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. YALIN ÜRETİM.....	3
2.1. Yalın Üretim Nedir?.....	4
2.2. Yalın Üretimin Tarihsel Gelişimi.....	9
2.3. Yalın Üretimin Diğer Üretim Sistemleriyle Kıyaslanması.....	14
2.4. Yalın Üretim Sisteminin İlkeleri.....	16
2.4.1. Değer.....	17
2.4.2. Değer akışı.....	19
2.4.3. Akış.....	21
2.4.4. Çekme.....	21
2.4.5. Mükemmellik.....	23
3. YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİ.....	25
3.1. 5S.....	25
3.2. Kanban Sistemi.....	27
3.2.1. Kanban çeşitleri.....	33
3.3. SMED.....	34
3.4. Tek Parça Akışı.....	36
3.5. U Tipi Üretim Hatları Ve Hücreyel İmalat.....	38
3.6. Kaizen.....	42
3.7. Poka-Yoke.....	43
3.8. Toplam Üretken Bakım.....	44
3.9. Kalite Çemberleri.....	46
3.10. Heijunka.....	47
3.11. Shojinka.....	49
4. LİTERATÜR TARAMASI.....	51
4.1. Literatürün Değerlendirilmesi.....	59
5. UYGULAMA.....	61
5.1. Tekniklerden Önce Temel İlkeler.....	62
5.1.1. Silindir kapak contası üzerinde "Değer"i keşfetmek.....	62
5.1.2. Çok katlı çelik conta (MLS) ile "Değerin Akışını Haritalama" ....	65
5.1.3. Üretimde "Akış"ı sağlama.....	73
5.1.4. Stoka inat, "Çekme" şart.....	74
5.1.5. "Mükemmel"e giden yol: Yalın üretim.....	81
5.2. Yalın Üretim İçin Teknikler.....	82
5.2.1. Çalışma ortamına yapılan ilk dokunuşlar: "5S".....	82
5.2.2. Kalıp değişimde akış: "SMED".....	85
5.2.3. Talebe verilen en kısa cevap: "Tek Parça Akışı".....	92
5.2.4. Fabrika içinde küçük fabrika: "Hücre Modelleri Ve U Tipi İmalat".....	94
5.2.5. İyileştirmenin en iyi yolu: "Kaizen".....	102

5.2.6. Sıfır hata için; "Poka-Yoke" .....	108
5.2.7. Hat duruşlarını engellemede "Toplam Önleyici Bakım" .....	110
5.2.8. Her aşamada kontrol: "Kalite Çemberleri" .....	112
5.2.9. Üretimde denge: "Heijunka" .....	116
5.2.10. İşgücünde denge: "Shojinka" ve yetkinlik çemberleri .....	121
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	123
KAYNAKLAR .....	127
EKLER.....	132
EK A. Şekiller .....	132
ÖZGEÇMİŞ.....	136

## ÖZET

**Yüksek Lisans Tezi**

### **OTOMOTİV YAN SANAYİNDE YALIN ÜRETİM UYGULAMASI**

**Alper KILIÇ**

**İstanbul Ticaret Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Berk Ayvaz**

**2016, 137 sayfa**

Son yıllarda iş dünyasında hem bir tehdit unsuru hem de bir fırsat olarak görülen rekabet kavramı, işletmeler için çok önemli hale gelmiştir. Günümüzde müşterinin etkin olduğu piyasada, firmalar rekabet üstünlüğü elde etmek için daha esnek üretim ve iş süreçlerine sahip olmak zorundadır. Bundan dolayı işletmeler daha esnek olmak için yalın düşüncüyü benimseyerek üretim sistemlerini iyileştirmektedir. Yalın üretim, işletmelerin kaynak tüketip değer oluşturmayan her faaliyeti elimine ettikleri bir üretim sistemidir. Çok önemli olmasına rağmen yalın üretimle ilgili, literatürde az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada otomotiv yan sanayinde bir ana ürün olan contaların üretim hattında yalın üretime yönelik bir analiz yapılmıştır. Çalışmada yalın üretimle ilgili değer belirlenmesi, değer akışının haritalanması, çekme sistemi, 5S, SMED, tek parça akışı, hücresel imalat, kaizen, poka-yoke, toplam verimli bakım, kalite çemberleri, heijunka, shojinka gibi ilke ve teknikler Türkiye'de otomobil sektörü için conta üretimi yapan bir firmanın üretim sürecinde uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlarla yalın üretim sisteminin firmanın üretim sürecinde israfı azaltıp verimliliği artırma konusundaki etkinliğinin görülmesi sağlanmıştır. Çalışma yalın üretim tekniklerinin bir firmada uygulanarak elde edilen kazanımları göstermesi açısından literatüre katkı sağlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Conta, Otomotiv yan sanayi, Yalın üretim.

## **ABSTRACT**

**M.Sc. Thesis**

### **LEAN MANUFACTURING APPLICATION IN THE AUTOMOTIVE SUPPLY INDUSTRY**

**Alper Kılıç**

**İstanbul Commerce University  
Graduate School of Applied and Natural Sciences  
Department of Industrial Engineering**

**Supervisor: Asst. Prof. Dr. Berk Ayvaz**

**2016, 137 pages**

Recent years, the concept of competition, which is both an opportunity and a threat in the business world, has become very significant for companies. Today, in the market the customers are dominant, companies must have more flexible manufacturing and business process in order to gain competitiveness. That's why companies adopt to lean thinking to improve their manufacturing process because of gaining competitive advantage. Lean manufacturing is a system that eliminates every process that does not add any value but consuming sources. Although it is very important, there are only few studies in the literature related to lean manufacturing. In this study, an analysis is conducted for an application of lean manufacturing to the production line of gasket, which is a major product of automotive supply chain. The lean manufacturing techniques, such as value stream mapping, pull system, 5S, SMED, one piece flow, cellular manufacturing, kaizen, poka-yoke, total productive maintenance, quality circles, heijunka, shojinka etc. is applied for a firm which products gasket for Turkish automobile sector. Results show us lean manufacturing techniques decrease the waste in production process by increasing productivity. This study contributes to literature by demonstrating acquisitions via adopting lean manufacturing techniques.

**Keywords:** Gasket, Automotive industry, Lean manufactruring.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam, Yrd. Doç. Dr. Berk Ayvaz'a minnettarım.

Araştırmanın yürütülmesinde maddi ve manevi yardımlarını gördüğüm Asım Pekmezci, Osman Pekmezci, Ali Rıza Karaören, Hamit Güner, Salih Yayla ve Taylan Dilek olmak üzere tüm Royal Conta personeline teőekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Alper KILIÇ  
İSTANBUL, 2016



## ŞEKİLLER

	<b>Sayfa</b>
Şekil 2.1. Yalın uygulamalar üzerine inşa edilen operasyonlar .....	4
Şekil 2.2. Tam zamanında üretim sisteminin temel kavramları.....	7
Şekil 2.3. Yalın üretim sisteminin (Toyota Üretim Sisteminin) vizyonu .....	12
Şekil 2.4. Yalın üretim tarihi kronolojik sıra .....	14
Şekil 2.5. Üretim tiplerinin kıyaslanması .....	15
Şekil 2.6. Yalın'ın beş temel ilkesi.....	17
Şekil 3.1. 5S faaliyetleri .....	25
Şekil 3.2. Çekme ve üretim kanbanının işleyişi .....	32
Şekil 3.3. U tipi hücreli imalat .....	40
Şekil 3.4. Hücreli imalat yerleşimi.....	40
Şekil 3.5. Ortak makineli hücre.....	41
Şekil 3.6. Toplam verimli bakım ve yalın üretim felsefesi arasındaki ilişki .	45
Şekil 3.7. Üretimin dengelenmediği durum.....	48
Şekil 3.8. Üretimin dengelendiği durum.....	48
Şekil 4.1. Literatür taraması metot ve sektör dağılımı .....	59
Şekil 4.2. Literatür taraması konu dağılımı .....	60
Şekil 5.1. Silindir kapak contasını oluşturan unsurlar.....	62
Şekil 5.2. Çok katlı çelik conta için iş akışı .....	67
Şekil 5.3. Değer akış haritalamada kullanılan semboller .....	68
Şekil 5.4. Çok katlı çelik conta üretiminde mevcut durum haritası.....	69
Şekil 5.5. Çok katlı çelik conta üretiminde gelecek durum haritası.....	70
Şekil 5.6. Bir adet contanın boya ve perçine kadar olan işlem süreleri .....	71
Şekil 5.7. Mevcut durum haritasındaki üç durum performansı.....	73
Şekil 5.8. MLS hattı kıyaslama.....	73
Şekil 5.9. Değerin belirlendiği, değer akış haritasının yapıldığı ve kusursuz akışın sağlandığı bir üretim hattı .....	74
Şekil 5.10. Conwip sistemin üretimdeki akışı .....	76
Şekil 5.11. Mantar contalar için çekmeyi sağlayan kanbanlar .....	78
Şekil 5.12. Çift kartlı metodun üretim hattındaki akışı .....	79
Şekil 5.13. Kalıp yerleşimi için kullanılan sınıflandırma .....	83
Şekil 5.14. Malzemelerin belli bir nizama uygun şekilde yerleştirilmesi .....	84
Şekil 5.15. Standartlaşmaya yönelik operatör performansları.....	85
Şekil 5.16. Kalıp değişiminde yapılan faaliyetler ve zaman aralıkları .....	87
Şekil 5.17. Kalıp değişiminde yapılan faaliyetlerin süreleri.....	88
Şekil 5.18. Faaliyetler arası yürüme süreleri.....	88
Şekil 5.19. Kalıp taşımaların dışsal faaliyete dönüştürülmesi .....	90
Şekil 5.20. Tesis içerisindeki imalat hücreleri ve kalıp yerleşimleri .....	90
Şekil 5.21. Tekli preslerde kalıp değişimi süreleri .....	91
Şekil 5.22. İki işlemlilik, eşit süreli tek parça akışı üretim hattı .....	93
Şekil 5.23. İki işlemlilik, farklı süreli tek parça akışı üretim hattı .....	94
Şekil 5.24. İşçi-makine sistemlerinde üretilen her bir conta çevriminde yaşanan yürüme israfları.....	95
Şekil 5.25. Tek operatörlü, iki işlemlilik hücreli imalat.....	95
Şekil 5.26. Hücreli imalat ve operatör hareketleri .....	96
Şekil 5.27. Üç operatörlü, beş makineli hücreli imalat.....	96
Şekil 5.28. İki operatörlü, dört makineli hücre içi ürün akışı.....	97

Şekil 5.29. Üç operatörlü, beş makineli hücresel imalat ve ürün akışı .....	98
Şekil 5.30. İki operatörlü, dört makineli hücresel imalat.....	99
Şekil 5.31. İki operatörlü, dört makineli hücrenin süreç etüdü.....	100
Şekil 5.32. Hücre ve tek presin kalıp değişim süreleri .....	101
Şekil 5.33. Hücre içerisinde tek kalıba harcanan faal süre .....	101
Şekil 5.34. Üretim hattında yapılan iyileştirmeler .....	103
Şekil 5.35. Hücre içi kanallar .....	104
Şekil 5.36. Üç operatörlü, beş makineli hücre içi hareket mesafeleri.....	105
Şekil 5.37. Ürünlerin yerleştirildiği süpermarket tasarımı .....	105
Şekil 5.38. Güvenlik amaçlı geliştirilen sürgülü tabla.....	106
Şekil 5.39. Üretimdeki süre israfını engelleyen hava aracı.....	106
Şekil 5.40. Ahşap kombine kalıp .....	107
Şekil 5.41. Hammaddenin direkt üretime girmesi .....	108
Şekil 5.42. Hata önleyici sistem; ışıklı buton .....	109
Şekil 5.43. Çelik kalıptaki 8620 sementasyon çeliği kolonların asimetrik ölçülerde konumlandırılması.....	110
Şekil 5.44. Kalıp ve pres arıza süreleri .....	111
Şekil 5.45. Haftalık ve günlük bakım raporu.....	111
Şekil 5.46. Periyodik bakımları yapılan presler .....	112
Şekil 5.47. Balık kılçığı diyagramı.....	113
Şekil 5.48. Yanlış hammadde kullanım nedenleri .....	113
Şekil 5.49. Hataların pareto analizi .....	114
Şekil 5.50. Operatör açısından kalite anlayışı .....	114
Şekil 5.51. Siparişleri belirlenen silindir kapak conta miktarları.....	116
Şekil 5.52. Üretimin dengelendiği durum .....	116
Şekil 5.53. Günlük üretim düzeyleri .....	117
Şekil 5.54. Müşteri siparişinin değişimine göre üretim planı.....	118
Şekil 5.55. Değişen sipariş miktarları sonrası üretim planı .....	118
Şekil 5.56. Üretim metotlarının maliyetleri .....	120
Şekil 5.57. Üç üretim metodunun üretim ve stok miktarları .....	121
Şekil 5.58. Hücre operatörleri yetkinlik tablosu .....	122
Şekil 6.1. Pres ve hücre genel performans yüzdeleri (üç hücre, beş pres) ...	125
Şekil 6.2. Pres ve hücre genel performans yüzdeleri (üç pres) .....	126
Şekil A.1. Yalın üretim öncesi ve sonrası süreç içi stoklar .....	132
Şekil A.2. Beş işlemlilik iş emri.....	132
Şekil A.3. Kalıp değişimindeki faaliyetler .....	133
Şekil A.4. Kalıp değişim faaliyetlerinde gantt şeması.....	134
Şekil A.5. İki operatörlü, dört makineli U tipi imalat.....	135
Şekil A.6. Dinamik programlamada çözücü eklentisiyle oluşturulan model.....	135

## SİMGELER VE KISALTMALAR

JIT	Just-in-Time, tam zamanında üretim
KKP	Kurumsal kaynak planlama
MLS	Çok katlı çelik contası
SKC	Silindir kapak contası
SMED	Single-minute exchange of die, tekli dakikalarda kalıp değişimi
C	Konteynır büyüklüğü
D	İş merkezinin planlanan kullanım hızı
N	Toplam konteynır sayısı
T	Teslimat süresi
S	Güvenlik stoku
a	İlk ürünün tüm aşamalardan geçme süresi
b	Bir proseslik süre
c	Üretim hattındaki maksimum işlem süresi
n	Sipariş adeti

# 1. GİRİŞ

Üretim, bireylerin sınırsız gereksinimlerini karşılama için doğada mevcut olan kıt hammaddenin çeşitli prosesler yardımıyla nihai mal ve hizmete dönüştürüldüğü faaliyettir. Üretim sistemlerinin amacı da bu faaliyeti bir sistem haline getirip, gerekli olan üretim faktörlerini kullanarak; müşteriye, sağlayabileceği maksimum tatmin düzeyini sağlamaktır. Üretim faktörlerine bakıldığında emek, sermaye, toprak ve müteşebbisten oluştuğu görülür. Burada fayda sağlayan her madde bir değer taşımaktadır. Temel anlamda bu değer de paradır. Katılan değer içinde emek ücretini, sermaye faizini, toprak rantını, müteşebbis ise karını alarak mal ve hizmet ortaya çıkar.

Günümüze bakıldığında müşteriye sağlanan maksimum tatmin düzeyinde bir algı değişikliği olduğu görülmektedir. 1900'lü yılların başlarında üreten ve satan kesimin, satın almak isteyen veya talep eden kesimden daha az sayıda olduğu düşünüldüğünde üretilen mal veya hizmet her ne şekilde olursa olsun; bir alıcı bulmuştur ve arz eden kesim daha üst düzeydedir. 1980'lere doğru üreten ve tüketen kesimin birbirine yakın sayıda oluşunda ise biraz daha dengeye ulaşılmış olsa da günümüze doğru üreten kesimin oldukça fazla olması müşteri kavramını daha değerli hale getirmiş olmaktadır. Henry Ford'un bu kavramı daha önceden fark etmesi ve kendi değişimiyle "Maaşları ödeyen işveren değildir. İşveren sadece aracıdır. Maaşları ödeyen müşteridir." şeklinde dile getirişi, tabiri caizse müşterinin velinimet olduğunu kanıtlamaktadır. Müşteriler açısından ise temel olarak daha kaliteli ürünü daha ucuza elde etme, elde edilecek bu ürüne de mümkün olduğunca daha kısa sürede ulaşılması; dikkat edilen en önemli iki parametre haline gelmiştir.

Zaman içerisinde birtakım üretim sistemleri de bu tip amaçları yerine getirmek için birçok endüstri dalında kullanılmıştır. Bu çalışmada ise otomotiv endüstrisi üzerinde durulacaktır. Otomotiv endüstrisi dahil sanayi ve hizmet sektörünün birçok kolunda 21. yüzyılın iş sisteminin temelini yalın üretim sisteminin oluşturduğu ve ileriye dönük alternatif üretim sistemlerine de kaynak oluşturacak bir üretim biçimi olacağı aşikardır.

Bu çalışmanın temel amacı, yalın üretime yönelik kapsamlı literatür taraması yapmak ve teorik konulardan tümüne yönelik uygulama yapılarak sonuçların ortaya konmasıdır. Ayrıca bu konuda fikir sahibi olmak isteyenlerin de ulaşabileceği kaynak haline gelmesidir.

Altı bölümden oluşan çalışmada ilk olarak yalın üretim hakkında kısa tanımlamalar yapılmıştır. Daha sonra yalın üretim sisteminin öncesi ve sonrası değerlendirilerek yalın üretimin temel taşlarının neler olduğu, bir üretim sistemi haline nasıl geldiği kronolojik sırada tarihi bilgilerle verilmiştir. İkinci bölümün ilerleyen konularında yalın üretimin diğer üretim sistemlerinden ayrılan yanları ve ortak yanları irdelenmiştir. İkinci bölümün son konusu olarak yalın üretimin olmazsa olmazı beş temel ilke açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde, yalın üretimi oluşturan temel ilkeler teorik biçimde değerlendirilmiştir.

Dördüncü bölümde, konu ile ilgili yapılan çalışmalara ayrıntılı olarak değinilerek ne gibi sonuçlar elde edildiği ve hangi sektörlerde, hangi metotlarla çalışmalar yapıldığı açıklanmıştır.

Beşinci bölümde, önceki bölümlerde anlatılan tüm teorik bilgilerin otomotiv yan sanayinde ne şekilde uygulandığı ve tez çalışmasına kaynak sağlayan "ROYAL CONTA SANAYİ VE TİCARET A.Ş."nin uygulama sonucunda ne gibi kazançlar elde ettiği aktarılmıştır.

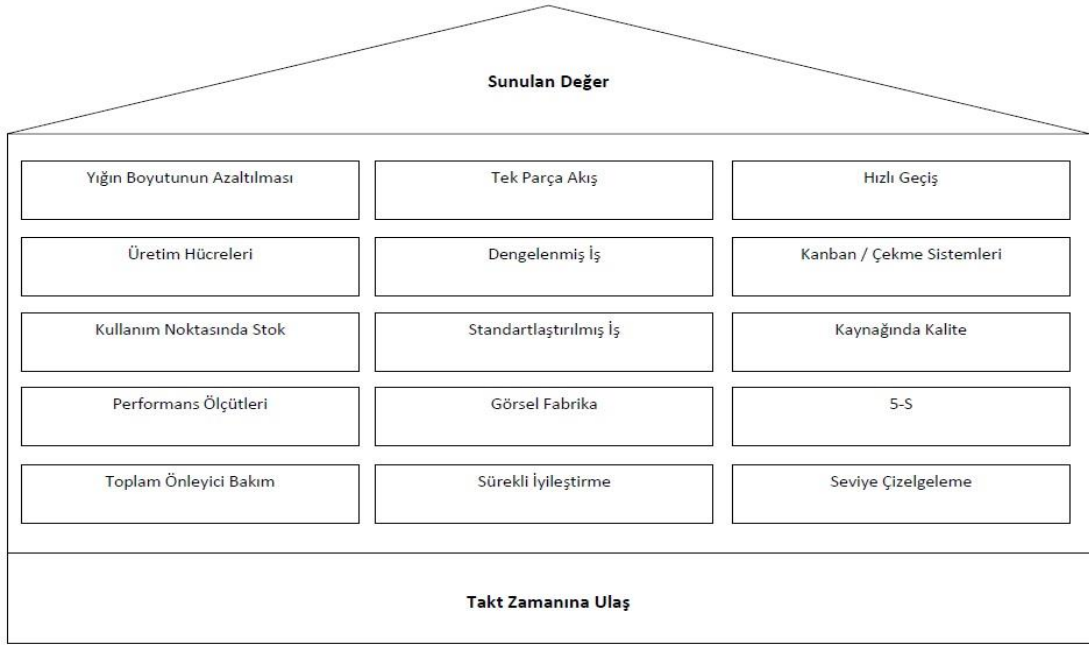
Altıncı ve son bölümde çalışma hakkında kısa bir değerlendirme yapılarak içerikte açık kapı bırakılan birkaç konuya değinilerek ileride yapılacak çalışmalara önerilerde bulunulmuştur.

## 2. YALIN ÜRETİM

Yalın üretim, kökenini oluşturan atölye ve kitle üretiminin bir sentezi olmanın yanı sıra, bu iki üretim sisteminin olumlu yanlarını içerisinde barındırırken; kitle üretiminin tekdüzeliğini, atölye üretiminin de yüksek ürün maliyetini elimine eden bir sistemdir.

Yalın üretim her şeyden daha az kullanarak daha fazla elde etmeyi ifade etmektedir. Bu daha az stok, daha az işçi ve daha az alan ile üretim yapılması anlamına gelmektedir. Bu terim aynı zamanda dünyadaki en etkin ve verimli üretim sistemi olarak bilinen Tam Zamanında Üretim Sistemi (JIT) ve Toyota Üretim Sistemini ifade etmek için de kullanılmaktadır. Yalın üretim esas olarak üretimdeki her türlü israfın ortadan kaldırılması üzerinde odaklaşmaktadır. Yalın üretim en az kaynakla, en kısa zamanda, en düşük maliyetli ve hatasız üretimi, müşteri talebine de birebir uyabilecek ve ona yanıt verebilecek şekilde, en az israfla, daha doğrusu israftan kaçınarak ve nihayet tüm üretim faktörlerini en esnek şekilde kullanıp, potansiyellerinin tümünden yararlanarak gerçekleştirmeye çalışmaktadır (Ersoy ve Ersoy, 2011).

Yalın, şirketin her bir parçasını etkileyen bir iş stratejisidir. CEO'dan atölyedeki operatöre, pazarlama yöneticisinden muhasebe personeline kadar herkes, düşünme ve iş yapma biçimini değiştirmek zorunda kalır. Her bir iş süreci aynı şekilde analiz edilir ve müşterilerine daha iyi hizmet sunacak biçimde yeniden yapılandırılır. Yalın uygulamaların, araçların ve yöntemlerin benimsenmesinden kaçınılamaz. "Yalın bize uymaz" ya da "biz farklıyız" gibi bahaneler kabul edilemez. Yalın bir iş stratejisini benimseyen şirketler, yalın uygulamaları her gün, her yerde ve her zaman kullandıkları için başarılı olurlar. Günlük olarak, yalın bir işletme üç şeye odaklanır: Müşterilerine değer sunma, tüm iş süreçlerinde akışı sağlama ve israfı yok etme. Yalınla elde edilecek başarı, yalının günlük olarak nasıl uygulandığına bağlıdır. Şekil 2.1. de Yalın uygulamalar üzerine inşa edilen operasyonlar gösterilmektedir (Katko, 2014).



Şekil 2.1. Yalın uygulamalar üzerine inşa edilen operasyonlar (Katko, 2014)

Dünyada çığır açan bu üretim sistemi, ihtiyacın ve azmin en fazla hissedildiği Japonya'da ortaya çıkmış, savaşlar ve birtakım krizler de yalın üretim sistemi için bir varoluş nedeni haline gelmiştir.

## 2.1. Yalın Üretim Nedir?

Yalın üretim, sistemdeki israfları ortadan kaldırmak ve sürekli olarak sistem etkinliğini artırmak temeline dayanan bütünsel bir yaklaşımdır. Taiichi Ohno (1988), israfı kaynak tüketen fakat değer yaratmayan bir faaliyet olarak tanımlamıştır. Başka deyişle israf, değer katmayan ama maliyet yaratan bir faaliyettir. Henry Ford ise "değer katmayan her şeyi israf olarak tanımlamıştır" (Suzaki, 1988; Birgün vd., 2006).

Yalın üretim; israfın panzehiri, değer yaratmayan her faaliyetin baş düşmanıdır. İstenilen miktardan fazla ürün, istenilen süreden erken biten işlem, makineler arasında atılan adım sayıları, üretim esnasında ve öncesinde yapılan gereksiz faaliyetler, imalat hattında arıza ve hatalardan kaynaklanan duruşlar üretim ortamında görülen israfların sadece küçük bir yüzdesini oluşturur.

Yalın üretim, yukarıda belirtilen israfların tümünün mümkün olabildiğince minimum olmasından ziyade sifra indirilmesini amaç edinmektedir. Yalın üretim sisteminin kültür olarak benimsenmediği bir fabrikada veya firmada her bir israfın sıfır olması, ilk başta ütöpik bir durumu temsil ettiği düşünülebilir. Zaten yalın düşüncede esas olan da, bu ütöpik duruma nasıl yaklaşıldığını ve daha ne kadar yaklaşılabileceğini göstermektir. Görüldüğü gibi işletmenin dinamik bir yapıyı benimsemesi gerekmektedir.

İsraf ve kayıpların tamamen ortadan kaldırılması için şu iki noktayı iyi akılda tutmak gerekir (Ohno, 2012):

- ❖ Etkinliği artırmak yalnızca maliyeti düşürdüğü zaman anlamlıdır. Bu sonucu elde etmek için, yalnızca ihtiyaç olanı üretmeli ve emek mümkün olan minimum düzeyde kullanılmalıdır.
- ❖ Her işçinin ve her üretim bandının etkinliği gözlenmelidir. Sonra da parça parça ve tüm fabrikanın etkinliği değerlendirilmelidir.

Yalın üretim sistemi aşağıdaki unsurlardan oluşur (Çelikçapa ve Şenol, 2015):

- ✓ Eş zamanlı mühendislik, yani tasarım ve imalatın birbirinden ayrılmamasıdır. Bu iki bölüm faaliyetleri bütünleştirilir ve senkronize bir şekilde sürdürülür.
- ✓ Kanban ve JIT; son ürün, parçalar ve yarı mamuller açısından üretim süreci pazar talebine göre yönlendirilir.
- ✓ Toplam kalite kontrolü, üretimden sonra kalite kontrolünü gerçekleştirmek yerine, tüketici gereksinim ve doyumunu sağlayabilecek bir kalite yapısının işletme içinde oluşturulması tercih edilir.
- ✓ Sürekli gelişme, ürün veya süreçle ilgili geliştirme faaliyetlerine kalite kontrol çemberlerinin kolektif çalışması ile süreklilik kazandırılır.
- ✓ Takım çalışması ile her takım üyesi işler arasında rotasyon ile sorumlu oldukları üretim süreci için kolektif kararlar alınır.
- ✓ Tedarik zincirinin entegrasyonunda tedarikçi sayısı azdır ve tedarikçiler fonksiyonlarına göre örgütlenir ve sorumlulukları belirlenir.



- ✓ Malzeme akışı ve yönetimi yeniden gözden geçirilir. Ara sözleşmeli olan işletmeler ana işletmeden destek görür. Bilginin geri beslemesi uzun dönemli ilişkilere dayandırılır.

Toyota Üretim Sistemi'nin temel fikri, "israfların tamamen ortadan kaldırılması" dır. Bu fikrin dayandığı iki temel taşı da "just-in-time" (JIT) ve "otonomasyon" dur (jidoka) (Ohno, 2012).

JIT, doğru ürünleri doğru zamanda ve doğru miktarda üretip sevk etmekte kullanılan bir sistemdir. Önceki aşamalardaki faaliyetler sonraki aşamalardaki faaliyetlerden birkaç dakika ya da birkaç saniye önce gerçekleştirildiğinde bu sistem gerçek anlamda tam zamanında nitelemesine yaklaşır ve tek parça akış mümkün olur. Sistemin temel elemanları, akış, çekme, standart iş ve takt zamanı' dır (Womack ve Jones, 2012).

JIT'in gerçekleştirilebilmesi için birtakım sistemlerin devreye girmesi gerekmektedir (Acar, 2003):

- ✓ Tam zamanında üretimi gerçekleştirmek için kanban sistemi
- ✓ Talep dalgalanmalarına uyum sağlayabilmek için üretim dengeleme yöntemleri
- ✓ İmalat ön sürelerini azaltmak için tezgah hazırlık zamanlarını azaltma yöntemleri
- ✓ Hat dengesinin sağlanabilmesi için operasyonların standardizasyonu
- ✓ Esnek işgücü kavramını gerçekleştirebilmek için yerleşim planlaması ve çok fonksiyonlu işçiler
- ✓ Sürekli gelişmeyi sağlamak üzere sorun çözme grupları ve öneri sistemleri
- ✓ Otonomasyon kavramını gerçekleştirmek üzere görsel kontrol sistemleri
- ✓ İşletme genelinde kalite kontrol yaklaşımını uygulayabilmek için işlevsel yönetim modeli

Şekil 2.2.'de tam zamanında üretim sisteminin temel kavramları belirtilmiştir (Kanat ve Güner, 2006).



Şekil 2.2 Tam zamanında üretim sisteminin temel kavramları  
(Kanat ve Güner, 2006)

JIT'in yapı taşları; ürün tasarımı, süreç tasarımı, personel öğeleri ve üretim planlamasından oluşmaktadır. Bunlara bağlı olarak destek hedefler; aksamaların yok edilmesi, sistemin esnekleştirilmesi ve israfın yok edilmesiyle devam eder. Nihai hedef ise dengeli ve hızlı bir akış ortamına ulaşmaktır (Ersoy ve Ersoy, 2011).

Yönetim açısından bakıldığında, bu durum ideal koşuldur. Doğal olarak, otomobil gibi binlerce parçadan oluşan bir üründe bu ideali gerçekleştirmek oldukça karmaşık bir iştir. Çok sayıda süreci birbirine uyumlu kılmak gerekmektedir ve JIT'i üretim sürecindeki tüm departmanlarda başarıyla uygulamak son derece zordur. Bir öngörü hatası, herhangi bir yanlış kayıt, hatalı bir ürün, tesisteki herhangi bir sorun, bir personel değişikliği vb. gibi sayısız aksaklık, dolayısıyla da engel ortaya çıkabilir. Üretim sürecinin tepe noktasında ortaya çıkan her sorun, montaj aşamasında hatalı ürüne dönüşür. Bu da üretim hattını bloke edecek ya da kaçınılmaz olarak üretim planını değiştirecektir. Bu sorunlara karşı klasik çözüm, üretim hattının "tepesinde" ya da "vadisinde" neler olduğunu hiç hesaba katmaksızın, her üretim kesitini birbirinden bağımsız

programlamaktır. Bu çözüm kaçınılmaz olarak, üretimde hemen kullanılmayan parçaların büyük miktarlarda stoklanmasından kaynaklanan ve tüm şirketin verimini düşüren israfları beraberinde getirecektir. Bu sistemin çok daha kötü etkileri de vardır. Üretim hatalarını saklı tutar ve düzeltilmesini geciktirir. Çünkü aynı ürünün çeşitli parçalarını üreten departmanları birbirinden uzaklaştırır ve gerekli düzeltmeleri birbirlerine iletmelerine izin vermez. İşte bu nedenle, üretim sürecinin her aşamasının birbirinden bağımsız olarak planlandığı klasik yöntem, gerekli parçaların üretim bandına istenen zaman ve miktarda ulaşması esasına dayanan JIT modeli üretim için işlevsel değildir (Ohno, 2012).

Tam zamanında üretim sistemi önemi gittikçe artan ve doğru uygulandığında işletme verimliliğini artıran bir üretim yaklaşımıdır. İsrafı üretimin ve yönetimin her aşamasında yok etmeye, mümkün olan en az stokla ve hatayla üretim yapmaya, üretimde ve yönetimde sürekli gelişmeye odaklanan tam zamanında üretim sistemi işletmenin verimliliğini artırarak maliyetlerini düşürür (Kanat ve Güner, 2006).

Tam zamanında üretim felsefesinin amaçları aşağıda kısaca özetlenmiştir (Acar, 1990):

- ✓ İmalat ara stok düzeyini minimum hale getirmek,
- ✓ İmalat ara stok düzeylerindeki dalgalanmaları ortadan kaldırarak envanter kontrollerini kolaylaştırmak,
- ✓ İmalat içi operasyonlar arasında talep dalgalanmalarından kaynaklanan dengesizlikleri azaltarak düzgün üretim akışlarını gerçekleştirmek,
- ✓ Atölyede merkeziyetçi olmayan bir kontrol sistemi ile kontrol fonksiyonunu etkin düzeyde gerçekleştirmek,
- ✓ Üretim fire oranını azaltmak.

Toyota üretim sisteminin diğer bir dayanağı otonomasyondur. Otonomasyon, makinelerin üretilen tek bir hatalı parçayı bile sezerek, kendilerini anında durdurup yardım istemelerini sağlamak üzere, insan zekâsının otomatik makinelere aktarılmasıdır (Womack ve Jones, 2012). Otonomasyon, otonom

hata kontrolü olarak da tanımlanabilir. Otonomasyon, hatalı parçaların üretim akışına karışıp sonraki süreçlerde üretimi kesintiye uğratmasını engelleyerek bir problemle karşılaşıldığında derhal müdahale edilmesi ve böylece kök nedenin bulunmasının sağlanması, "tam zamanında" kavramını destekler (Kanat ve Güner, 2006). Aynı zamanda jidoka olarak da bilinen bu kavramın öncülüğünü, 20. yüzyılın başında, iplik koptuğu zaman, anında duran otomatik dokuma tezgahlarının yaratıcısı Sakichi Toyoda yapmıştır. Bu şekilde tek bir operatörün, büyük miktarda hatalı kumaş üretme riski olmadan çok sayıda makineye nezaret etmesi mümkün olmuştur (Womack ve Jones, 2012).

"JIT yöntemi niçin uygulanmalıdır?" sorusunu şu yanıt izlemektedir: Çünkü tepe yönteminde iş istasyonları çok hızlı üretim yapmakta ve dakikada kaç parça üretilmesi gerektiği bilinmemektedir. Buradan da üretimin kademeli olarak artırılması fikri doğmuştur (Ohno, 2012).

Yalın üretim her ne kadar Toyota ile anılsa ve bir Toyota Üretim Tarzı olarak bilinse de esasen günümüze kadar birçok firmanın da bu üretim sistemine katkıları olmuştur. Bu yüzden Toyota Üretim Sistemini, Yalın Üretim temelinin oluşturduğu bir üretim sistemi olarak tanımlamak yanlış olmaz.

## **2.2. Yalın Üretim Tarihsel Gelişimi**

Yalın üretim, II. Dünya Savaşı'ndan çıkan Japonya'nın dünyadaki krizden en az şekilde etkilenmesini sağlamak için oluşturulan bir çalışma kültürüdür.

Savaş sonrasında oluşan bu kültürde esas olarak stokların minimize edilmesi ve malzeme akışının düzgün hale getirilmesi üzerinde odaklanılmıştır. Böylece üretimde kullanılan malzemeler ve parçaların tam ihtiyaç duyulan zamanda, yani "tam zamanında" gelmesi gerçekleştirilerek tüm fazlalıklardan ve israftan arındırılmış, yalın bir üretim sisteminin ortaya çıkması sağlanmıştır (Ersoy ve Ersoy, 2011).

Yalın üretimin tarihini incelemeyen önce üretimin ne şekilde sistem haline geldiği belirtilmelidir. Bunun yanında üretim sistemlerinin tarihi yapısını kronolojik bir sıra halinde anlatmak gerekir. Çünkü üretim faaliyetlerinin bir sistem haline gelişinde önemli adımlar bulunmaktadır. Ayrıca bu adımlar yalın üretim sisteminin birer parçasını oluşturan temel taşlardır ve üretim tarihindeki keşiflerin her birinin yalın üretim sistemini oluşturmada büyük payı vardır.

Üretim konusunda genel kavramlardan ön plana çıkan ilk şey "süreç"tir.

1800'lere doğru üretimin sistem haline gelmesine katkıda bulunan kişiler ortaya çıkmıştır. Bunların başında Eli Whitney gelmektedir. Eli Whitney'in pamuk üreticileri için oluşturduğu çırçır makinesinde pamuk içindeki tohumlar kısa sürede temizleniyordu. Ayrıca Eli Whitney o dönemde üretilen silah parçalarının birbirinin aynı olmasını sağlayarak, silahları daha homojen ve montaj için ustalık gerektirmeyen yapı haline getirmiştir. Böylece kısa süreli prosesler halinde üretim yapılmıştır. Bundan sonraki dönemlerde ise süreç kavramıyla beraber, süreç-sistem ilişkisi merak edilen konular arasında yer almıştır.

1900'lerin başında üretim sistemi tarihine Frederick Taylor, Frank Gilberth ve Sakichi Toyoda yeni katkılar yapmıştır. Bilimsel Yönetim Yaklaşımı ile anılan Taylor, standart iş kavramını geliştirmiştir. Frank Gilberth ise çalışanlar üzerinde iş ve hareket etüdü çalışmalarına yoğunlaşarak proses haritalama metodu kavramını oluşturmuştur.

1910'lara gelindiğinde Henry Ford ön plana çıkmaktadır. Bir mezbahada etlerin konveyörde ilerleyişinden esinlenerek sürekli akış mantığını oluşturmuş ve 1913'de Michigan Highland Park'taki fabrikasında, değiştirilebilir parçalar, standart iş ve yürüyen bant kavramlarının sentezi olarak adına "Akış Üretimi" dediği üretim sistemini geliştirmiş ve uygulamıştır. Akış üretim sisteminde hız konusunda bir sorun yoktu; fakat tek tip ürün üretimine uygun olan bir üretim sistemi şeklindeydi. Yani Henry Ford' un şaheseri Model T, yalnızca siyah renk

ve bir çeşit gövdeye sahipti. Model T için dünyada belli bir doygunluğa ulaşıldıktan sonra artık farklı tip modellere olan talep yavaş yavaş artmaya başlamıştır. Akış üretim sisteminde de esneklik tam olarak sağlanamadığından uzun temin süreleri yaşanmaktaydı. Bu sebeple Ford sistemi o dönemin koşullarına yenik düşmüştür.

1930'larda otomobil sektöründe Ford'un yerini General Motors alarak, üretimde büyük paya sahip olmuştur. Aynı dönemde II. Dünya Savaşı'ndan sonra Japon mühendisler için Ford'un üretim sistemi araştırma konusu haline gelmiştir. Yalın üretim ve yönetim sistemlerinin temeli ilk olarak 1950'lerde Toyoda ailesinin bireyleri mühendis Eiji Toyoda ve deha mühendis Taiichi Ohno'nun öncülüğünde, Japon Toyota Firmasında atılmıştır. Bu ikili 1950'de Ford Firmasını incelemek üzere Amerika'ya yaptıkları gezilerden edindikleri bilgilerin ışığında Ford'un yüzyılın başından günümüze dek öncülük ettiği kitle üretim sisteminin Japonya için hiç de uygun olmadığına karar verirler ve bu karar yepyeni bir üretim ve yönetim anlayışının ilk adımlarının atılmasına neden olur. Kitle üretiminde, her üretim etkeni ya da unsuru olabildiğinden çok sayıda kullanıp, üretim pek çok gereksizlik ya da savurganlık (muda) içermektedir (Ercan, 2013).

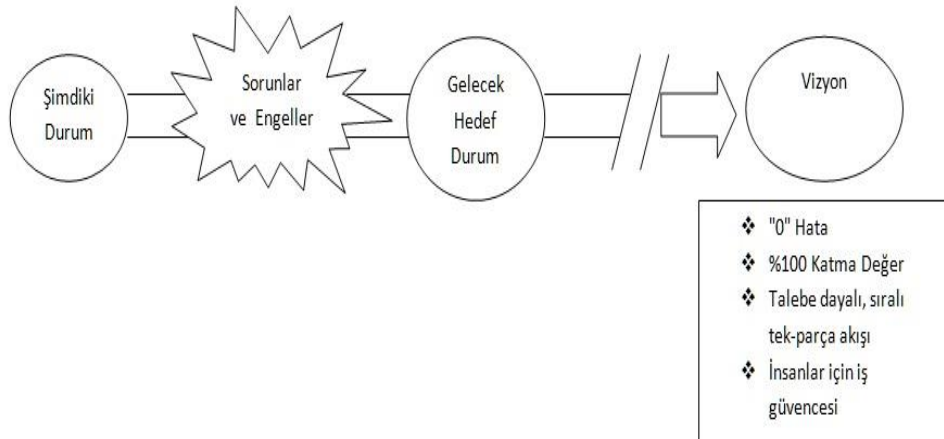
Toyota'nın üç önemli dehası Kiickiro Toyoda, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo tarafından Ford'un akış mantığı kullanılarak Toyota Üretim Sistemi oluşturulmuş; fakat Toyota Üretim Sisteminde esas başarılmak istenen noktanın sürekli akış ile beraber değişen talebe nasıl uyum sağlanacağı hedef haline gelmiştir.

Elindeki kıt kaynakları iyi kullanmak ve dünya piyasalarında A.B.D.'nin kitlesele üretimle ürettiği ürünlerle rekabet etmek zorunda kalan Japonya bu üretim sistemini oluşturmak zorunda kalmıştır. Ellerindeki kıt kaynaklardan maksimum üretimi gerçekleştirmeye yönelik Japon üreticiler aynı zamanda rekabet için ürünlerin kalitesini artırmaya çalışmışlardır (Ersoy ve Ersoy, 2011).

1950'lerden sonra araştırma ve incelemeler sonuç vererek üretimde birtakım teknikler geliştirilmiştir. Andon sistemiyle beraber görsel kontrol ve 5S faaliyetleri, çalışanların üretimde söz sahibi olduğunu gösteren öneri sistemleri, parti büyüklüklerini azaltmaya yönelik çekme sistemi ve hat dengeleme, tüm şirket çapında uygulanan toplam kalite kontrol programları ve sürekli akışta esnekliği sağlayacak SMED (tekli dakikalarda kalıp değişimi) teknikleri bunlardan bazılarıdır.

"Toyota Üretim Sistemi"nin sanayi dünyasına kattığı en temel ilke her şeyi ancak müşterinin istediği anda ve miktarda üretmek, gereksiz stokları tümüyle ortadan kaldırmaktır. Stok bir israf olarak algılanıyordu ve sistemde hiçbir israfa yer yoktu. Her üretim adımı ancak bir sonraki adımın ihtiyaç duyduğu zamanda ve miktarda üretim yapmak üzere kanban adı verilen kartlarla tetikleniyordu. Bu mantık tedarikçi firmalar zincirinde de uygulanarak talep edildikçe üreten, stokları asgariye indirilmiş ve bu sayede kaynaklarını çok daha etkin kullanabilen bir sistem oluşturulmuştu (Yalın Enstitü, 2015).

Rother (2010)'a göre sadece maliyete dayalı kararlar veren, bir zamanlar dünyanın bir numaralı otomobil üreticisi General Motor; son yıllarda Şekil 2.3.'de gösterilen güçlü bir vizyona sahip ve bundan ödün vermeyen Toyota tarafından geçilmiş ve Toyota bir numaralı otomobil üreticisi haline gelmiştir (Durmuşoğlu, 2011).

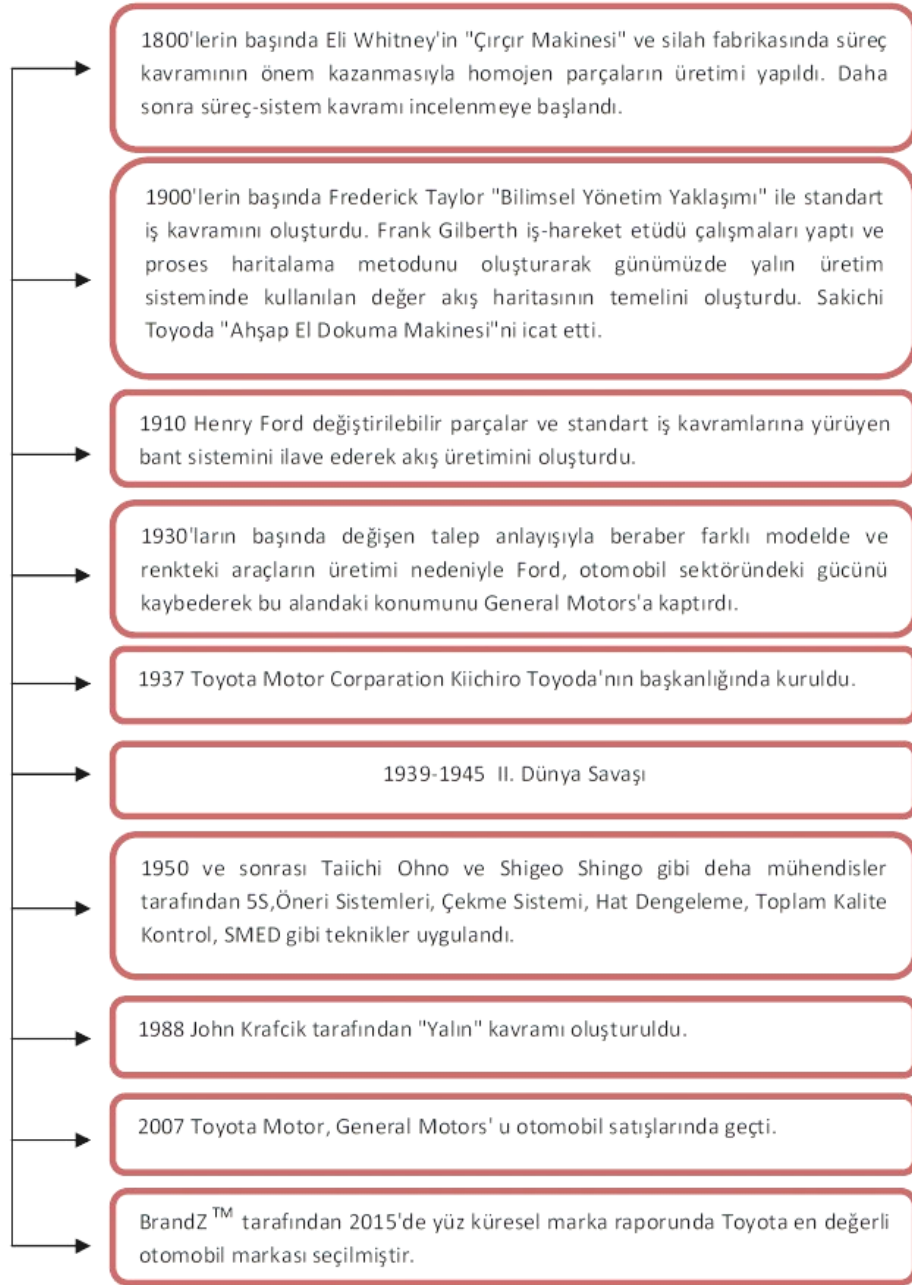


Şekil 2.3. Yalın üretim sisteminin (Toyota Üretim Sisteminin) vizyonu (Durmuşoğlu, 2011).

Akgeyik (1998)' e göre 1950'li yıllarda Eiji Toyoda ve Taiichi Ohno tarafından geliştirilen imalat tekniklerinin bir bütün olarak "yalın üretim" kavramıyla tanımlanması ilk defa John Krafcik tarafından yapılmıştır. Krafcik, Toyota Motor İşletmesi'nde oluşturulan yeni üretim organizasyonunun özünü ifade etmek amacıyla bu kavramı geliştirmiştir. Krafcik'in yalın üretim terimini kullanmasının nedeni, yeni sistemin Fordist üretime göre her şeyi daha az talep etmesinden kaynaklanmaktadır (Türkan, 2010).

Konunun başında üretim sistemi tarihindeki birtakım keşiflerle beraber yalın üretimin doğduğu belirtilmişti. Dönemler tekrardan Şekil 2.4.'de kısaca gözden geçirilmiştir.





Şekil 2.4. Yalın üretim tarihi kronolojik sıra

### 2.3. Yalın Üretimin Diğer Üretim Sistemleriyle Kıyaslanması

Atölye tipi üretim, esasen 1900'lerin başında zanaatkarlar tarafından yapılan üretim şekli iken; kitle tipi üretim, atölye tipinde üretilen ürünlerin çok maliyetli olması dolayısıyla daha düşük maliyetli üretim arayışı sonucu doğmuştur. Yalın üretim ise; her iki üretim tipinin de eksik yanlarının elimine edildiği her kriterde mükemmeliyetçiliğe önem veren sistemdir. Aşağıdaki Şekil

2.5.'de iki tip ana üretim ve onların avantajlarının sentezlendiği, yalın üretim sisteminin belli kriterler bazında değerlendirildiği görülmektedir.

Kriter	Atölye	Kitle	Yalın
İşgücü Kalifiyeliği	Yüksek	Düşük	Yüksek
İşgücü Görev Türü	Monoton değil	Monoton	Monoton değil
Makine Özelliği	Esnek aletler	Çok pahalı ancak tek amaçlı makineler	Esnek aletler
Parti Miktarları	Düşük	Yüksek	Düşük
Stok Miktarları	Düşük	Yüksek	Düşük
Ürün Çeşitliliği	Fazla	Az	Fazla
Esneklik Hedefi	Orta	Düşük	Yüksek
Teslimat Hedefi	Orta	Yüksek	Yüksek
Üretim-Kalite Kontrolü	Zor ve sürekli Değil	Kolay ve sürekli Değil	Kolay ve sürekli

Şekil 2.5. Üretim tiplerinin kıyaslaması

Kitle üretimi bir bakıma el sanatlarına dayanan atölye üretiminin yerini almıştır. Aynı şekilde yalın üretim de tam anlamıyla kitle üretimin yerini alacak mıdır? Kitle ve yalın üretimin birbirinden ayrılan yanları tekrardan incelendiğinde her iki sistemin de karakteristik yapıları ortaya çıkmaktadır (Çelikçapa ve Şenol, 2015):

- ✓ Kitle üretiminde standart ürünler; yalın üretimde çeşitlendirilmiş ürünler vardır.
- ✓ Kitle üretiminde ölçek ekonomisine; yalın üretimde çalışma alanı ekonomisine önem verilir.
- ✓ Kitle üretiminde iş bölümü; yalın üretimde takım çalışması ve beceriler ön plandadır.
- ✓ Kitle üretiminde düşük maliyetle beraber ürünün kalite kontrolüne önem verilirken; yalın üretimde ürün tasarımından başlayan kalite kontrolü ve en düşük maliyet ile üretim yapılır.
- ✓ Kitle üretiminde dikey entegrasyon hakimken; yalın üretimde tedarikçiler ile geliştirme zincirleri kurulur.

- ✓ Kitle üretiminde bölümlendirilmiş tasarım mühendisliği mevcutken; yalın üretimde eş zamanlı mühendislik halinde faaliyetler yürütülür.
- ✓ Kitle üretiminde rekabete dayalı endüstriyel ilişkiler kurulurken; yalın üretimde daha yumuşak endüstriyel ilişkiler kurulur.

#### **2.4. Yalın Üretim Sisteminin İlkeleri**

Yalın Üretim, üretim sistemleri içinde zaman, müşteri ve kalite yönünden bir miladı oluşturmaktadır.

Yalın düşünce; somut müşterilerle diyalog yoluyla somut fiyatlardan sunulan somut yetenekler içeren somut ürünler cinsinden değeri tam olarak tanımlamak için yapılan bilinçli bir deneme ile başlamalıdır. Bunu yapmanın yolu, var olan varlıkları ve teknolojileri yok sayıp şirketleri güçlü, odaklanmış ekipleri olan ürün hatları bazında yeni baştan düşünmekten geçer. Bu aynı zamanda, şirketin teknik uzmanlarının rolünü yeniden tanımlamayı ve sadece değer nerede yaratılacağını yeniden düşünmeyi gerektirir. Gerçekçi olduğunda, hiçbir yönetici bu değişimlerin hepsini gerçekten hemen uygulayamaz, ama neyin gerekli olduğunun açık bir resmini oluşturmak zorunludur (Womack ve Jones, 2012).

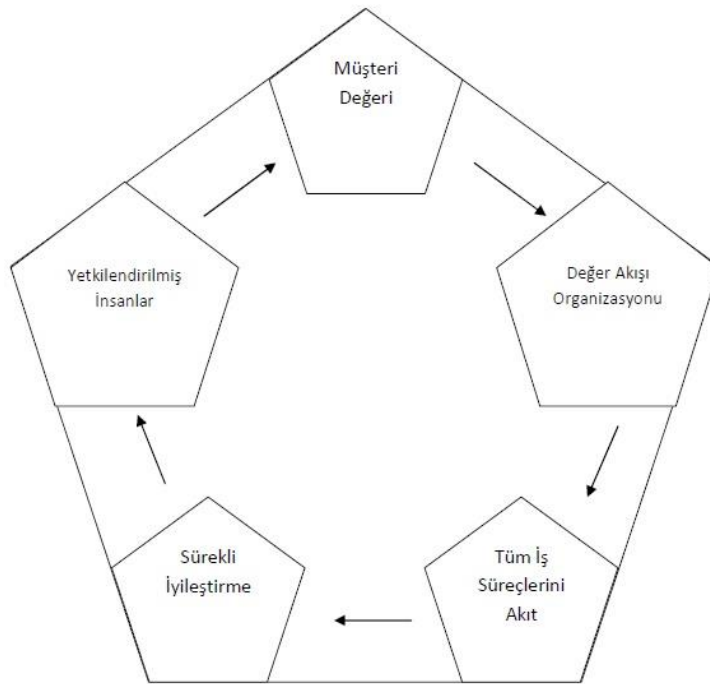
Yalın Düşünce'nin amacı, yalın bir üretim sistemine, yalın bir şirkete, yalın bir değer zincirine ulaşmak ve yönetimin ilgi merkezini değiştirerek, "değer" in "kayıp"tan ayırt edilmesini sağlamak, organizasyonlar-teknolojiler-sabit kıymetler yerine kaynakları ürüne ve ürünü etkileyecek çalışmalara odaklamak, savurganlıktan arınarak zenginliği yakalamaktır (Ercan, 2013).

Woehrle ve Abou-Shady (2010)'a göre bir işletmede yalın düşüncenin uygulanması için beş temel ilke vardır. Bu ilkeler şunlardır (Terzi ve Atmaca, 2011):

1. Bir mamul hizmetinde müşteri değerlerinin ne olduğunun belirlenmesi yoluyla değerlerin tespiti (müşteri değeri)

2. Değer akış süresince mamul yelpazesi veya belirli bir mamul için değer akışlarının belirlenmesi ve değer katmayan faaliyetlerin elimine edilmesi (değer akışı)
3. Değer katan faaliyetler için sürekli akışın sağlanması yoluyla mamul veya hizmet akışının sağlanması (akış)
4. Müşterinin ne istediği ve stokların düzenlenmesi ve müşterilerin ne zaman istediğinin belirlenmesi yoluyla müşteriden başlayan bir çekme mekanizmasının oluşturulması (çekme sistemi)
5. Sürekli yalın gelişimin sağlanması amacıyla mükemmellik için çalışmak (mükemmellik)

Yalın üretim sistemi için gerekli olan bu beş ilke Şekil 2.6.'da da gösterilmiştir (Katko, 2014).



Şekil 2.6. Yalın'ın beş temel ilkesi (Katko, 2014)

#### 2.4.1. Değer

Yalın düşüncede en temel kavram "değer"dir. Değer üretici tarafından oluşturulur; fakat önemli olan nihai kullanıcının ürün veya hizmette kastettiği

değer ile uyuşmasıdır. Doğru olan, değeri müşteri açısından yeniden düzenlemektir. Değer tanımının anlamlı olabilmesi için müşterinin gereksinimlerini, belli bir zamanda ve belli bir fiyattan karşılayan belli bir ürün ya da hizmet cinsinden belirlenmesi gerekir. Yanlış ürün ya da hizmetin doğru veya doğru ürünün zamanından önce üretilmesi yalnızca kayıptır (Ercan, 2013).

Değer, yalın düşüncenin kritik çıkış noktasıdır. Müşteri açısından üreticilerin varoluş nedenidir. Buna rağmen, üreticilerin değeri doğru tanımlaması çok zordur (Womack ve Jones, 2012).

Bir mamulün oluşumunda hammadde girişinden, son mamul olarak çıkışına kadar geçen toplam süre (lead time) beş aşamada oluşur (Tütek ve Öncü, 1993):

- ✓ İşleme süresi (mamulün üzerinde çalışıldığı süre)
- ✓ Kontrol süresi (mamulün istenilen kalitede olup olmadığının belirlenmesi veya mamulün istenilen kaliteye getirilmesi amacıyla harcanan süre)
- ✓ Taşıma süresi (mamulün bir yerden başka bir yere taşınması için harcanan süre)
- ✓ Bekleme süresi (mamulün, işlem görme, taşıma veya kontrol edilme için beklediği süre)
- ✓ Depolama süresi (yarı mamul veya mamullerin işlem görme ve sevk edilme için depolarda beklediği süre)

Her üretici kendini bir müşteri yerine koyduğunda ihtiyaç duyulan ürün için onun neden istendiğini, istenilen ürünün niteliklerinin neler olduğunu, ne kadar fiyatta olduğu ve bunun ne kadar sürede kişiye ulaştırılacağı; ürünün temel değer kriterlerinin bulunmasında yardımcı olmaktadır. Yukarıdaki maddelerden mamulün değerini artıran tek madde işleme süresidir. Çünkü diğer faaliyetler müşteri için herhangi bir şey ifade etmez.

Değerin doğru tanımlanması için yalın bir fabrika; yalın fabrika için yalın üretim sistemi ve yalın üretim sistemi için de her şeyden önce yalın düşüncenin benimsenmesi gerekir.

## 2.4.2. Değer akışı

Değer akışı, üretilen mal veya hizmetin ham halinden çeşitli prosesler sonucu nihai haline gelerek, müşteriye ulaştırıldığı süreye kadarki bütün faaliyetleri içerisinde barındırır. Doğal olarak bu süre zarfında da birçok israfa rastlanılmaktadır.

Rother ve Shook (1999)'a göre "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 (Birgün vd., 2006).

"Değer akış haritalaması" belki de en çok kullanılan yalın araçtır ve ekibin, hammaddeyi tamamlanmış ürüne çevirdiği sürecin bütününde, ne kadar israf üretildiğini anlamasında çok etkili olabilir. Değer akış haritalamasında, ürünün yolu, hem değer eklenmiş süreç, hem de israf adımları belgelenecek, hammaddeyi tamamlanmış ürüne kadar takip edilir. Parça fiziksel olarak tamamlandığında müşterinin istediği şeye dönmüşse, değer eklenmiş diye tanımlanır. Herhangi bir faaliyet zamana ve paraya mal oluyor ve değer eklenmiyorsa israf diye tanımlanır. Değer akışı haritalaması, ekip üyelerinin süreçte ürünün nasıl hareket ettiğini anlamasına ve süreçteki israfları tespit etmesine yardım eder. Değer akış haritalamasında, değer eklendiği süreç kutuları ve bu süreç kutuları arasında israfı temsil eden stok üçgenleri vardır. Genelde, herhangi bir yere taşındığında ya da stokta durduğunda bir ürün hayatının büyük bölümü, "israf" sayılır (Liker ve Hoseus, 2008).

Bunu bir otomobilin üretilme aşamalarını basitçe gözden geçirerek anlamak mümkündür. Üretilen araçlar, dört ana süreçten geçerler:

- ❖ Pres
- ❖ Kaynak
- ❖ Boya
- ❖ Montaj

Bu ana süreçler biraz irdelenip daha ayrıntılı prosesler haline getirildiğinde:

- ❖ Pres içerisinde
  - Kalıp bağlama
  - Bağlanan kalıplardan sonra aracın dış aksamının şeklinin verilmesi
  - Bir sonraki proses için nakliye
- ❖ Kaynak içerisinde
  - Preslerde şekil verilen sacların birleştirilme aşaması
  - Bir sonraki proses için nakliye
- ❖ Boya içerisinde
  - Müşterinin isteğine göre araçlar için su bazlı boyaların kullanımı
  - Bir sonraki proses için nakliye
- ❖ Montaj
  - Araç kasasının oluşturulmasıyla beraber iç aksamının montajının yapılması ve kontrol amaçlı denemeler için bir sonraki aşamaya nakliyesi

Süreçlerin adımları elbette daha ayrıntılı aşamalardan oluşmaktadır. Buradaki amaç değer akışı içerisinde israf yaratabilecek aşamaların belirlenmesini sağlamaktır. Müşteri açısından olaya yaklaşıldığında müşterinin temelde istediği beyaz bir sedan araç ise burada müşteri için değer ifade eden süreçler ilk olarak pres içerisinde yapılan ikinci faaliyet, kaynak içerisinde yapılan ilk faaliyet, boya içerisinde yapılan ilk faaliyet ve montaj içerisinde yapılan müşteri tercihinine bağlı olarak iç dizayn seçenekleridir.

Peki geriye kalan tüm faaliyetler neyi temsil ediyor? Müşteri açısından anlamlı olmayan; fakat aracın üretiminde gerekli olan prosesleri...

Görülüyor ki; buradaki proseslerin her biri için ayrı bir inceleme yapıp birtakım iyileştirmeler ile israflar ortadan kaldırılmalıdır. Bu kayıplardan arındırılan bir süreçte, değer yaratan aşamaların sürekli bir akış haline getirilmesi sağlanmalıdır. Bunun için de beşinci bölümde "değer akışı haritalama" metodu ile ayrıntılı bir inceleme yapılmıştır.

### **2.4.3. Akış**

Bir şirketin yalınlık yolunda ilerlemeye başlaması için en uygun nokta, belli başlı imalat ve hizmet süreçlerinde mümkün olan her yerde kesintisiz akış oluşturmaktır. Akış, hammaddeden bitmiş ürüne (ya da hizmete) kadar geçen süreyi kısaltmanın en iyi kaliteye, en düşük maliyete ve en kısa iş bitim süresine götüreceğini ifade eden yalın mesajın can damarıdır. Akış aynı zamanda önleyici bakım ve jidoka gibi diğer pek çok yalın araç ve felsefeyi uygulama yönünde bir zorlama içerir (Liker, 2004).

Akış sistemleri tasarım gereği, "Her şey çalışır veya hiçbir şey çalışmaz." şeklinde, saygın ve beklenen bir kalite anlayışını içermek zorundadır (Womack ve Jones, 2012). Bir üretim hattında birkaç ana prosesten geçen bir ürün varsa bu süreçte kullanılan makine ve tüm teçhizat ilk ürünün ilk prosese girmesiyle başlar, son ürünün son prosesten çıkmasıyla son bulur. Durum hayal edildiğinde; bunun var olabilmesi için üretilen ürünün hiçbir şekilde büyük partiler halinde olmayacağıdır. Yani başlangıçtan bitişe tek adet halinde üretim yapmak birçok imalat sanayinde ulaşılması zor gibi görünse de; bunu başarmak için ilk olarak olabildiğince küçük parti boylarında ürünlerin üretildiği bir sistem oluşturmak bu ilke için ısınma turunu oluşturur. Bunların sağlanabilmesi için de herhangi bir makinenin üretim sürecindeki diğer makinelerle uyumlu hızda çalışması ve bir senkronizasyonun varlığı şarttır.

### **2.4.4. Çekme**

Çalışmanın başından beri stokun en büyük israf olduğu; çünkü stokun beraberinde birçok israfı oluşturduğu belirtilmektedir. Stoku oluşturan başlıca faaliyet de talep edilen ürünün ne ve ne kadar miktarda olduğunu bilmeden yapılan üretimdir.

Öyleyse burada açıkça 2 seçenek ortaya çıkıyor:



- ❖ Son kullanıcının tüketmek isteyeceği her ne ürün varsa onun hakkında kusursuz bir tüketim modelinin olacağıdır; fakat kurulan ekonometrik bir modelde mutlaka bir hata terimi olur. Ayrıca bu hata düzeyi de minimum düzeyde tutulmak istense de mutlaka ufak bir yanılma olmaktadır ve buna bağlı olarak yine stok oluşacaktır.
- ❖ Diğer bir yol da son müşterinin ürün için istekte bulunmasıyla bilgi akışı üretimin başlayacağı ilk prosese gelene kadar önceki proseslere doğru devam eder. Bu aşamadan sonra ilk procesten son prosese kadar bilgi akışı yerini parça akışına bırakarak son müşteriye ürün teslim edilir.

Stok tutmaya yol açan nedenler/belirsizlikler incelendiğinde (Acar, 2003):

- ✓ Tezgah arızaları ara stokların oluşmasındaki nedenlerden birini oluşturmaktadır. Ürünün hat üzerindeki akışını kesintiye uğratan en önemli unsurlardandır. Bu nedenle, JIT ortamında, sistemdeki tüm makinelerin toplu olarak periyodik koruyucu bakımı yapılmalıdır.
- ✓ Hatalı imalat üretim hattındaki kesintisiz ve ritmik olması gereken akışı engelleyen diğer bir unsurdur. Bu nedenle, JIT ortamında güvence esaslı, sıfır hata hedefli bireysel sorumluluğa dayalı Toplam Kalite Yönetimi sistemlerinin kurulması şarttır.
- ✓ Senkronizasyon eksikliğinde; aralarında yarı mamul envanteri, güvenlik stoku olarak tutulmayan iki süreçli bir sistemde, eğer iki süreç her üretim çevrimini aynı anda bitirmezse, birbirlerine engel olacaklardır.
- ✓ Talep belirsizliği üretim sistemlerinde stok tutmaya yol açan en önemli nedenlerden biridir. Buradaki belirsizliği engellemek için, genellikle belirlenen bir zaman dilimi için talep edilen miktar, üretim miktarı olarak dondurulur; bu miktara göre üretim hatlarında kapasite ayarlaması yapılır ve günlük üretim çizelgesi saptanarak bu çizelgeler bir ay boyunca her gün tekrarlanır.
- ✓ Satıcılardan kaynaklanan belirsizlik ile klasik üretim ortamında, temin ve miktar açısından sevkiyatların belirsizliği ve spesifikasyonlara uymayan ürünler nedeniyle hammadde ve malzemeler büyük partiler halinde tedarik edilir.

Çeken sistemler, sonraki süreçlerin önceki süreçlerden sadece tükettikleri miktarlarda ve zamanda parça talep ettikleri ve çektikleri sistemlerdir (Orbak ve Bilgin, 2005).

Çekme sistemi her iş istasyonu ürünü bir önceki iş istasyonundan ihtiyaç duyuldukça çeker ve böylece işlenmekte olan parçanın hareketi üzerindeki denetim izleyen iş istasyonunda olur. Son işlemde ise ürünü çeken, müşteri talebi ya da Ana Üretim Planı olur. Böylece çekme sisteminde işlenmekte olan parçalar, süreçte bir sonraki işlemin talebine göre hareket eder (Ersoy ve Ersoy, 2011).

Başka bir deyişle; bir iç müşteri, bir önceki üretim biriminin ürettiği ve kendine ittiği ürünleri değil, ihtiyacına göre o üretim biriminden çektiği ürünleri işler (Türkan, 2010).

#### **2.4.5. Mükemmellik**

Mükemmellik, son noktası olmayan yalın bir yolculuktur. Bu bakımdan kavramı "sürekli iyileştirmeler" şeklinde görmek gerekir. Yalın düşüncenin temelinde "iş doğru yapmak" yerine "doğru işi bir defada yapmak" ilkesi vardır. Buna karşın israf tümüyle yok edilemeyeceğinden, mükemmellik tamamen ulaşılması pek mümkün olmayan izafi bir hedef durumundadır (Türkan, 2010).

Yalın üretim, etkin ve etkili üretimin birleştiği mükemmeliyetçi bir sistemdir. Bu mükemmellik için de daha önce değinildiği gibi sıfır hata ve sıfır stok ile üretimin gerçekleştirilmesi gerekir. Amaç hataların oluşmadan engellendiği sürekli bir akış oluşturmaktır.

Mükemmelliğe ulaşmanın alternatif ve radikal bir yolu da, değer akışının tamamında başlangıçtan bitişe kadar tüm firmaları içeren bir kaikaku uygulamasının gerçekleştirilmesidir (Womack ve Jones, 2012).

Kaikaku iyileştirmelerin ve değişimlerin üretim sahası dışına çıkararak tedarikçi ve müşterilerin de bu sisteme dahil olması için yapılan uygulamadır.

Çalışmanın uygulama konusu olan otomotiv yan sanayinde, üretilen bir ana ürün için bu beş temel ilke değerlendirildiğinde öncelik yine "değer"i belirlemek olacaktır. Müşteri açısından üretimdeki yürütölen faaliyetlerin hangileri müşteriyi doğrudan ilgilendiriyorsa bunların belirlenmesi gerekmektedir. Bu konunun ayrıntılı incelemesi beşinci bölümde ele alınmıştır.

### 3. YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİ

#### 3.1. 5S

5S, işyeri temizlik ve düzenine çalışanların katılımını sağlayan, organizasyonlarda kaliteli bir çalışma ortamı yaratan ve bunun sürekliliğini gerçekleştiren sistematik bir yaklaşımdır. 5S yaklaşımının en büyük özelliği basit olması, dolayısıyla kolay uygulama alanı bulmasıdır. Diğer iyileştirme çalışmaları için zemin oluşturan 5S, bu bağlamda işyeri iyileştirmede öncelik taşıyan temel kavramdır (Ercan, 2013).

Operatörün üretimde kullandığı birtakım alet, malzeme veya dokümanlar bulunur. Bunlara her ihtiyaç duyulduğunda minimum süre israfiyla ulaşmak temel amaçtır.

5S, problem çözmede standart için ilk adımı oluşturur ve tüm ekip üyeleri için uygun bir iş ortamı kurmanın temelidir. Japonya'da Toyota buna temiz ve "hoş" iş ortamı demektedir. Tüm kültür boyunca dolaşan sürekli gelişim döngüsünün bir parçasıdır. 5S programı her şeyin düzenli ve yerinde olmasını sağladığı için güvenliğin temeli sayılmaktadır ve herkesin standardı görmesi ve bilmesi için muntazam biçimde etiketlenmiştir. Birçok şirket kendi yalın dönüşümlerinde güvenliği ("Safety") altıncı S yapmışlardır (Liker ve Hoseus, 2008).

5S' e Şekil 3.1.'de bakıldığında Japonca "S" harfiyle başlayan 5 faaliyetten oluştuğu görülür.

Japonca	İngilizce	Türkçe
Seiri	Sort	Sınıflandır
Seiton	Set in order	Düzenle
Seiso	Sweep	Temizlik
Seiketsu	Standardize	Standartlaştır
Shitsuke	Sustain	Disiplin

Şekil 3.1. 5S faaliyetleri

Sınıflamada bütün parçalar elden geçirilir; gerekli olanlar muhafaza edilip; gereksiz olanlar atılır (Liker, 2004). Bu adımda tüm üretim tesisi baştan aşağı gezilerek kullanılan malzemeler, makineler, dolaplar, masalar, panolar, kısaca etrafta görülen her şey için "gerekli-gereksiz" ayrımı yapılır. 5S uygulaması öncesinde çoğu işyerinde etrafta bir sürü gereksiz nesne bulundurulurken, uygulama sonrasında gereksiz olanların çoğundan kurtularak genel bir temizlik ve ferahlık sağlanır. Bu işi yapmak üzere eğitilen ve görevlendirilen bir 5S ekibi tüm tesisi dolaşarak ve her bölümdeki ilgili kişilere sorarak nelerin gerekli ya da gereksiz olduğunu belirler (Sezen, 2011).

İkinci adım olan düzenlemede, her şey için bir yer belirlenir ve her nesne belirlenen kendi yerinde bulundurulur. Rahat bir çalışma ortamı yaratmanın planlandığı düzenleme adımının amaçları ise şöyledir (Ercan, 2013):

- ❖ Düzgün görünümlü bir işyeri oluşturma,
- ❖ Verimli planlama ve yerleşim sağlama,
- ❖ Malzeme arayarak geçen zamanı kazanarak verimliliği artırma,
- ❖ Düzgün bir stoklama sistemi getirmektir.

Temizlik işlemi çoğu kez kaliteye zarar verebilecek ya da makinede hasara yol açabilecek anormal koşulları ve hata öncesi durumları açığa çıkaracak bir denetleme biçimi olarak işlemektedir (Liker, 2004). Temizlik adımıyla beraber zeminde bulunan yağın silinmesi olası kazaları engeller. Makine ve teçhizatın rutin halde temizliğinin yapılması kullanım ömrünü artırabilir. Ayrıca temiz olan ortamlarda israf ve hatalar daha rahat ayıklanmaktadır.

Programın dördüncü adımı olan standartlaştırmada, ilk üç S korunup sürdürülebilmek için birtakım sistemler geliştirilir. Standartlaştırma adımının amaçları şöyledir (Ercan, 2013):

- ❖ 5S'i desteklemek için yönetim standartları oluşturmak,
- ❖ Olumsuzlukları ortaya çıkaracak görsel yönetimin hazırlanması,
- ❖ Renkle kodlama işleminin yapılması,
- ❖ Standartlaşmanın en önemli yararı, herkesin görebileceği ve kolaylıkla anlayabileceği şekilde uyarı ve kontrol tabloları kullanmak suretiyle;

herhangi bir iş istasyonundaki anormalliklerin ya da işlem hatalarının, ilk bakışta görünmesinin sağlayacak bir sistemi beraberinde getirmesidir.

Disiplin ile uygulanan tüm adımlar üretim veya hizmetin olduğu tüm ortamlarda tekrarlanarak sürekli bir iyileştirme sağlanır. Tüm çalışanlar ve yöneticiler 5S uygulamalarını başkasının işi olarak görmeden sahip çıkarlar. Doğru prosedürler yaygınlaştırılıp, alışkanlık haline getirilir. Sürekli eğitimlerle ve iç tetkiklerle 5S bilinci canlı tutulur (Sezen, 2011).

Kısaca ofiste ya da atölyede değer katan emek için gerekli olanla az kullanılan veya hiç işe yaramayanı tasnif etmekle başlanılabilir. Az kullanılan malzemelere kırmızı etiket yapıştırılıp çalışma mekanının dışına çıkarılır. Sonra makine operatörünü sanki o bir cerrahmış gibi desteklemek için her parçaya ve alete kullanılma derecesine göre bir daimi yer belirlenmelidir. Operatör en sık kullandığı parça ve aletlere hemen erişebilmelidir. Sonra, her şey her gün temiz kalacak şekilde silinmelidir. İlk üç işlemi sürdürmek için standartlaşma yapılmalıdır. Sürdürmek, doğru prosedürlerin doğru bir şekilde alışkanlık haline gelmesi sayesinde bu 5S'in yararlarını kalıcılaştırır (Liker, 2004).

### **3.2. Kanban Sistemi**

Japonca kart anlamına gelen kanbanın temel işlevi fabrika içi akışı kontrol etmektir. Kanban üretim hatları arasında çekmeyi ve yalın üretimin ne olduğuna dair bilgi verilen kısımda JIT olarak adlandırılan tam zamanında üretimi sağlayan bir araçtır.

Kanban sistemi, JIT ortamında malzeme hareketlerinin kontrolü ve bu bağlamda üretim etkinliklerinin planlaması amacıyla kullanılan yeni bir üretim kontrol (çizelgeleme) yaklaşımıdır (Acar, 2003).

Kanban sistemi bir çekme sistemi aracıdır. Üretim sistemi içindeki bilişim sistemidir ve fiziksel olarak malzeme akışının tersi yönünde hareket etmektedir.

Kanban yukarıda belirtilen amaca hizmet ederken, süreç içi stokları kontrol altına alarak, stok hesaplamalarını kolaylaştırmaktadır. Üretimi başlatma ve safhalar arası talepleri düzenlemekte kullanılan bir araç durumundadır. Gerek fabrika içinde, gerekse yan sanayilerle, hem dikey hem yatay bilgi akışını gerçekleştirir (Yaman, 2011).

Tam zamanında üretim fikri, 1950 yıllarında Taiichi Ohno tarafından geliştirilmiştir. Ohno bu fikri ortaya çıkarırken, Amerikan süpermarketlerinde gördüğü uygulamalardan etkilenmiştir. Süpermarketlerde, ara aşamalar yoktur ve müşteriler doğrudan çok sayıda farklı ürünle karşı karşıya gelmektedir. Bu arada bozuk ya da kalitesiz ürünler ile aranan bir malın bulunmaması ya da değiştirme ve iade gibi sorunlar doğrudan müşterilere yansımaktadır. Müşteriler rafları boşalttıkça görevli bir kişi rafları doldurmakta, böylece satılan mal tekrar yerine konmaktaydı. Böyle bir uygulama stokların temel israf kaynağı olabileceği düşüncesinin Ohno tarafından benimsenmesine neden olmuştur (Yazgan vd., 1998).

Kanban, Toyota Üretim Sistemi'nin doğru işlemlerini sağlayan bir çalışma yöntemidir. Bu kağıt parçasında üç tür bilgi bulunur: Sevkiyat siparişi, nakliye siparişi, üretim siparişi. Kanban gerek Toyota Motor Company 'nin kendi tesisleri içinde, gerekse kendisine parça üreten firmalarla arasında, hem dikey hem de yatay yönde bilgi akışını gerçekleştirir (Ohno, 2012).

Çekme sisteminde iş akışına "bir sonraki aşamanın talebi" yön verir. Bir işçi önceki iş istasyonundan malzeme ya da iş talep ettiğinde gözle görülür bir kayıt olan kanbanı kullanır. Aslında kanban parçaların harekete geçirilmesi ya da işlenmesi için bir yetki belgesi niteliğindedir. Çekme sistemlerinde bu kartlar olmadan hiçbir parça ya da parti hareket ettirilemez ya da işlenemez (Ersoy ve Ersoy, 2011).

Kanbanın İşlevleri (Ohno, 2012):

- ❖ Sipariş ya da nakliye fişi yerine geçer.
- ❖ Üretim siparişi yerine geçer.
- ❖ Üretim fazlasının önlenmesini sağlar.
- ❖ Atölyelerdeki ürünlerin ihtiyacı karşılmasını garanti eder.
- ❖ Hatalı üretimi önleyerek ürünlerin kalitesini garanti eder.
- ❖ Sorunlar belirlenir ve depo kontrol altında tutulur.

Kullanım Kuralları (Yazgan vd., 1998):

- ❖ Bir sonraki prosese hatalı parça gönderme,
- ❖ Sonraki prosesin istediği kadar üretim yap,
- ❖ Sonraki prosesten çekilen tam miktar kadar üretim yap,
- ❖ Üretimi dengele,
- ❖ Prosesleri istikrarlı ve mantıklı hale getir.

Kanban sisteminde kullanılan kartlar genellikle 10,6 x 20,32 cm boyutlarında, plastik, karton veya metal olan ve üzerinde belirli bilgiler taşıyan kartlardır.

Genellikle kanban üzerinde yer alan bilgiler şunlardır (Ercan, 2013):

- ❖ Kullanıldığı yer [stok başlangıç noktası, tüketim noktası],
- ❖ Parça numarası,
- ❖ Parça adı,
- ❖ Parçanın tanımı,
- ❖ Kanban numarası (kanbanın tanıtım numarası),
- ❖ Parça sayısı/kanban (ana parçanın her üretim birimi ve kanban siparişi için açılan parça miktarı),
- ❖ Kanbanın düzenli olarak konulduğu kutunun tanımlayıcı kod numarası veya ismi,
- ❖ Kanbanın teslim edileceği iş istasyonunun yeridir.

Kanban, ürünlerle birlikte süreçler arasında hareket ederek bir ürün fişi görevindedir. Süreçler arasında ortada bir satın alma işlemi varmış gibi para yerine çekme kanbanı, alışveriş sonucu alınan fişi de üretim kanbanı olarak görmek mümkündür.



Kanban sisteminin başarılı olabilmesi için prosesler arasında bir miktar stokun bulunması gerekir. Bu stok miktarını belirlemek için de kanban adetleri belirlenmelidir. Üretim hattındaki proseslerin her birinin üretim süresi eşit olmadığından bir ürün için hesaplanan kanban sayısı başka bir ürün için uygun olmamaktadır. Her bir süreç, ayrı özelliklere sahip olduğundan dolayı farklı formüller bulunmaktadır. Çünkü kanban kartlarının gereğinden fazla üretilmesi fazla süreç içi stok oluşturur; gereğinden az üretilirse de süreç içi stok eksik geldiğinden sonraki proseslere giden üründe gecikmelere neden olur.

Her konteynıra ya da arabaya bir kart iliştilir. Boş bir araba üretime ya da ürünlerin çekilmesine işaret eder. Çekme sürecini desteklemek için gerekli oldukça konteynırlar arasında kanbanlar alınıp verilir. Bu sistemde kanban sayısı önemli bir değişkendir. İdeal kanban sayısı şu formülle hesaplanabilir (Ersoy ve Ersoy, 2011):

$$N=(DT+S)/C \quad (3.1)$$

N: toplam konteynır sayısı (her konteynıra bir adet kanban)

D: iş merkezinin planlanan kullanım hızı

T: teslimat süresi (parça konteynırın yenilenmesi için süre)

S: güvenlik stoku

C: konteynırın büyüklüğü

Durum, fabrika bünyesinde üretilen MLS (çok katlı çelik conta) yönünden değerlendirildiğinde daha kavrayıcı olmaktadır.

Günlük ortalama bin adet contanın imal edildiği MLS hattında kanban sayısı hesaplanmak isteniyor. Ürünlerin konulduğu konteynırların her birine bir adet kanban ve otuz adet MLS konulmaktadır. Bir önceki iş istasyonundan yeni parçaların gelmesi yirmi beş dakika almaktadır. Fabrika yüzde beş güven stoku bulundurmakla beraber bu imalat hattı için kaç adet kanban kullanmalıdır?

D: 1000 adet/saat

L: 25 dakika=0,417 saat

S:  $0,05(1000*0,417)= 20,85$

C: 30 adet

$N=[(1000*0,05)+20,85]/30 = 2,36$  kanban

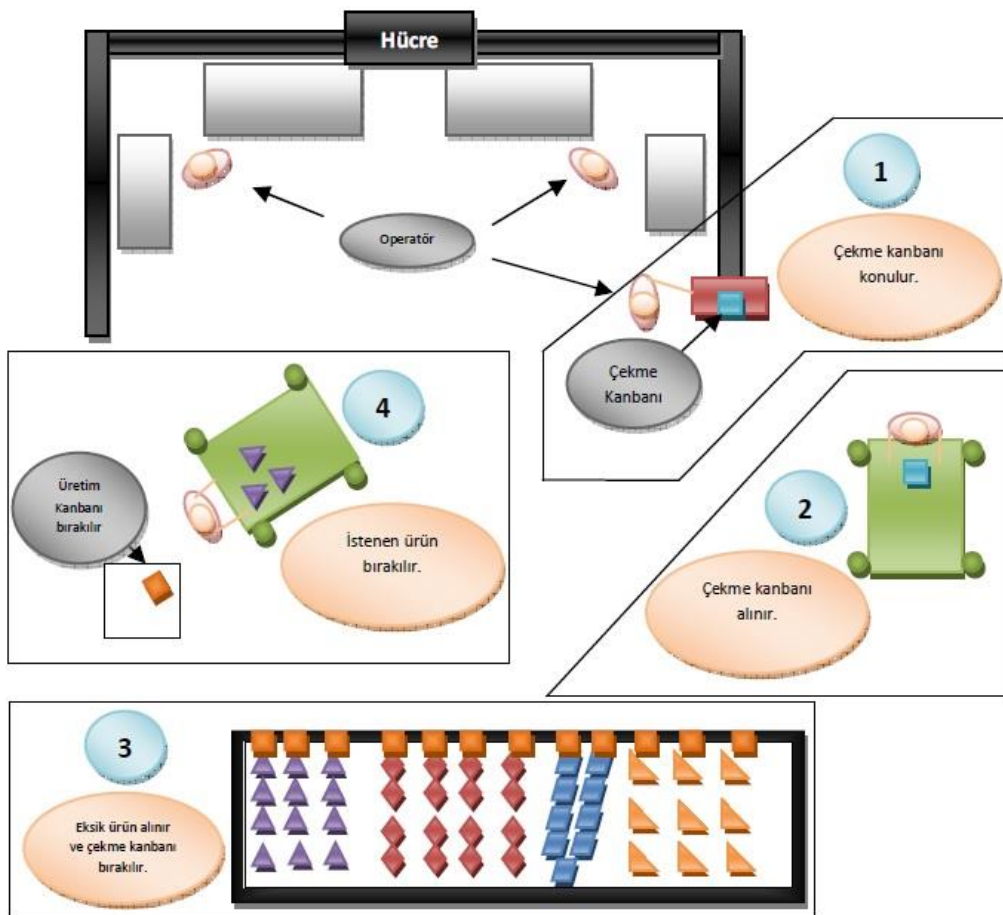
Bu üretim hattında, bin adetlik günlük talep için "2,36" adet kanban kullanılmalıdır. Merak edilen nokta bu rakam ikiye mi; yoksa üçe mi yuvarlanmalıdır? Eğer lokasyonlar arası birçok iyileştirme çalışmaları yapılacaksa sonucu iki kabul etmek gerekir. Üç kabul edilirse de hat içerisinde gevşeklik olacaktır. Bu sonuç başlangıç için bir yol göstericidir. Son karar üretim hattını tasarlayan kişinin belirleyeceği duruma ve operatörlerin kaizen katılımlarına göre değişmektedir.

Kitle üretiminde müşteri isteğinin hangi ürün olduğu veya ne miktarda olduğuna bakılmaksızın; birtakım tahmin yöntemleriyle oldukça fazla sayıda ürünler, ilk işlemde son işleme kadar sırasıyla takip edilir. Üretilen ürünlerin bir kısmı daha sonra müşteriler tarafından son aşamada çekilir. Fakat dikkate değer bir nokta vardır: Müşteriler tarafından talep edilmemiş ürünlerin tam anlamıyla ne zaman ihtiyaç duyulacağı konusunda net bir fikre sahip olunmamaktadır. Yani üretilen fazla miktarda ürün yerine talep miktarı yetişmemiş başka bir ürün yapılamaz mıydı veya yetişmemiş bir ürün yoksa dahi; fazla üretimi yapılan bu ürünle beraber niçin işgücü, elektrik ve makine fazladan yıpratıldı? Esnek bir üretim tarzı yerine neden katı bir üretim yöntemi benimsendi? Bu tip soruları üretimde sorumlu olan en üstteki yetkili kişiden en alttaki kişiye kadar herkes sorgulayabilirse; çekme sisteminin ne amaçla gerekli olduğunun cevabı kendiliğinden ortaya çıkacaktır.

Kitle üretimine karşılık çekme sisteminin işleyişine de bakıldığında tekrar aynı aşamaların gözden geçirilmesi gerekecektir. Buradaki fark ise hangi ürünün, ne miktarda üretileceğini belirleyen müşterinin kendisidir. Bununla beraber bilinmesi gereken iki kavram ortaya çıkmaktadır: İç Müşteri - Dış Müşteri. İç müşteriden kasıt, üretimden sorumlu olan operatörlerin bizzat kendilerinin müşteri edasıyla bir önceki operatörlerin ürettiği ürünü değerlendirmeye tabi

tutmasıyla oluşur. Yani birinci aşamadan sonra ikinci aşamaya geçilen üründe; birinci hat operatörü hazırladığı ürünün kalitesinden, hatasızlığından sorumlu olduğu kadar ikinci hat operatörü de birinci hattan kendisine ulaşan aynı ürünün müşterisi konumundadır. Aynı sorumluluk sonraki aşamalardan sorumlu olan operatörler için de geçerli hale geldiğinde üründeki bir hatayı sezme olasılığı sadece kalite kontrol departmanından ziyade üretim aşamasının sayısı kadar kalite departmanının sezebileceği bir hal almış olur. Bunun sonucunda ütopyik durum olarak nitelendirilen sıfır hataya git gide yaklaşmış olmaktadır.

Çekme sisteminin işleyişini Şekil 3.2.'deki gibi görsel açıdan vermek sistemin daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır.



Şekil 3.2. Çekme ve üretim kanbanının işleyişi

Şu ana kadar çekme sistemine yönelik, hep uygulanması gereken bir metotmuş gibi açıklama yapıldı. Fakat ne zaman bu yöntemin uygulanamayacağından bahsetmek gerekirse; üretim süresi kısa ve frekansı çok yüksek ürünler söz konusu değilse, kanbana gerek yoktur. Örneğin; günde 1 adet büyük hacimli bir ürün veya işlem tedarikçiye e-mail yoluyla da gönderilebilir. Dolayısıyla kanban gün içinde çok sık aralıklarla ihtiyacı duyulan parçalar için başvurulacak bir uygulamadır.

Ayrıca kanban uygulanacak ürüne talep miktarından ziyade, talep dalgalanmaları açısından bakmak uygulanan metodun daha sağlıklı sonuçlar vermesini sağlar. Yani kanbanı, talep dalgalanmalarının küçük olduğu ürünlerde uygulamak gerekir. Organizasyonda işler standardize ve dengeli değilse ve kesintisiz bir akım henüz sağlanmamışsa ve kaizende yetersizlik söz konusu ise kanbandan etkin sonuç elde etmek mümkün değildir. Genelde, takt süresine uygun düzenlenmiş çizelgeleme ile kanban hareket eder. Bir sistemde tüm prosesler takt süresi ile uygun adımla çalışmıyorsa kanban sisteminin işlerliği mümkün olmaz. Takt süresinin ne olduğuna değer akışı haritalandırılmasında değinilmiştir. Üretim hattı boyunca bir noktada envanter yığılması veya eksikliği, üretim sürecini sekteye uğratacaktır. Üretimle ilgili her şey dar alana toplanırsa, bir sonraki proseste ne zaman tedarik gerekeceğini herkes göreceğinden kanbana ihtiyaç duyulmayacaktır.

### **3.2.1. Kanban çeşitleri**

Kanbanlar genel anlamda üretim ve çekme olarak ikiye ayrılır. Her ikisi de içerdikleri bilgilere ve kullanılış amacına göre isimlendirilmişlerdir. Kanban sistemi, çift ya da tek kartlı uygulanan bir sistemdir.

Çekme ya da taşıma kanbanı olarak bilinen kart müşteri hücreden çekmesi gereken ürün miktarı ve çeşidini belirleyen kart çeşididir. İki hücre arasındaki bilgi akışını sağlar. Bu kanbanlar belli adede ya da sürelerle göre toplanır. Çekme kanbanlarında çekilen parçanın cins ve miktarı bulunur.

Üretim kanbanı, sadece üretimi gerçekleştiren hücrenin iş emri olarak kullandığı ve sonraki operasyon tarafından verilen çekme kanbanı getirildiğinde üretimi yapılmış kaplar üzerinde bulunan karttır. Üretim kanbanı, sadece üretimin yapıldığı hücre ile çıktıların konulduğu süpermarket arasında hareket eder.

Çekme kanbanı ve üretim kanbanı haricinde kullanılan birtakım kartlar da mevcuttur.

Tünel kanbanı, eğer iki ya da daha fazla süreç birbirlerine oldukça yakın bir şekilde bağlantılı ise bunlar tekil bir süreç olarak görülebilir. Bu durumda böyle süreçler arasında kanbanların değiştirilmesine gerek yoktur ve bu çoğul süreçler arasında ortak bir kanban kullanılır (Ercan, 2013).

### **3.3. SMED**

SMED (single-minute exchange of die); tek parça akışına geçilmesinde en önemli unsurdur. Çünkü JIT sisteminde tek parça akışı öncesi birtakım hazırlık faaliyetleri de yok edilmelidir. Yalın üretim sisteminde hazırlık ve kalıp değişim faaliyetlerinin dışsallaşmadığı ortamda tüm sistem etkilenmektedir.

Hazırlık süreleriyle geçen zaman üretim için bir kayıptır. Hazırlık süreleriyle kaybolan zamanın işlenen parça sayısının artırılmasıyla önlenmeye çalışılması, sistemde gereksiz parça işlenmesine ve stoka neden olur. Hazırlık sürelerinin kısaltılmasına verilen önem aşırı stokları ve üretim sisteminin boğulup tıkanmasını engeller. Daha sonra da hazırlık sürelerini yok etme olanağı incelenebilir. Makinelerin otonomasyonu ve esnekleştirilmesi ile de hazırlık süreleri azaltılabilir (Çelikçapa ve Şenol, 2015).

Küçük partilerde üretim yapılması sonucu her bir ürün için preslere bağlanan kalıplarda farklılık olacaktır. Kilit nokta da tam zamanında üretimi sağlamak için bu değişiklik faaliyetlerini olabildiğince minimum sürelerde

gerçekleştirmektedir. Shingo'ya göre bunu tek haneli dakikalarda yapmak mümkündür.

Hazırlık zamanlarının azaltılmasına neden gerek duyulmuştur? İlk olarak Toyota Fabrikası Eski Başkanı Taiichi Ohno, mamul ve yarı mamul stoklarını azaltmak için katile büyüklüklerinin azaltılması gerektiğini ve katile büyüklüklerinin azaltılmasının da sadece hazırlık zamanlarının kısaltılması ile mümkün olacağını belirleyerek, bu konudaki çalışmaları başlatmıştır. Katile büyüklüklerinin azaltılması, katile üretim süresini, dolayısıyla üretim ön sürelerini de önemli ölçüde azaltacağından, işletmenin talep değişikliklerine hızla uyum sağlama becerisi artacaktır. Diğer taraftan, azalan hazırlık süreleri tezgahların efektif kullanım sürelerini de büyük ölçüde artıracaktır (Acar, 2003).

Ayrıca Taiichi Ohno'ya göre "Bir şirketin elindeki stok ne kadar fazlaysa ihtiyacı olan şeyi elde etme şansı o kadar azdır." (Liker, 2015).

Makine hazırlık sürelerinin uzun olması, makine hazırlık süresinin kısa olduğu duruma göre daha fazla stok bulundurulması anlamına gelir. Bu sistemde işçiler, operatörler makineleri üretime kendilerinin hazırlamaları konusunda eğitilirler. Bu sürelerin kısa tutulması için programlar geliştirilir, iyileştirme çalışmaları yapılır ve bu konuda çalışanların önerilerinden yararlanır (Ersoy ve Ersoy, 2011).

Kalıp değişimi ve ayar işlemlerinin bu kadar kısa sürede yapılmasının altında yatan etken, müşterinin istediği değer kavramında bu tür faaliyetlerin olmayışıdır. Önceki konularda da değinildiği gibi müşteri için değer oluşturmayan fakat üretim için gerekli süreçlerde mümkün olabildiğince kısa ve dışsallaştırmaya yönelik adımlarla süreçler gerçekleştirilmelidir.

SMED'in uygulandığı atölyede yapılması gereken ilk şey, kalıp değişimi sırasında hangi faaliyetlerin makine durduğunda yapıldığıdır. Kalıp değişimine henüz başlamadan önce yapılabilecek faaliyet varsa bunları belirlemek ve

uygulamasını yapmak başlangıç için iyi sonuçlar verecektir. İlerleyen zamanlarda artık birçok faaliyeti yapılan iyileştirme ve öneri çalışmalarıyla dışsal faaliyet haline getirmek ve kalıp değişimi sırasında kullanılan makinelerin veya çalışanların koordineli performansı istenilen duruma ulaştıracaktır. Genellikle motor sporlarında görülen "Pit Stop" sırasında yapılan faaliyetler, kalıp değişiminde ilham alınacak önemli bir örnektir.

Hazırlık zamanlarını kısaltmak için dört temel kavramın tanımlanması gereklidir (Acar, 2003):

- ✓ Üretime hazırlık işlemleri içsel ve dışsal olarak ayrılır.
- ✓ Mümkün olduğu kadar içsel hazırlık işlemi dışsal hazırlık işlemine çevrilir.
- ✓ Ayar süreci ortadan kaldırılır. Çünkü ayar işlemleri içsel hazırlık işlemlerinin yaklaşık yüzde elli ila yüzde yetmişini oluşturur.
- ✓ Üretime hazırlık olgusu tümüyle ortadan kaldırılır. Bunun için de ürün tasarımında bir örnekliğin sağlanması ve aynı parçanın birden fazla üründe kullanılması sağlanır ya da değişik parçaların aynı zamanda üretimi sağlanılarak yapılır.

Singh ve Khanduja (2010)'a göre, SMED çalışması sırasında ayar işleminin basitleştirilmesi ve standardizasyonu için metot çalışmaları, değer akış haritalama, sebep sonuç analizi, pareto analizi gibi araçlardan faydalanılabilir. Bu aşamanın sonundaki değişiklikler ve standardizasyon ile birlikte toplam ayar süresinde yüzde doksan oranında düşüşün başarılması söz konusu olabilir (Tanık, 2010).

### **3.4. Tek Parça Akışı**

Herhangi bir günde hattan çıkacak ürünlerin tüm parçalarının da ilke olarak o gün içinde üretilmesi, tüm üretim birimlerinin kanban ve üretimde düzenlilik ilkesine göre olası en küçük sayılarda çalışabilmeleri, tahmin edileceği gibi bazı ön koşullara bağlıdır. Her şeyden önce, üretkenliğin çok yüksek, üretim zamanlarının çok kısa olması, üretim akışı içinde gerek işçilerin, gerek de bitmiş

ve işlenmekte olan parçaların beklemeyle hiç zaman kaybetmemeleri gerekir. İşlenmekte olan parçaların beklemesi demek, bir parçanın bir işleme aşamasından diğerine hemen geçmemesi demektir. Stoklu çalışmada işler zorunlu olarak bu şekilde yürümektedir. Yalın üretimin bu zaman harcamasına bulunduğu çözümlerden biri de, herhangi bir atölye içinde bir parçanın son halini alması için gereken tüm makinelerin, parçaların işleme akışına dayanarak birbirini ardı sıra yerleştirilmeleri ve parçanın bir önceki süreç için gereken makineden bir sonraki süreçte kullanılacak makineye hiç beklemeden geçmesi şeklindedir. Makinelerin bu şekilde yerleştirilmelerine "süreç bazlı yerleşim" ya da "süreç bazlı hat" ve parçaların süreçler arasında beklemeden teker teker aktarılmasına "tek parça akışı" denilmektedir (Shingo, 1989).

Okur (1997)'un çalışmasında tek parça akışı, Toyota'nın ünlü mühendisi Taiichi Ohno'nun ortaya attığı bir kavram olarak belirtilmiştir. Ohno, Ford üretim sistemini incelerken, sistemin en etkin ve yararlanılabilecek ögesinin son montaj hattı olduğuna karar verir. Bilindiği üzere, son montaj hattında, arabalar bir süreçten diğerine, hat yanı yedek araba stoku olmaksızın, ilk süreçte yapılması gereken işler tamamlanır tamamlanmaz, yani beklemeden ve her zaman birer adet halinde aktarılmaktadır. Ohno, günümüzde dahi çoğu üreticide sadece son montaj hattında kullanılan bu sistemin, tüm fabrika içinde ve atölyelerin kendi içlerinde de uygulanabileceğini, böylece stok olayının tümüyle elimine edilebileceğini fark eder. Bu sayede Ohno, tek parça akışının önce bir kavram, sonra ise bir gerçeklik halinde ortaya çıkmasını sağlamıştır (Yılmaz, 2012).

Tek parça akışı için ne kadar uzman hale gelinmişse:

- ❖ Üretilen ürünlerin prosesler arasında bekleyişi de o kadar az olacaktır,
- ❖ Tam zamanında üretime o kadar yaklaşılabilecektir,
- ❖ Süreçler arasında hem çalışan sayısı (shojinka) hem de çıkan ürün adeti (heijunka) yönünden denge sağlanmış olacaktır.



Toyota Motor İmalatı Kuzey Amerika Eski Başkanı Teruyuki Minoura'ya göre tek parçalı akış halinde imalat sırasında bir problem çıktığında bütün üretim hattı durur. Bu açıdan bu sistem çok kötü bir imalat sistemidir. Ama üretim durunca herkes problemi bir an önce çözmek için seferber olur. O zaman ekip üyeleri düşünmek zorunda kalırlar ve düşünmek onları geliştirir ve daha iyi birer ekip üyesi ve insan haline getirir (Liker, 2004).

### **3.5. U Tipi Üretim Hatları Ve Hücresel İmalat**

Hücresel imalat ve U tipi üretim hatlarını açıklamadan önce bu kavramların grup teknolojisi ile ilgisini incelemek gerekir. Ayrıca hücresel imalat ve U tipi üretim hatlarının bir nevi uygulanma sebebi olan "Toplam İş Denetimi" kavramı da açıklanmıştır.

Grup teknolojisi; parça, ekipman ve süreçlerin "aynılığını" içeren bir mühendislik ve imalat yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda tezgahlar fonksiyonlarına göre değil de, belirli parçaların üretim rotasına göre gruplandırılır. Bu durumda tezgah gruplarının tek bir iş merkezi olarak incelenmesi mümkün olacaktır. Bu ise planlama ve kontrol faaliyetlerini büyük ölçüde kolaylaştırır. Ayrıca imalat geçiş zamanları büyük ölçüde azalır ve tezgah kullanım oranları artar (Acar, 1990).

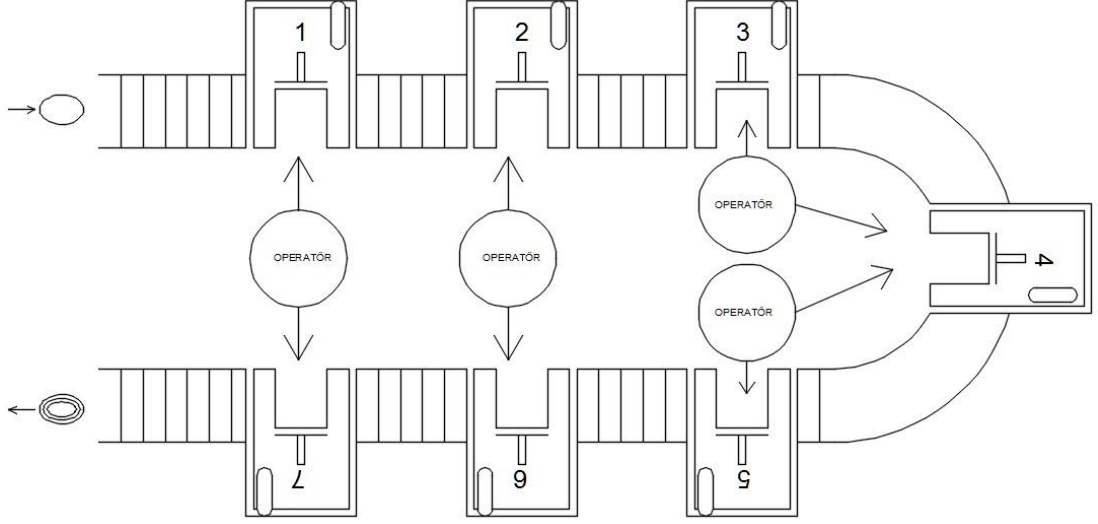
Sarker (2001)'e göre grup teknolojisi oldukça geniş bir kavramdır. Üretim ve endüstri mühendisliği alanlarında pek çok problemin benzer özellikler taşıdığı ve dolayısıyla beraberce çözüldüklerinde büyük bir verimlilik artışının ve ekonomikliğin elde edilebileceği prensibine dayanır. Üretimden satın almaya, pazarlamadan üretim yönetimi ve planlamanın her aşamasında uygulanabilme esnekliğine sahiptir. Grup teknolojisi kavramı ilk önce 1950'li yıllarda Rus Mühendis Mitrafanov tarafından ortaya atıldı. Oradan Batı ve Doğu Avrupa'ya, Japonya'ya ve ABD'ye yayılmıştır. 1960'lı yılların sonlarında ve 1970'lerde üretim hücrelerinin uygulamaları belirgin bir şekilde ilgi odağı olmuş ve bu konuda yoğun akademik çalışmalar başlamıştır. Günümüzde ise grup teknolojisi özellikle gelişmiş ülkelerde yaygın bir uygulama alanı bulmuştur. En basit

anlamıyla hücresel imalat sistemi, grup teknolojisinin atölye sistemine uygulanmasıdır. Hücresel imalatta, ekonomik yararlarını başarmak amacıyla parçalar, parça-aileleri oluşturmak için birlikte tanımlanıp gruplandırılmaktadır. Hücresel imalat, günümüzde yığın üretim sistemlerindeki verimliliği artırmaya ilişkin popüler bir üretim tekniği durumundadır (Küçükuysal, 2012).

JIT sistemlerinin en önemli özelliklerinden birini oluşturan çoklu imalat hücrelerinde makineler arasındaki fiziksel yakınlık ve kolay erişim üretim sürecinin verimlilik ve etkinliğine katkıda bulunur. Hücreler, benzer işleme ihtiyacı olan belli bir ürün ailesinin üretimi için gerekli olan makineleri ve aletleri içerir. İmalat hücrelerinin sağladığı yararlar arasında makine hazırlık sürelerinin azalması, makine kullanım oranlarının artması ve işçilerin benzer parçaların üretimi konusunda çoklu becerilere sahip olması sayılabilir (Ersoy ve Ersoy, 2011).

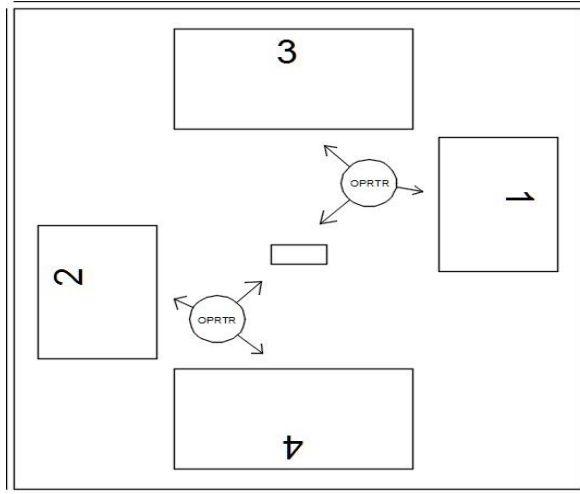
Okur (1997)'a göre yalın üretim yaklaşımında, bir fabrika/atölyenin işleyişinde olabilecek en büyük israf ya da zaman kayıplarından biri de çalışan insanların bir yerden bir yere gitme, makinelerin çalışmasını kontrol etme ya da makine başında makinenin devrinin bitmesini bekleme gibi ürüne hiçbir değer katmayan pasif eylemlerinin getirdiği zaman kayıplarıdır. Üretkenliği son derece düşürücü rol oynayan bu zaman kayıpları, pek çok fabrika/atölye işleyişinde üzerine pek de eğilme olmayan bir konu olmasına karşın, Taiichi Ohno 1950'lerde bu pasif eylemlerin önlenmesiyle çalışanlardan çok daha yüksek verim elde edileceğini fark etmiş ve birçok konuda olduğu gibi bu amaca yönelik de etkin yöntemler geliştirmiştir (Yılmaz, 2012).

Uygulama kısmındaki incelenen üretim hatlarında da görüleceği gibi; operatör birden fazla preste sorumlu tutularak, hem zaman israfı ortadan kaldırılıyor hem de tek parça akış ile süreç bazlı hat kavramlarına uyulmuş olunuyor. Şekil 3.3.'de ve Şekil 3.4.'de uygulanabilecek belli başlı hücresel imalat modelleri de görülmektedir. Buradaki hücresel imalat modelleri dışında makine sayısının çeşitliliğine bağlı olarak farklı kombinasyonlarda yerleşim yapılabilir.



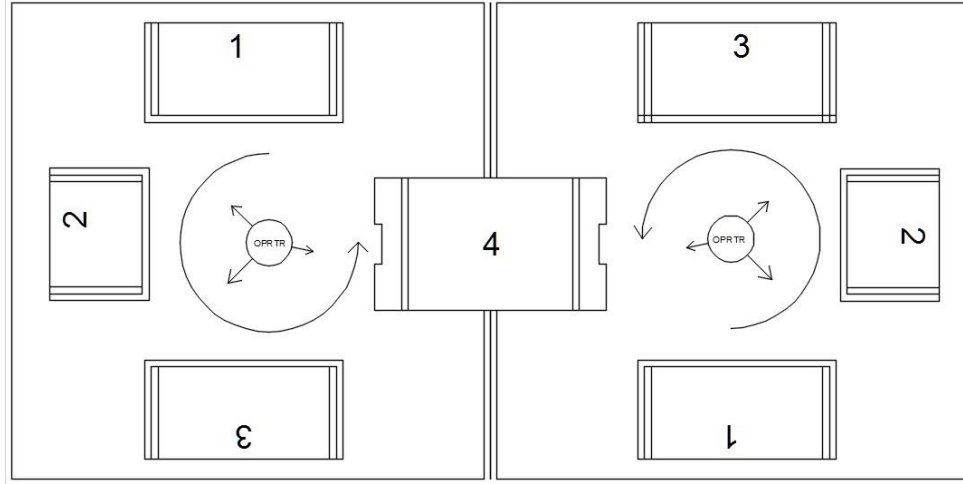
Şekil 3.3. U tipi hücresel imalat

Yukarıda gösterilen Şekil 3.3.'de tek parça akışının olduğu göze çarpmaktadır. Temel mantık; bir makine durursa o iş için kullanılabilir tüm makinelerin aynı anda durması, çalışırsa da o iş için kullanılabilir tüm makinelerin aynı anda çalışmasıdır. Hücresel imalatın her modelinde amaç; hızlı çalışan makinelerde yapılan işleri, yavaş çalışan makinelerde yapılan işlere göre dışsal hale getirerek zamanı verimli kullanmaktır. Bazı durumlarda ürün miktarının artmasına veya azalmasına göre hücre içinde çalışan sayısı değiştirilebilir.



Şekil 3.4. Hücresel imalat yerleşimi

Şekil 3.4.'de ise birbiri ardı sıra yerleştirilen makineler yerine her çevrimde çalışanların birbirine olan bağlılığını artıracak ve üretim esnasında sıfır stok ile çalışılmasını sağlayacak yerleşim tipi görülmektedir.



Şekil 3.5. Ortak makineli hücre

Şekil 3.5.'de ise görüldüğü gibi her bir aşamadan sonraki aşamaya geçildiğinde stoksuz çalışmanın oluşturulmak istendiği ve ilk üç aşamadan geçen ürünün dördüncü aşamaya geçişinde oluşabilecek süreç içi stoku engellemeye yönelik bir hücresel imalat metodu bulunmaktadır. Ayrıca son işlemi gerçekleştiren dördüncü makineden, tek seferde iki birimlik çıktı alınması sağlanmaktadır. Operatörler arasında uyumun zorlaştığı durumlarda dördüncü makineye bir kişi daha eklenerek diğer iki operatörün sorumlulukları üç makineye iner ve daha senkronizasyonlu bir çevrime dönülür.

Shingo (1989)'ya göre tek parça akışının gerçekleştiği süreç bazlı hat, stokun sıfırlanması ya da olası küçük sayıda tutulması için geliştirilmiş en etkin sistemlerden biridir. Ancak, nasıl ki kanbanın sınırlılıkları varsa, süreç bazlı hatların kurulması da tek başına yeterli değildir. Süreç bazlı hatların gerçekten etkin olabilmeleri için, aynı hattı oluşturan makinelerin çalışma tempoları ya da kapasitelerinin, yani bir işlemi tamamlamaları için gereken zamanların da denkleştirilmeleri gerekir (Ercan, 2013).

Üretim hattında diğerlerine göre performansı yüksek makine varsa; sonraki makinelerin sayısı artırılabilir. Fakat hattaki performansı düşük olan makine, planlanan üretimi etkilemiyorsa performansı düşük olan makine ile üretim yapmak daha akılsel bir yöntemdir. Çünkü bilinir ki; gereğinden çabuk sürede ürünü üretmek de israfın ayrı bir halidir.

### 3.6. Kaizen

Kaizen; geliştirme, sürekli geliştirme, daha iyi hale getirmedir. Burada ana hedef israfı azaltıp verimliliği ve üretkenliği yükselterek, üretim maliyetini düşürmektir. Bir üretim aşamasını veya işi daha iyiye götürmek için getirilen küçük veya büyük her öneri "kaizen"dir (Yazgan vd., 1998).

Kaizen olayı birçok şirket için yalın uygulamanın mihenk taşı olmuştur (Liker ve Hoseus, 2008). Toyota üretim sisteminde, iyileştirme programları ve öneri sistemlerinin desteklenmesi amacıyla, tüm çalışanları içerecek şekilde farklı düzeylerde kurslar ve eğitim programları sürekli ve sistematik bir yapı çerçevesinde sürdürülür. Bu programlardan bazıları aşağıda verilmektedir (Acar, 2003):

- ✓ Ustabaşı ve nezaretçiler için "problem çözme" kursları
- ✓ Nezaretçi ve birim müdürleri için "yönlendirme" kursları
- ✓ Birim müdürleri için eğitim programları
- ✓ Nezaretçiler için ABD ve Avrupa'da "test ve muayene yöntemleri" konusunda eğitim programları

İşlerin standartlaştırılması, verimliliğin maksimize edilmesinde bir araçtır. Bu tarz öneri sistemlerin olduğu işyerlerinde, çalışanlar daha motive olmuş vaziyette faaliyet gösterirler. Önemli olan beyaz yakalılar ile fabrika işçilerinin farklı konumlarda olmadığı, baskısız bir ortam oluşturmaktır.

Wiremold Company'nin başkanı ve CEO'su olan Art Byrne'nin "Kravatlar beyne giden kan dolaşımını azaltır ve ekip çalışmasını engeller." görüşü doğrultusunda

günlük kıyafetlere yönelen bir uygulamanın varlığı da bu baskı ortamını engeller (Womack ve Jones, 2012).

### **3.7. Poka-Yoke**

Poka-yoke üretim esnasında operatör tarafından veya başka sebeplerden dolayı yapılan hataları önleme amacıyla ve bu tür hataların tekrardan oluşmaması için birtakım uyarıcı cihazların kullanıldığı yöntemdir. Bu kavram Japon Mühendis Shigeo Shingo tarafından 1986 yılında kullanılmıştır.

Poka-Yoke, Japoncada hata yalıtımı anlamına gelir. Shingo otuz yıl boyunca hata önleme konusunu geliştirmeye devam etmiştir. Onun yaptığı en önemli buluş, hata ile kusuru ayırt etmesidir. Ona göre hatalar kaçınılmazdır, insanlardan tüm zamanlarda odaklanma (konsantre) halinde bulunmaları umulamaz ve onlara verilen eğitimleri tamamıyla anlayıp uygulamaları beklenemez. Kusurlardan tamamıyla kaçınılabılır. Poka-yoke insan hatalarını yok etmek için otomatik araçlar (cihaz) kullanan hata önleyici süreçlerin bir yöntemidir. Bununla birlikte poka-yoke, yüzde yüz kontrol gibi gerekenden fazla görevleri dışlar ve çalışanları daha deneyimli ve verimli kılma konusunda serbest bırakır (Ercan, 2013).

Yanlış kaçınılmazdır; insanın doğası gereği yaptığı işe sürekli olarak tam konsantre olması beklenemez. Hata ise ürüne yansıdığı anda ortaya çıkar. Kaliteli ürün ile hatalı ürünü prosesin sonunda birbirinden ayırt ederek bir işletmenin hatasız bir üretim ortamı yaratması mümkün değildir. Eğer yanlışlar henüz hataya dönüşmeden önce önlenbilirse ancak hatasız bir üretim ortamı mümkün olabilir. Bu durumda jidoka (otonomasyon) veya başka bir deyişle poka-yoke teknikleri devreye girer (Yaman, 2011).

Çalışan kişiler yorgunluk, dalgınlık, doğru beslenmeme gibi birtakım etkenler vasıtasıyla her zaman aynı performansı gösteremeyebilir, dikkatsiz davranabilir veya konsantrasyon eksikliği yaşayabilir. Poka Yoke' deki amaç da oluşabilecek

birtakım hataları sıfıra indirmektir. Bunun için birtakım görsel, ışıklı, dikkat çekici uyarıcılara ihtiyaç vardır.

Hataları önlemenin bir diğer yolu da istatistiksel kalite kontrol ile hata esnasında gerekli olan eylemlerin belirlenmesidir. Fakat yalın sistemde oluşan bir hata varsa bunu hemen anında ve yerinde fark edip bu olumsuzluğu o anda gidermek ürünün sonraki proseslerde başka hatalara uğramamasını önler. İstatistiksel kalite kontrolde bu tarz hatalara müdahale süresi biraz geç olduğundan fazladan birtakım maliyetler de oluşabilmektedir.

Hata önleyen araçları kullanmadan önce mevcut sistemde oluşabilecek hataların neler olduğu, bu hataların ne sebeplerle oluştuğu beş kere neden metodu ile kök-neden analizi yapılarak irdelenebilir.

### **3.8. Toplam Üretken Bakım**

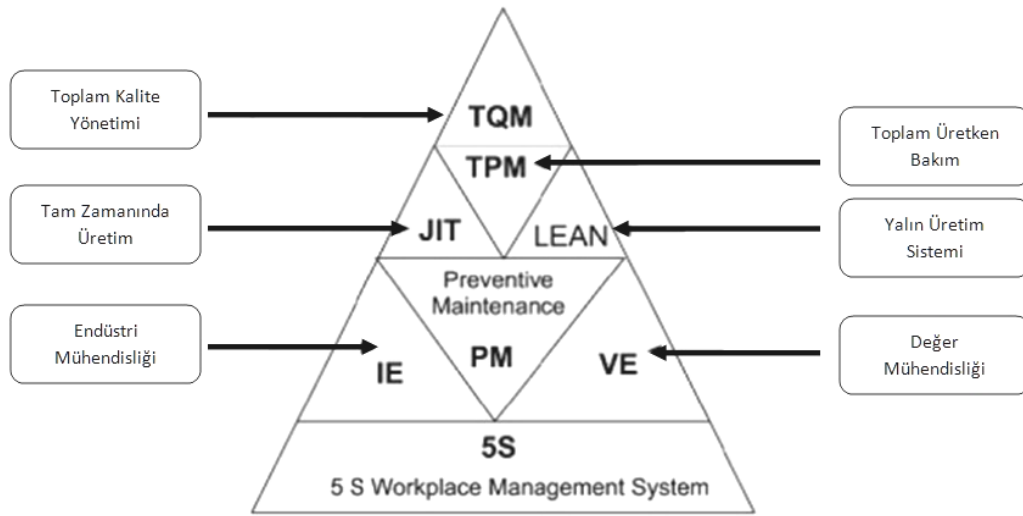
Gelişen teknolojiyle birlikte günümüz rekabet ortamında müşteri memnuniyetinin sağlanması ve üretimin devamlılığı için kayıpsız, kaliteli, ucuz ve hızlı üretim yapabilmeye olan ihtiyaç, imalat firma yöneticilerini eski tamir ve bakım yöntemlerini değiştirerek toplam üretken bakımı uygulamaya yöneltmiştir (Yurdakul vd., 2011).

Üretim sistemlerinde makine ve donanım sık sık bozulmakta ve bunlar üretim kayıpları, kalitesiz üretim, sipariş teslimlerinin gecikmesi, üretim programlarının aksaması ve müşteri memnuniyetinin olumsuz yönde etkilenmesi gibi önemli maliyetlere yol açmaktadır. İşletmeler beklenmeyen arızalarını önlemek için koruyucu bakım uygulamalarına yönelmekte ve makinelerin normal işleyişini sürdürmek için düzenli olarak muayenelerini ve bakımını yapmaktadırlar. Koruyucu bakım maliyetli olmakla birlikte, makinelerin beklenmeyen şekilde arıza yapması durumuna göre bu maliyetler çok daha azdır (Ersoy ve Ersoy, 2011).

Toplam üretken bakım; müdahale hekiminden ziyade, önleyici hekimliğin yapıldığı bir faaliyet gibi düşünülebilir. Önemli olan makinelerden kaynaklanan hat duruşlarını mümkün olduğunca en aza indirmektir.

Tezgah arızalarının tüm bir hattı durdurma olasılığı karşısında (iş merkezleri arasında stokların olmaması bu ihtimali daha güçlendirir) koruyucu bakım kritik rol oynar. Japon işçiler, çalıştıkları tezgahın bakım ihtiyaçlarını tümüyle belirler ve gerektiğinde pek çok onarımı kendileri yapabilecek şekilde eğitilmişlerdir. Her ne kadar bu onarımları kendileri yapmasalar da, ne yapılması gerektiğini anlarlar. Ayrıca, henüz ufak sorunları zamanında belirleyip, büyük bir arıza söz konusu olmadan gerekli önlemlerin alınmasını sağlarlar (Acar, 1990).

Yalın üretim ve toplam üretken bakım arasındaki ilişki Şekil 3.6.'da açıklanmıştır (Haddad ve Jaaron, 2012).



Şekil 3.6. Toplam verimli bakım ve yalın üretim felsefesi arasındaki ilişki (Haddad ve Jaaron, 2012)

Toplam üretken bakım ile üretim için kullanılan teçhizat, makine ömrü uzar ve makineden maksimum performans alınır. Üretim esnasında oluşabilecek gereksiz hat duruşları engellenir. Makinelerden kaynaklanan iş kazaları önlenir.



### 3.9. Kalite emberleri

Mal ve hizmet etimi yapılan bir yerde i müşteri kavramının en güzel halini temsil eden kalite ve yetkinlik çemberleri, çalışan kişilerin katılımları doğrultusunda belli konuda eğitim almaları sonucu oluşturulan gruplardır. Bu gruplar hücre içerisinde çalışan kişiler arasında oluşturulabilir.

Kalite çemberlerinin oluşturulmasıyla bir motivasyon ve katılım ortamı sağlanır. Böylece işe olan aidiyetlik duygusu oluşur. Prosesler arasında işbirliği artar. Çalışanların da bu tarz konularda sorumluluk alması, fabrika bünyesinde aldığı eğitimler neticesinde kendilerini geliştirmelerine yardımcı olur.

Japon kalite kontrol hareketinin öncüsü olan Dr. Kaoru Ishikawa'ya göre işletme genelinde kalite kontrol yaklaşımının üç temel özelliği vardır (Acar, 2003):

- ✓ Tüm bölümler kalite kontrol fonksiyonuna katılır.
- ✓ Tüm alışanlar kalite kontrol fonksiyonuna katılır.
- ✓ Kalite kontrol diğer işletme fonksiyonlarına bütünüyle entegre olur.

Hatalı retim olduğu zamanlarda ise yetkili kişiler bir araya gelerek balık kılçığı diyagramı, pareto diyagramı ve beyin fırtınası gibi metotları kullanarak hataların ana nedenleri araştırılıp çözüm bulunur.

Toyota'da her Şey basit tutulur ve çok az karmaşık istatistiksel araç kullanılır. Kalite uzmanları ve ekip yeleri tarafından yalnızca dört temel araç kullanılır (Liker, 2015):

- ✓ Gidip kendi gznle gr.
- ✓ Durumu analiz et.
- ✓ Tek parçalı akışı ve sorunları su yüzüne çıkarmak için andon'u kullan.
- ✓ Beş kez "Niçin?" diye sor.

### 3.10. Heijunka

Üretim hattında; farklı adetlerde, bir veya daha fazla çeşitte ürünler üretilmektedir. Üretilen bu ürünlerde ise kritik nokta üretim hattındaki hangi makine veya hücrede, ne kadar adet olarak üretileceğidir.

Toyota üretim sisteminde öncelikle bir sonraki yıl kaç adet araba yapılıp, satılacağını gösteren yıllık üretim planı ile iki aşamalı aylık üretim planları hazırlanır. İki aşamalı aylık üretim planlarında, iki aylık dönemler için ürün tipleri ve miktarları belirlendikten sonra bir sonraki ay için detay üretim planı hazırlanır. Dolayısıyla yıl boyunca iki aylık dönemler için önce öneri şeklinde daha sonra da kesinleştirilmiş olarak aylık üretim planları hazırlanmış olur. Hazırlanan bu planlar, anında işletmenin ilişki içinde olduğu diğer firmalara gönderilir. Aylık üretim planının ikinci aşaması olan detay üretim planından ise günlük üretim çizelgeleri hazırlanır. Toyota üretim sisteminde, günlük üretim çizelgelerinin hazırlanması özellikle önemli bir konudur, çünkü dengelenmiş üretim kavramı bu çizelgeler aracılığıyla sisteme entegre edilmektedir (Acar, 2003).

Yalın üretim gereği, üretim hatlarında öyle bir düzen oluşturulmalı ki; gün içinde küçük partilerle ve farklı çeşitlerde üretim yapılabilsin. Basit bir örnekle açıklamak gerekirse:

Bir aylık dönemde fabrikada; egzoz manifold contası, SKC (silindir kapak contası) ve karter contası üretiliyor olsun. Ay içinde fiili çalışma günü yirmi, günlük üretim düzeyi de iki yüz elli adetse bu hattın belli bir talep düzeyine göre dengelendiği veya dengelenmediği düzeyde üretim yapılabilir.

İki durum da incelenirse, üretimin dengelenmediği hal Şekil 3.7.'deki gibidir.

CONTA	GÜN/ADET		
	1.....5	6.....12	13.....20
Egzoz Manifold Contası	250.....250	0.....0	0.....0
Silindir Kapak Contası	0.....0	250.....250	0.....0
Karter Contası	0.....0	0.....0	250.....250
TOPLAM = 5000 ADET			

Şekil 3.7. Üretimin dengelenmediği durum

Üretilen ilk üründe ilk beş gün harcanıp, altıncı ve on ikinci günleri silindir kapak contası, son sekiz günü de karter contası yapılırsa; müşteri ilk beş gün içinde karter contası veya silindir kapak contası talebinde bulunduğu henüz üretimi gerçekleşmediğinden müşteri ihtiyacı istenen düzeyde karşılanamayacaktır. Küçük miktar emniyet stoku dışında bunun karşılanması da olanaksızdır.

Diğer duruma Şekil 3.8.'e bakılırsa:

CONTA	GÜN/ADET				
	1	2	3	.....	20
Egzoz Manifold Contası	62	63	62	.....	63
Silindir Kapak Contası	88	87	88	.....	87
Karter Contası	100	100	100	.....	100
TOPLAM = 5000 ADET					

Şekil 3.8. Üretimin dengelendiği durum

Yirmi günlük süreçte, üç ürün eşit miktarda paylaştırılarak üretimin yapıldığı görülmektedir. Ürünlerin günlük üretileceği miktar tabii ki haftalık talep düzenine göre iki yüz elli adedi aşmayacak şekilde düzenlenebilir. Yani ayın ilk haftaları silindir kapak contasında artış trendi gözleniyorsa buradaki miktar daha fazla yapılarak diğer ürünlerden aynı oranda daha az üretim yapılabilir. Buradaki önemli konu ürünler arası hazırlık zamanlarının minimum seviyede ve planlı şekilde yapılmasıdır.

Heijunka'da göze çarpan bir yer var ki; üretim adetlerinin küçük partilerde ve aylık üretim içerisinde günlük olarak aynı veya birbirine yakın adette yapıldığıdır. Fakat müşterinin bir günlük süre zarfında fazla ürün istemesi

durumunda ne yapılabilir? Yani her hangi bir ürünün müşteri talep düzeyinin ortalama bir değerde seyretmemesi ne tür bir metot uygulatır? Bu durumda nasıl dengeleme olduğu uygulama kısmında aktarılmıştır. Ayrıca ekstrem durumlarda da her ne kadar müşteri talebi gelmeden yalın üretim gereği üretimin yapılmasına zıt olsa da tahmin metodu kullanımına bir stok modeli halinde değinilmiştir.

### 3.11. Shojinka

“Heijunka”dan farklı olarak, üretim hattındaki kritik nokta; ürün adediyle beraber süreçte faaliyet gösteren çalışan sayısıdır. Talepteki değişmelere karşılık işgücü sayısını artırma ve azaltma metodu olarak bilinir. Bu metot en çok U tipi hatlarda uygulanmaktadır. Talep arttığında hat içerisinde çalışan sayısı arttırılarak daha fazla çıktı elde edildiği gibi, talep miktarı düştüğünde çalışan sayısı da düşürülür.

Bu metodu uygulayabilmek için önemli husus; çalışanların birçok konuda kalifiye kazanmış olmasıdır. Talebi azalan ürünün hattından çekilen çalışan, çalıştığı diğer hat içinde kolaylıkla uyum sağlamalıdır. Bunun için de fabrikada normal durumlarda da çalışanlar arasında rotasyonu sağlayıp performans ölçümleri yapılmalıdır. Çünkü her çalışanın belli monotonluktan sonra yapılan işte aynı performansı gösterememesi normal bir durumdur.

Toyota üretim sisteminde shojinka, işgücü sayısını talepteki azalma ve artışlara paralel olarak azaltmak ya da arttırmaktır. Shojinka kavramı, özellikle talep azalmasına bağlı olarak işgücü sayısının azalması durumunda daha belirgin önem kazanmaktadır. Shojinka kavramının gerçekleştirilebilmesi üç temel ön koşula bağlıdır (Acar, 2003):

- ✓ Uygun tezgah yerleşim planlaması
- ✓ Çok yönlü ve iyi eğitilmiş işgücü; çok fonksiyonlu işgücü
- ✓ Standart operasyon sıralamalarının sürekli değerlendirilmesi ve düzenli olarak revize edilmesi

U tipi hatta üretilen mal için mevcut durumda on kişi çalışıyorsa ve bu kadar operatörle, yüz adet ürün çıkıyorsa; talebin seksen adede düştüğü zaman sekiz kişiyle üretim yapmak daha akıllıcadır. On çalışanı kullanıp seksen adedi çıkarmak da bir alternatiftir; fakat ürünü istenilen zamandan erken halde bitirmek de ayrı bir muda çeşididir.

#### 4. LİTERATÜR TARAMASI

Bu kısımda Türkiye'de yalın üretimle ilgili yapılan otuz adet çalışma incelenmiştir. Çalışmalar çeşitli sektörlerde uygulanan ilkeler ve metotlar yönünden değerlendirilmiş ve ulaşılan sonuçlar aktarılmıştır.

Sevimli (2005), tarafından yapılan çalışmada otomotiv sektörü üzerinde inceleme yapılmıştır. Metot olarak tam zamanında üretim, kanban, jidoka, poka-yoke, toplam üretken bakım, SMED, kaizen teknikleri üzerinde durulmuştur. Elde edilen sonuç; yalın üretim sisteminde bulunan çalışma gruplarının, sistemde kullanılan etkinlik göstergeleri ile grupların temel özellikleri ve çalışma gruplarının özelliklerinden uyarlanan teorik başarı öngörülleri arasında genel olarak bir uyum ve paralellik söz konusu olduğuna ulaşılmıştır.

Ersoy (2007), tarafından yapılan çalışmada metal sanayi imalat sektörü üzerinde durulmuştur. SMED metoduna ağırlık verilmiştir. Elde edilen sonuç; yalın üretim tekniklerinin en hassas noktasının bütün yalın üretim tekniklerinin birbirine bağlı olduğudur. Tam zamanında, stokuz üretim için kanban sisteminin uygulandığı; fakat bu sistemin uygulanması için hatasız, gecikmesiz malzemeye ihtiyaç olduğuna, hatasız ürün üretmek için poka-yoke, deney tasarımı, toplam üretken bakımın iyi bir şekilde uygulanması, bunun için de kalite çemberlerinin oluşturulması ve kaizen anlayışının benimsenmesi gerekliliği sonucuna ulaşılmıştır. Aynı şekilde gecikmesiz malzeme temini için tek parça akış sisteminin oluşturulması savunulmuştur.

Arslan (2008), tarafından yapılan çalışmada otomotiv sektörü üzerinde durulmuş olup 5S, SMED, poka-yoke, jidoka, tam zamanında üretim, toplam üretken bakım, kaizen ve tek parça akışı metotları incelenmiştir. Elde edilen sonuç; anlatılan teknikler MAN TÜRKİYE A.Ş. firmasında başarı ile sonuçlandırılmıştır. Bu çalışmanın başarısından edilen olumlu izlenimle, firmada birçok ön montaj bölgesinde yalın üretim çalışmalarına başlanacağı belirtilmiştir.

Ertürk ve Özçelik (2008), tarafından yapılan çalışmada değer akışı metodu üzerinde durulmuş ve elde edilen sonuç, yalın üretimde işletme faaliyetlerinin değer akışı etrafında yürütüldüğü; yalın muhasebenin, maliyet muhasebesinin, maliyet analizi ve maliyet yönetiminin değer akışı ile uyumlu olarak yürütülmesi gerektiği savunulmuştur. Ayrıca yalın işletmeler faydasız işlemleri ve sistemleri kaldırması gerektiği, değer katmayan faaliyetleri elimine etmeli böylece yalın işletmelerin değer akış maliyetlerini azaltabileceği ve değer akışının etkinliğini iyileştirebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Aydın (2009), tarafından yapılan çalışmada otomotiv sektöründe araştırma yapılmış ve değer akış haritalama metodu üzerinde durulmuştur. Çalışma sonucunda Toyota kültürünün taklit edilmesinin mümkün olmadığı, bu yöndeki çabaların kullanılan yöntemleri uygulamaktan öteye geçmeyeceği kanısına varılmıştır. Ayrıca yalın üretim yapmak isteyen firmaların uzun vadeli düşünmesi gerektiği, şirketlerin kendi kültürünün avantaj ve dezavantajlarını bilmesi ve uygulama yöntemlerini bunu dikkate alarak planlı ve yavaş bir şekilde ilerlemesinin doğru olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Demir (2009), tarafından yapılan çalışmada Arçelik A.Ş. Çamaşır Makinesi İşletmesi'nde araştırma yapılmıştır. Toplam üretken bakım ve SMED konularına ağırlık verilen çalışmada işletmelerin daha hızlı kâra geçebilmesi için müşteri isteklerine hızlı tepki vermeleri gerektiğine ulaşılmış. Bunun için de faaliyetlerinde esnek olmaları ve işletmelerin bunu yapabilmeleri için de toplam kalite yönetimi, tam zamanında üretim ya da yalın üretim gibi felsefeleri benimsemeye başladıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Kazıcıoğlu (2009), tarafından yapılan çalışmada lastik fabrikası üzerinde inceleme yapılmış, hücre sistemi, çekme sistemi, kaizen ve altı sigma metodlarına ağırlık verilerek; yalın üretim uygulamalarında yapılan yanlışın başında, bir kültür değişimi sağlamadan salt yalın üretim araçlarını kullanarak iyileşme sağlamaya çalışmanın hatalı sonuçlara neden olduğu kanısına varılmıştır.

Tekerci (2009), tarafından yapılan çalışmada imalat sektörü incelenmiştir. Kanban, otonomasyon, kaizen, kalite çemberleri, tam zamanında üretim teknikleri araştırılmış ve çalışma sonucunda yalın üretim sisteminin bir bütün olduğu ve bu sistemi ilk aşamada yerleştirmenin çok zaman aldığı bu yüzden çalışanların katılımı, kararlı bir yönetim ve yeterli finansman desteği sağlanmasıyla başarıya ulaşılmanın kaçınılmaz olduğu savunulmuştur.

Taşçı (2010), tarafından yapılan çalışmada metot olarak kanban sistemi, karışık yükleme ve tek parça akışı, 5S, U hatları, SMED, poka-yoke ve kalite çemberleri üzerinde durulmuştur. Çalışma sonucunda yalın üretimin öz halinin bulunulan zamanda üreticilerin temel prensiplerini mutlaka uygulaması gereken bir yöntem olduğu bununla birlikte kaizen tekniği ile ancak sürekli gelişim sağlanabileceği, yalın altı sigmanın ise altı sigma sürecinin doğurduğu bir öze dönüş olduğuna ulaşılmış. Fakat hala uygulamaları ile çok detaylı bir kültürü de içerisinde barındırmadığı kanısına varılmıştır. Tüm bu sebeplerden ötürü işletmelerin bu uygulamalar arasında seçim yaparken kendi pozisyonlarını, yaşam evrelerinde hangi noktada bulduklarına dikkat etmesi gerektiği öne sürülmüştür.

Daşçı (2010), tarafından yapılan çalışmada Merkez Çelik A.Ş.' de simülasyon tekniğinin bu tarz uygulamalarda hem riski azaltan bir yöntem olduğu hem de kazançların belirlenmesinde büyük faydaları olduğu savunulmuş bundan dolayı farklı sistemlerin sonuçlarını kıyaslamada deneme yanılma yöntemi değil de simülasyon aracı kullanılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Türkan (2010), tarafından yazılan makalede değer akışı, sürekli akış, çekme sistemi ve mükemmellik ilkelerine ağırlık verilmiştir. Elde edilen sonuç, yalın dönüşümün kısa sürede gerçekleştirilip tamamlanacak bir proje olmanın çok ötesinde uygulaması uzun zaman alabilen ve sürekli geliştirilmesi gereken dinamik bir süreç olduğu ileri sürülmüştür. İşletmelerin bu süreçte acele etmeleri ve bir yol haritası çıkarmadan, kurumsal hedefler belirlemeden sadece yalın araçları kullanarak başarıya ulaşma beklentileri başarısızlığın önemli bir nedeni olduğu ulaşılan sonuçtur.



Tanık (2010), tarafından yapılan çalışmada otomotiv sektörü üzerinde inceleme yapılmıştır. Altı sigma ve SMED teknikleri kullanılarak altı sigma gibi yapısal bir araçtan olumlu sonuç alan firmanın, yalın teknikleri altı sigma projelerine entegre etmeye başladıktan sonra israfların ortadan kaldırılmasında önemli adımlar atmaya başladıkları çalışmada belirtilmiştir.

Terzi ve Atmaca (2011), tarafından yapılan çalışmada değer akış maliyeti tekniği üzerinde durularak yalın düşüncenin işletmelerde uygulanabilmesi için gerekli olan en temel ilkelerden birisinin katma değer sağlamayan faaliyetlerin elimine edilerek, değer akışına odaklanması gerektiği ve bu noktada değer akışını esas alan maliyet şeklinin de değer akış maliyeti olduğuna ulaşılmıştır.

Çobanoğlu (2011), tarafından otomotiv sektörüyle ilgili yapılan çalışmada; hat dengeleme, kaizen, 5S, yürüme-taşıma mesafelerinin azaltılması teknikleri incelenmiştir. İşletmelerin müşteriler tarafından tercih edilebilmelerinin ve ayakta kalabilmelerinin tek yolunun rekabetçi olabilmeleri, yani en düşük maliyetle en kaliteli ürünleri sunabilme ayrıca günümüz üretim sistemlerinde de bunu başarabilmenin en güçlü anahtarının yalın üretim sistemi olduğu savunulmuştur.

Özfindık (2011), tarafından gıda sektörü incelenmiş ve değer akışı haritalandırma, ürün ailesinin seçimi, mevcut durum analizi, gelecek durumun tasarımı konuları değerlendirilerek; yalın üretim sistemini başarıyla uygulayabilmek için literatürde verilmiş olan çeşitli tekniklerin kullanılması gerektiğine, bu tekniklerin kullanılmasından önce de üretim hakkında geniş bir bilgiye sahip olmak amacıyla değer akışı haritalandırma çalışması gerçekleştirilmesi savunulmuştur.

Meriç (2011), tarafından yapılan çalışmada kurumsal kaynak planlama (KKP) ve yalın üretim teknikleri üzerinde durulmuş olup; çalışmada yapılan anket ve uzmanlarla yapılan mülakatlar ışığında kurumsal kaynak planlaması yazılımlarının yalın üretim modüllerinin hangi özelliklere sahip olması gerektiği listelenmiştir. Bunun sonucunda da satış bazlı çizelgeleme, çekme sistemi bazlı

Üretim, elektronik kanban, süreç akış araçları, rol bazlı erişim yetkisi ve otomatik uyarı sistemi gibi zelliklerin KKP yazılımlarında olması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

şengül (2011), tarafından imalat sektörü incelenmiş, 5S ve değer akışı teknikleri araştırılarak yalın üretim prensiplerinin yenileştirilmiş parça üretimi yapan firmalara uygulanmasındaki kısıtlar belirlenmiştir. Ayrıca geri dönen ürünlerin ve işlem sürelerinin belirsizliği bu prensiplerin uygulamasını kısıtlayan en önemli husustur. Bunun yanında düzgün akışı sağlamak ve israfları azaltmak adına atölye yerleşim planının yenilenmesi akışa etki etmiştir. Çalışma ortamının bu Şekilde düzenlenmesi üretim süresini kısalttığı gibi akışın daha rahat görülmesini ve esnekleştiğini sağladığı gibi sonuçlara ulaşılmıştır.

Hülagü (2011), tarafından yapılan çalışmada imalat sektörü incelenmiş olup; yalın üretim teknikleriyle beraber SMED kavramı ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu alışma kapsamında ağır sanayideki imalat sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin, yalın üretim sisteminin metodu olan SMED uygulanarak mevcut olan kalıp değişim süresinin kısaltılması için olumlu sonuçlara ulaşılmıştır.

Özveri ve akır (2012), tarafından jant üretim işletmesi ele alınarak altı sigma metodu incelenmiştir. Elde edilen sonuç; yalın altı sigma yaklaşımının bir işletmeye yerleşmesinin kısa vadeli bir faaliyet olmadığı ve değişimin öncelikle kültürel bir değişim olduğu gerçeği işletme geneline yayılmadığı sürece yalın altı sigmaya ait yöntemlerin ve araçların geçici olarak problem çözümünden öteye gidemeyeceği savunulmuştur. Bu sebeple de üst yönetimin yalın altı sigma faaliyetlerini sonuna kadar desteklemesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Kaymakçı (2012), hizmet sektöründe inceleme yapmış ve 5S metodu üzerinde durmuştur. Bunun sonucunda uygulama öncesi kaydedilen veriler ile uygulamadan sonra elde edilen veriler karşılaştırılmış. Bu karşılaştırma ile görülmüştür ki uygulama gerçekleştirilmeden önceki ayda, hizmet üretmek için sarf edilen zamanın yüzde 2.16'sı değer üretmeyen faaliyetler üzerine

harcanmıştır. Uygulama sonrası incelenen ayda da sadece 5S tekniği uygulanarak yüzde 2.9 oranında zamandan tasarruf sağlanmıştır.

Küçükuysal (2012), tarafından yapılan çalışmada otomotiv sektörü araştırma konusu olmuş ve 5S, SMED, kanban, toplam üretken bakım, hücresel imalat, hata çözümleri ve önleyici teknikler üzerinde de inceleme yapılmıştır. Bu konu ile birlikte firmaların geleneksel yöntemleri aynen alıp uygulamaları yerine kendi üretim sistemlerini oluşturmaya yöneldikleri sonucuna ulaşılmış ve firmalar belli hedefler doğrultusunda KKP sistemine ihtiyaç duyarken belli amaçları için de yalın üretim araçlarını kullanmayı tercih edebilmektedirler. Kısacası itme ve çekme sistemlerinden kendilerine uyan araçların alınıp birlikte kullanılabilirdiği ulaşılmış nihai fikirdir.

Bulut (2012), tarafından imalat ve otomotiv sektörü bir arada değerlendirilerek tam zamanında üretim, kanban, 5S, SMED, kaizen, toplam üretken bakım, hücresel imalat uygulamaları, poka-yoke, hoshin-karni, heijunka, shojinka ve değer akış haritalama teknikleri çalışmada incelenen metotlardandır. Bu çalışmada KKP sistemi ve tek başına yalın üretim teknikleri üzerine birçok araştırma ve uygulama yapıldığı görülmüştür. Bu iki sistemin varlığının gün geçtikçe işletmenin kurumsal ve büyük ölçekli olmasının ötesinde, işletmenin uzun vadeli hedeflerine ve planlarına göre değiştirdiğinin, küçük ve orta ölçekli işletmelerde de bu iki sistemin varlığından söz edilebildiği kanısına varılmıştır. Sonuç olarak ise gün geçtikçe bunun daha da yaygınlaşacağı vurgusu yapılmıştır.

Özçelik (2013), tarafından değer akış maliyeti kavramı incelenmiştir. Çalışmada yeni üretim sistemlerini benimseyen işletmelerin maliyetlerini daha sağlıklı hesaplayabilmeleri ve yeni üretim sistemlerinin amaçlarına daha iyi hizmet edebilmeleri için modern maliyet hesaplama sistemlerini de kapsayan bir maliyet hesaplama sistemine sahip olmaları gerektiği sonucuna varılmıştır.

Aksu (2013), tarafından yapılan çalışmada otomotiv sektörü incelenmiş ve çalışma sonucunda hücre montaj hattında üretim yapan bir otomotiv yan sanayi

firmasının en az verimle çalışan montaj hattı bir hücre ve çevresi için bir iyileştirme süreci gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte kullanılmak üzere akış hatlarında uygulanabilen yalın üretim teknikleri çalışma alanına uygulanmış ve ayrıca bu çalışma ile kaynakların en etkin şekilde kullanıldığı sonucuna varılmıştır.

Bırakmaz (2013), tarafından 16 farklı işletmenin incelendiği çalışmada yalın üretim metotları olarak tek parça akışı, SMED, poka-yoke, 5S, toplam verimli yönetim, tam zamanında üretim, jidoka, kaizen ve kanban teknikleri üzerinde durulmuş ve çalışma sonucunda çıkarılabilecek en önemli sonuç, yalın üretim uygulamasında karşılaşılan problemlerin başlıca kaynağı, tecrübeli ve işine hakim bir danışman eksikliği olduğudur. Yalın üretimin uygulanmasında, yalın üretimi tam olarak bilen bir danışman olmaması veya danışmanın çalışanlara yalın üretimin amacını tam olarak anlatamamış olması, çalışanların ister istemez yeni sisteme karşı kuşkuyla yaklaşıp sistemi engellemek için direnç göstermelerine neden olmaktadır.

Aktaş (2013), tarafından yapılan çalışmada değer akış maliyeti tekniği kullanılarak yalın üretim ortamı için en uygun yönetim muhasebesi sistemi yalın muhasebe, maliyetleme sistemi de değer akış maliyetleme olduğu sonucuna varılmıştır.

Berber (2013), tarafından imalat sektörünün incelendiği çalışmada tam zamanında üretim, kanban, SMED, poka-yoke, jidoka, 5S, toplam üretken bakım ve kaizen metotları incelenerek yalın üretimle yeni tanışan bir işletmede yapılan çalışmalar örneklenmiş ve işletme genelinde yalın üretim tekniklerinden sadece birkaçı uygulanmış olmasına karşın birtakım faydalar gözler önüne serilmiştir.

- ❖ İsrafları yok edecek yalın üretim bilincinin oluşması sağlanmıştır.
- ❖ İşletme genelindeki tüm faaliyetler için değer yaratmayan faaliyetleri kaldırma çabası güdülmeye başlanmıştır.
- ❖ İşletme içerisinde yaygınlaşan kaizen kültürü ile karşılaşılan problemlere günü kurtaran geçici çözümler yerine kalıcı çözümler getirilmiştir.

- ❖ Kaizen uygulamaları ile iş güvenliği, malzeme tasarrufu, çevre ve proses iyileştirme gibi çeşitli konularda kazanç sağlanmıştır.
- ❖ 5S uygulamasının sağladığı temizlik ve düzen sayesinde çalışma ortamı rahatlatılarak kalite artırılmıştır.
- ❖ SMED uygulamaları ile ayar zamanları fark edilir şekilde kısaltılmıştır.

Uçan (2014), tarafından yapılan çalışmada otomotiv yan sanayi sektörü üzerinde inceleme yapılmış; kanban, süreç içi sabit stok, polca, kit halinde teslimat, döngüsel sefer karma sistemler gibi teknikler de çalışmada araştırılan teknikler olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak yalın üretim sistemini uygulamak isteyen firmalar için ilk şartın üst yönetimin koşulsuz ve sürekli desteğinin olması gerektiği kanısına varılmıştır. Üst yönetim tarafından sürekli desteklenmeyen bir sistemin çalışmasının da mümkün olmadığı belirtilmiştir.

Ergüneş (2014), tarafından gemi imalatının incelendiği sektörde çalışma yapılmış ve değer akış haritalama metodu üzerinde durulmuştur. Bu çalışma sonucunda proje bazlı üretimi yapılan bir gemi inşaatında yalın üretim tekniklerinin ciddi anlamda rekabet üstünlüğü sağladığı görülmüştür. Bu sistemi ilk aşamada yerleştirmenin zor ve çok zaman alabildiği savunulurken sistem uygulandıktan sonra işçilik maliyetlerinde yüzde yedilik iyileşme yapılabileceği, aynı zamanda teslim sürelerinde de önemli iyileşmeler olacağı belirtilmiştir.

Bilget (2015), tarafından simülasyon tekniği kullanılarak hazırlanan çalışmada yalın üretim yapılan bir işletmede, üç farklı ürünün üretim süreçleri incelenerek üretim süreleri belirlenmiş, sürelerin gösterdiği istatistiksel dağılım göz önüne alınarak, simülasyon modelleri oluşturulmuştur. Modelin geçerliliği günlük üretim adedi baz alınarak istatistiksel olarak kontrol edilmiştir. Daha sonra yalın üretim gereklerine bağlı olarak mevcut modeller yeniden tasarlanıp SIMUL8 yazılımında alternatif modeller oluşturulup incelenmiştir. Bunun yanı sıra simülasyon uygulamasıyla hat dengelemeyi sağlayacak yeni bir algoritma geliştirilmiştir. "Kalp Algoritması" adı verilen uygulama, tüm modeller üzerinde denenmiş ve kişi başı üretimi artıracak, olumlu geri dönüşler alınmıştır.

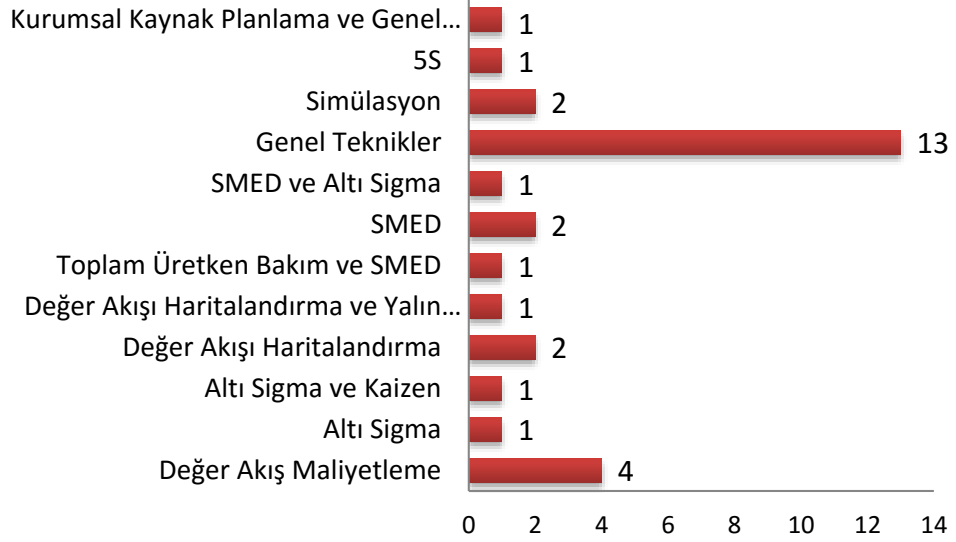
#### 4.1. Literatürün Değerlendirilmesi

Türkiye'de yalın üretim sistemi hakkında yapılan çalışmalar incelenmiştir. Bu alanda yalın üretimde yer alan tüm ilke ve tekniklerinin aynı anda uygulamasını ele alan bir çalışmanın olmadığı görülmüştür.

Literatüre konu olan yüksek lisans tezlerinde, makalelerde ve projelerde konu açısından bir inceleme yapıldığında Şekil 4.1.'den ve Şekil 4.2.'den de görüleceği üzere, yalın üretimde kullanılagelmiş birçok metot bulunabilmektedir.

Yazar	Kullanılan Metot	Uygulama Alanı/Sektör
Sevimli (2005)	Genel Teknikler	Otomotiv
Ersoy (2007)	SMED	İmalat (Metal Sanayi)
Arslan (2008)	Genel Teknikler	Otomotiv
Ertürk ve Özçelik (2008)	Değer Akış Maliyetleme	Maliyet Yönetimi, Maliyet Analizi
Aydın (2009)	Değer Akış Haritalama	Otomotiv
Demir (2009)	Toplam Üretken Bakım, SMED	Arçelik A.Ş. Çamaşır Makinesi İşletmesi
Kazımcıoğlu (2009)	Genel Teknikler	İmalat (Lastik Fabrikası)
Tekerci (2009)	Genel Teknikler	İmalat
Taşçı (2010)	Genel Teknikler	Genel
Daşçı (2010)	Simülasyon	Mobilya
Türkan (2010)	Genel Teknikler	Genel
Tanık (2010)	Altı Sigma, SMED	Otomotiv
Terzi ve Atmaca (2011)	Değer Akış Maliyetleme	Genel
Çobanoğlu (2011)	Genel Teknikler	Otomotiv
Özfindık (2011)	Genel Teknikler	Gıda
Meriç (2011)	KKP ve Yalın Üretim Teknikleri	Genel
Şengül (2011)	5S, Değer Akışı	İmalat
Hülagü (2011)	SMED	İmalat
Özveri ve Çakır (2012)	Altı Sigma	Jant Üretim İşletmesi
Kaymakçı (2012)	5S	Hizmet
Küçükkuysal (2012)	Genel Teknikler	Otomotiv
Bulut (2012)	Genel Teknikler	Otomotiv ve İmalat
Özçelik (2013)	Değer Akış Maliyetleme	Genel
Aksu (2013)	Genel Teknikler	Otomotiv
Aktaş (2013)	Değer Akış Maliyetleme	Genel
Bırakmaz (2013)	Genel Teknikler	16 Farklı İşletme
Berber (2013)	Genel Teknikler	İmalat
Uçan (2014)	Genel Teknikler	Otomotiv Yan Sanayi
Ergüneş (2014)	Değer Akış Haritalama	İmalat
Bilget (2015)	Simülasyon	Tekstil

Şekil 4.1. Literatür taraması metot ve sektör dağılımı



Şekil 4.2. Literatür taraması konu dağılımı

Literatür taramasına tekrardan bakıldığında yalın üretimin, otomotiv ve otomotiv yan sanayi sektöründe ağırlıkta kullanıldığı göze çarpmakla birlikte hizmet sektörünün de bir kısmında uygulandığı ve olumlu sonuçların elde edildiği görülmüştür. Tekniklerin ve ilkelerin bir veya ikisi birlikte çalışmalarda ayrıntılı olarak incelenmişken, birçoğunun tek bir çalışmada incelendiği de gözlenmiştir. "Genel Teknikler" olarak nitelendirilen kategoride tam zamanında üretim, kanban, 5S, SMED, kaizen, toplam üretken bakım, hücresel imalat, poka-yoke, hoshin-kanri, heijunka, shojinka, değer akış haritalama gibi maddeler bulunmaktadır. Bunların her birinin ayrıntılı olarak incelendiği çalışmalar gibi bazılarının dahil olmadığı çalışmalar da mevcuttur.

## 5. UYGULAMA

Uygulamanın yapıldığı ROYAL CONTA SANAYİ VE TİCARET A.Ş. İstanbul Dudullu Organize Sanayi'de tek şubesi olan ve yüzde yüz Türk sermayeli firmadır. Bünyesinde yüze yakın kişi olan ROYAL CONTA Sanayi ve Ticaret A.Ş. 1978'de kurulmuştur. Gösterdiği başarı sayesinde kısa sürede montaj firmalarına (Otoyol-Iveco, Tofaş-Fiat, Oyak-Renault, Ford-Otosan, Karsan-Peugeot, Türk Traktör, Çelik Motor vs.) ürün vermeye başlamış, firmalarca yapılan denetimlerde "A" sınıfı tedarikçi olarak belgelenmiş, ürünleri kontrole dahi tabi tutulmadan montaj hattında kullanıma alınmıştır. Gelişen kalite süreci önce QS 9000 ve daha sonra da TS 16949 kalite belgesi ile taçlandırılmıştır. Çevreye olan saygının bir göstergesi olarak ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi belgesini de almış bulunmaktadır. Avrupa'nın büyük conta firmalarına fason imalat yapmasının yanı sıra, çoğu Avrupa ülkeleri olmak üzere yirmiye yakın ülkeye ihracat yaparak, ülke ekonomisine katkıda bulunmaktadır.

Uygulama bölümünde, önceki bölümlerde anlatılan teorik bilgilere yönelik uygulamalara yer verilmiştir. Uygulama sırası, teorik bilgilerdeki sırayı takip etmiştir. İlk olarak yalının beş ana ilkesinden yola çıkılmış ve daha sonrasında bunlara ulaşmak için yalın tekniklere geçilmiştir.

İlerleyen bölümlerde yalın üretim tekniklerinden bazılarının henüz sağlanamadığı nedenleriyle incelenmiştir. Bu durumlarda ise yalın üretim sistemine zıt olarak kabul edilen fakat üretim hattı boyunca fabrikada mümkün olduğunca minimum seviyede tutulmaya çalışılan, süreç içi stokla bazı malların üretimi gerçekleştirilmiştir.

Sonuç itibarıyla süreç içi stokun neyi kazandırdığı ve bu gibi durumlarda alternatif olarak hangi optimizasyon problemlerinin ne şekilde kullanıldığı da irdelenmiştir.



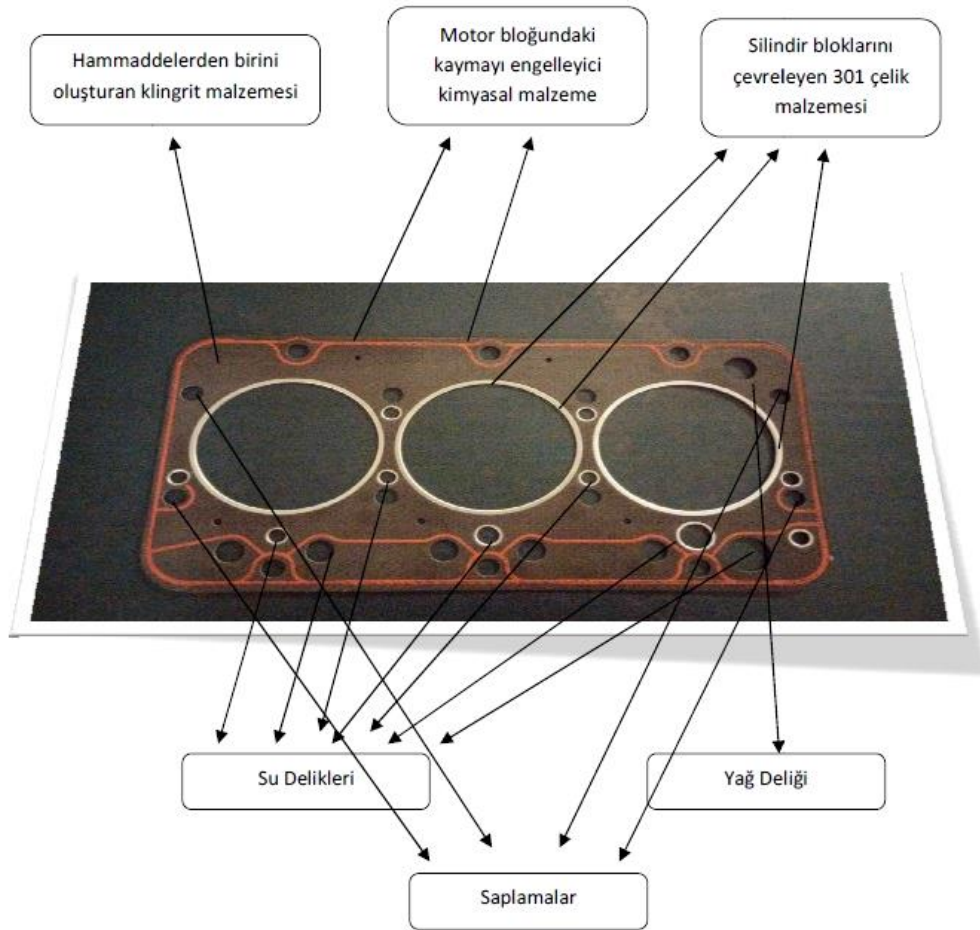
## 5.1. Tekniklerden Önce Temel İlkeler

Firma bünyesinde ilkeler, imalat hattında ne olup bittiğini ve neye ulaşılacak istendiğini göstermek için bir rehber niteliğinde kullanılmıştır.

### 5.1.1. Silindir kapak contası üzerinde "Değer "i keşfetmek

Otomotiv contacılığında temel olarak kullanılan sızdırmazların başında silindir kapak contası gelmektedir. Çeşitli hammaddelerden faydalanılarak yüksek motor bloğu sıcaklığına dayanabilecek kusursuz contaların üretilmesi fabrikadaki en temel hedeflerdendir.

Fabrika bünyesinde üretilen bir silindir kapak contası Şekil 5.1.'de ayrıntılı biçimde değerlendirilmiştir.



Şekil 5.1. Silindir kapak contasını oluşturan unsurlar

Şekle bakıldığında ilk olarak saclı klingritin yoğun olduğu göze çarpmaktadır. Bunun ham hali rulo halinde kullanıldığı gibi çeşitli ölçülerde tabakalar halinde de kesilebilmektedir. Faaliyetlerin her birini maddeler halinde inceleyip nihai kullanıcı için değer ifade edenler ve etmeyenler ayrılmalıdır.

Müşteri için değer ifade eden faaliyetler ana madde halinde incelenmiştir. Alt maddeler değere etkisi olmayan üretime etkisi olan işlemlerdir. İlk aşama rulo halinde ve levha halinde başlanmasına göre 2 ayrı aşama olarak incelenmektedir.

1. 1. Levha malzemeye tekli baskı, tekli baskı-markalama vs. uygulanır ve sonraki prosese aktarılır. Sadece baskı yapıldığı varsayılırsa:

- a) Rulo halindeki malzemenin, levha haline gelmesi için işlem yapılacak kesim atölyesine nakliyesi,
- b) Levha haline gelen hammaddenin işlem görecektir prese nakliyesi,
- c) Levha malzemenin işlem görmesi için çelik kalıbın prese getirilmesi,
- d) Prese getirilen kalıbın bağlama işlemi,
- e) Kalıp bağlanan preste, baskı işleminin yapılması,
- f) Operatör tarafından ilk ürünler için deneme ve kalite-kontrol testi yapılması.

1. 2. Rulo halinde gelen ürün preste tekli baskı, tekli baskı-markalama vs. işlemi görür. Sadece baskı işlemi yapıldığı varsayılırsa:

- a) Rulo ürünün işlem görecektir hücreye nakliyesi,
- b) Baskı işlemini gerçekleştirecek kalıbın hücreye getirilmesi,
- c) Aynı kalıbın, işlem yapılacak preste bağlanması,
- d) Rulo malzemenin çözücüye bağlanması,
- e) Operatör tarafından denemelerin yapılması ve kalite-kontrol testi.

2. Silindir bloğunu çevreleyen 301 Çelik malzeme; form ve (veya) sıvama, form-sıvama-damgalama vs. işlemi görür. Sadece sıvama işlemi yapıldığı varsayılırsa:

- a) Rulo halindeki 301 Çelik malzemenin hücreye nakliyesi,
  - b) Rulo halindeki 301 Çelik malzemenin çözücüye bağlanması,
  - c) Çözücüye bağlanan malzemenin sürücüye bağlanması,
  - d) Sıvama işlemi için kalıbın hücreye getirilmesi,
  - e) Sıvama kalıbının işlem göreceğ prese bağlanması,
  - f) Operatör tarafından denemelerin yapılması ve kalite-kontrol testi.
3. Baskı işlemi gören iki ana hammaddenin birleştirilmesi yani kapama, çoklu kapama, perçin kapama vs. işlemi. Sadece kapama yapıldığı varsayılırsa:
- a) Kapama yapılacak ürünlerin prese nakliyesi,
  - b) Kapama yapılacak prese, işlemi gerçekleştirecek kalıbın getirilmesi,
  - c) İşlemi yapacak çelik kalıbın prese bağlanması,
  - d) Bağlanan kalıptan elde edilen ilk ürünlerin deneme ve kalite-kontrol testlerinin yapılması.
4. Kapama işlemi gören contalar için ütünün (yüzüklü ütüleme, yüzüksüz ütülümeye, aparatlı ütüleme, perçin ütüleme vs. ) yapılması:
- a) Ütü işlemi için contaların hidrolik prese nakliyesi,
  - b) Preste ütü işlemini gerçekleştirmek için son hazırlıkların yapılması (Preste malzemeye zarar vermeyecek şekilde en optimal basıncın ayarlanması vs.),
  - c) Elde edilen ürünün kalite-kontrol testleri.
5. Ütü yapılan contalara serigrafi işlemi uygulanması:
- a) Contaların montaj atölyesinden serigrafi atölyesine nakliyesi,
  - b) Serigrafi atölyesinde kimyasal işlem göreceğ contalar için hazırlık yapılması.
  - c) Serigrafi işleminin yapılması,
  - d) İlk işlem gören ürünlerin, kalite-kontrol testlerinin yapılması,
  - e) İşlem gören ürünlerin kuruması için raflara konulması ve ambalaja hazır hale getirilmesi.

6. Kimyasal işlem gören ürünlerin ambalajının yapılması:

- a) Contaların müşteri için dizayn edilen kartonlara konulması,
- b) Contalarda ayıklama işlemi varsa; ayıklamaların yapılması,
- c) Ayıklanan ve (veya) kartonlara konulan ürünlerin paketlenmesi için dikiş makinesine taşınması,
- d) Makineye taşınan ürünlerin paketlenme işleminin yapılması,
- e) Paketlenen ürünlere shring makinesinde gerdirme işleminin yapılması,
- f) Gerdirme işlemi yapılan ürünlerin, etiketlerinin yapıştırılması,
- g) Etiketlenen ürünlerin belli sayılarda partiler halinde şeritlenmesi,
- h) Şeritlenen ürünlerin sevke hazır hale getirilmesi için karton koli işleminin yapılması ve son kontroller.

Her bir işlem irdelendiğinde, aslında altı ana safhada uygulanan benzer faaliyetler bulunmaktadır. En basitinden baskı, kesme, form vs. işlemi gören hammaddelerin; kapama ve ütü proseslerinden ilk ürünün hemen elde edilip, hepsinin birlikte tek seferde kalite kontrol yapıldığı bir hat neden kurulmadı? Böyle bir üretim hattının olması bitmiş conta adedi yönünden daha kısa süreli işlemlerin gerçekleşmesini sağlar. Ayrıca müşteriye yüklenilemeyen prosesler arası nakliye faaliyeti de mümkün olduğunca minimum halde tutularak zamandan tasarruf edilmesi sağlanır.

"Değer" in belirlenmesindeki ilk amaç; müşterinin kafasındaki değer faaliyetleri dışındaki diğer faaliyetleri olabildiğince dışsal hale getirmek ve müşterinin bakış açısıyla bütünü incelemektir.

**5.1.2. Çok katlı çelik conta (MLS) ile "Değerin Akışını Haritalama"**

Yalın üretim sisteminde "Değer" i keşfettikten sonra yapılacak ikinci temel ilke tüm faaliyetlerin akışını gösteren bir harita yapmaktır. Hedef ilk aşamada belirlenen değer nasıl aktığını göstermektir. Bu haritada, başta mevcut durum izlenerek "Mevcut Durum Değer Akış Haritası" çıkarılır. Daha sonra yalına dönüşü ifade eden ve uygulanacak "Gelecek Durum Değer Akış Haritası" yapılır.

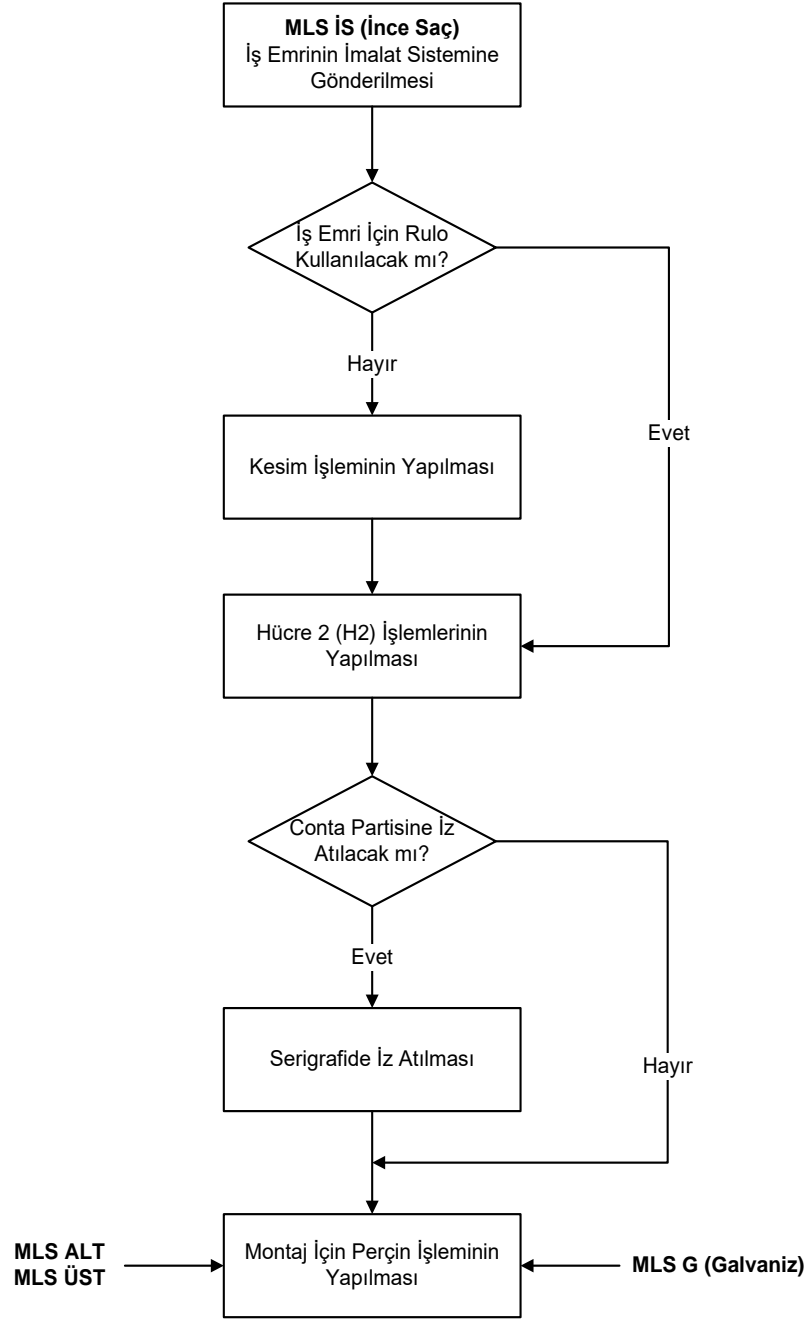
Gelecek duruma ulaşıldığı vakit, artık o da bir mevcut durumu temsil ettiğinden yalın üretim sistemindeki iyileştirmeler ile tekrardan, gelecek durum için yeni harita ve planlamaların yapılmasına devam edilmesi gerekir. Mevcut durum ile yetinmek israfların görülmesini engeller.

Bu haritalar her bir ürün için ayrı olarak yapılır ve elde edilen sonuçlar ile öncelikle mudayı ortadan kaldırmaktan ziyade, mudanın kendisi ölçülür. Mudanın ölçülmesi ileride uygulanacak tekniklerden üretim için neler yapılacağına bir nevi rehberini oluşturur.




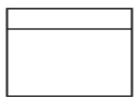

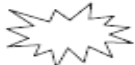



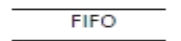






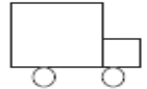

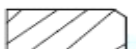
Sırasıyla Şekil 5.4.'de ve Şekil 5.5.'de MLS hattında mevcut durum için ve gelecek durum için haritalama işleminin yapıldığı görülmektedir. Mevcut durum, çok katlı çelik contanın üretim hattında yalına geçilmediği ve stoklu üretimin yapıldığı durumu temsil ederken; gelecek durum, yalın üretime geçileceği zamanki durumu ve bu hattın mevcut hali aldıktan sonra ne gibi sonuçlar elde edildiğini göstermektedir.

Haritalardan önce "Çok Katlı Çelik Conta"nın fabrikadaki iş akışı Şekil 5.2.'deki gibidir.

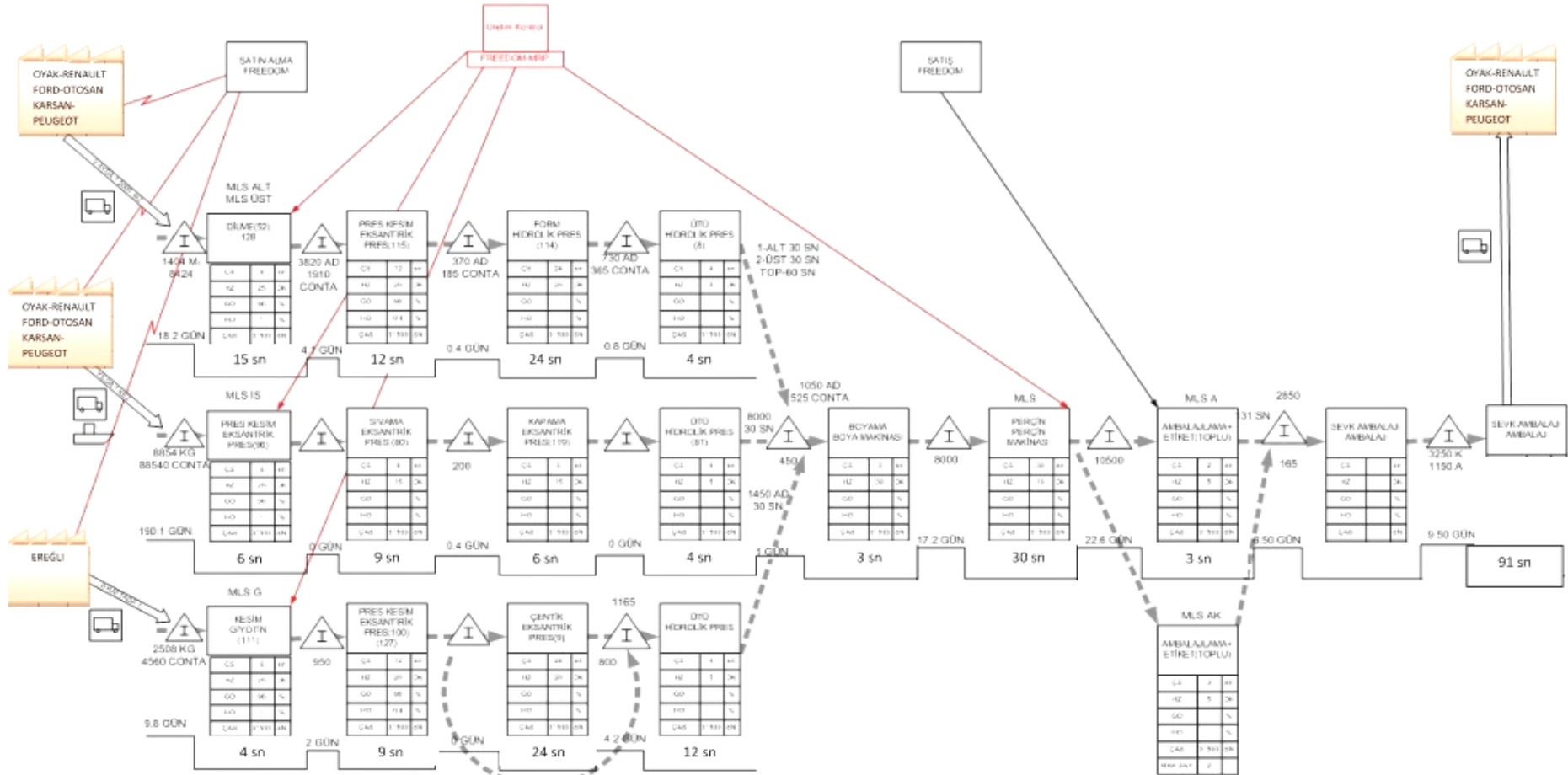
Değer akış haritaları hazırlanırken kullanılan birtakım semboller vardır. Bu sembollerin Şekil 5.3. ile ne manaya geldiğini göstermek, haritanın anlaşılmasında yardımcı olmaktadır. Buradaki sembollerin bazıları isteğe bağlı olarak değiştirilebilir veya kullanılmayabilir. Üretim hattında gözlem yapan kişi buna karar vermektedir. Önemli olan herkesin anlayabileceği ve israfı görebileceği bir harita ortaya çıkarmaktır.



Şekil 5.2. Çok katlı çelik conta için iş akışı

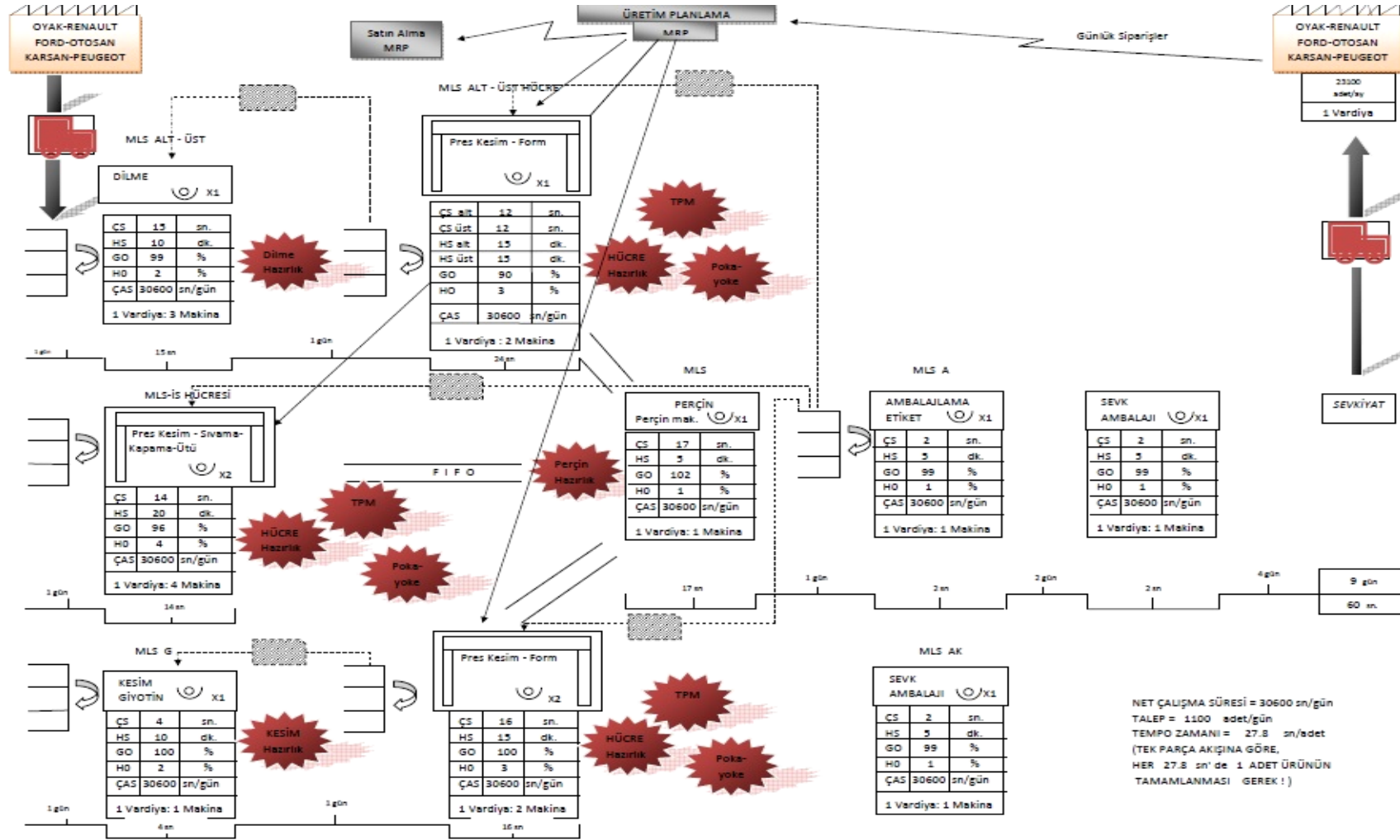
	Tedarikçi veya müşteri firma		İtme faaliyeti		Operatör
	Hangi prosesin yapıldığını gösterir		Çekme faaliyeti		İyileştirme faaliyeti
	Süreçleri gösteren kutucuklar		Bitmiş ürün sevki		Emniyet stoku
	Çevrim Süresi Hazırlık Süresi Gerçekleşme Oranı Hazırlık Oranı Çalışma Süresi		FIFO İlk giren, ilk çıkar		Kanban kutusu
	Envanteri temsil eder		Manuel bilgi akışı		Sinyal Kanbanı
	Süpermarket bölgesini temsil eder.		Elektronik bilgi akışı		Sevkiyat
			Üretim Kanbanı		
			Çekme Kanbanı		

Şekil 5.3. Değer akış haritalamada kullanılan semboller



Şekil 5.4. Çok katlı çelik conta üretiminde mevcut durum haritası





Şekil 5.5. Çok katlı çelik conta üretiminde gelecek durum haritası

Mevcut durum değer akış haritasının verildiği Şekil 5.4.'deki sonuçlar ele alınırsa:

Net Çalışma Süresi = 31500 sn/gün

Talep = 464 adet/gün MLS (Çok katlı çelik contası)

Takt Süresi = 31500/464 = 67,88 sn/adet

Bu da demek oluyor ki; yaklaşık altmış sekiz saniyede bir, bir adet çok katlı çelik contası süreçten çıkmalı; fakat yapılan işler Şekil 5.6.'da kısaca gözden geçirildiğinde:

MLS ALT-ÜST	→	Boya-Perçin	55 sn.
MLS IS (İnce sac)	→	Boya-Perçin	25 sn.
MLS G (Galvaniz)	→	Boya-Perçin	49 sn.

Şekil 5.6. Bir adet contanın boya ve perçine kadar olan işlem süreleri

Görüldüğü gibi yalınlaşmamış üretimde, operatörün en iyi ihtimalle işlem süresi kısa olan “MLS IS” malzemesinden elde ettiği ürünü, işlem süresi daha uzun olan “MLS ALT-ÜST” ve “MLS G” den elde ettiği stoktaki hazır ürünle perçinde buluşturması bir adet olarak yirmi beş sn. tutmaktadır. Ya da kapasiteden fedakarlık edip üç ana işlemin de yapıldığı ürünleri en az sipariş adedi kadar perçinde bekletebilir. İster üretim alanında; ister sevkiyat noktasında sadece MLS için bu kadar adet stok yapmak, yaklaşık on beş bin conta türü göz önünde bulundurulduğunda fevri bir strateji olmaktadır.

Birçok firma yalına geçmeden dahi stokun aslında neleri engellediğini açıkça görebilir:

1. Zaman
2. Alan

Seçenekler elbette daha da artırılabilir. Fakat tüm seçenekler bu iki konuya bağlı alt maddelerdir.

Gelecek durum değer akış haritasının verildiği Şekil 5.5.'deki sonuçlar ele alındığında:

Net alışma Süresi = 30600 sn/gün

(Fiili alışma süresi gelecek durumda azaltılmıştır)

Talep = 1100 adet/gün MLS (ok katlı elik contası)

Takt Süresi =  $30600/1100 = 27,82$  sn/adet

Buradan elde edilen sonuç ise gelecek durumdaki akış ile birlikte yaklaşık olarak her yirmi sekiz saniyede bir, bir adet çok katlı elik contası retileneğidir. Yani bunu sağlamak için de üç ana işlem ile birlikte bu işlemler sonrası boya perçin ve ambalajın her bir çevrimde birbiri arkasına gelen işlemler halinde yapılması gerektiğidir. Böylece tek parça akışına ulaşılır.

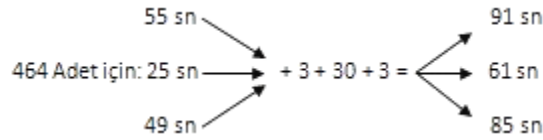
“Gelecek Durum Haritası” firma için paradigma haline geldiğinde bu performansa ulaşılır. Şu an için gösterilen performans, “Mevcut Durum Haritası” ile birlikte hedeflenen takt sresinden de iyi durumdadır. Günlük talepteki artış da düşünüldüğünde; dört yüz altmış dört adet için altmış sekiz saniyede bir adet conta üretilmesi şartı konmuşken; şu an bin yüz adet üzerinden altmış saniyelik performans sergilenmektedir. Yeni hedef daha yüksek parça akışını sağlamak için aynı adet üzerinden yaklaşık yirmi sekiz saniyede bir adet çok katlı elik contasının üretilmesidir.

Haritalarda retimde birçok işlem olduğu görülmektedir. İki durumda da üretim hattındaki operatörlerin her birinin takt zamanına eşit çevrim süresi ile performans göstermeleri için bütün aşamalardaki işlerin dengeli bir hal alması gerekmektedir. Bu dengeye ulaşabilmek için de yalın üretim tekniklerinden faydalanmak gerekir.

Yalın dönüşüm ile değer akışı ynnden ne gibi israfların görüldüğü ve ne tür avantajlar elde edildiği maddeler halinde yazılırsa:

- ❖ EK A.1.'de gösterildiği gibi yalın üretim öncesi ve sonrası stok miktarlarında azalma olmuştur.

- ❖ Stok miktarına bağlı olarak maliyetlerde düşüş gözlenmiştir.
- ❖ Ürünlerin hareket mesafeleri azaltılmıştır.
- ❖ Her bir MLS contasının üretiminde saniye olarak stok yapılmış ürün tercihine göre üç farklı durum Şekil 5.7.'deki gibi olabilir. Şu an ki gösterilen performans, üç duruma göre de daha iyi sonuçtur.



Şekil 5.7. Mevcut durum haritasındaki üç durum performansı

- ❖ İsrafın ortadan kaldırılmasıyla talep miktarındaki artış ile paralel olarak üretim kapasitesi miktarında yaklaşık yüzde yüz otuz yedi artış olmuştur. Elde edilen tüm nicel değerler, Şekil 5.8.'de gösterilmiştir:

Kategori	Mevcut Durum	Gelecek Durum
MLS Hattı İçin Gerekli Operatör Sayısı	16	10
Talep Edilen Ürün Adedi	464	1100
Takt Hedefi (sn)	67.9 sn	27.8 sn
Çevrim Süresi (sn)	91 sn – 61 sn – 85 sn	60 sn
Vardiya/Net Çalışma Süresi	1/31500 sn	1/30600 sn

Şekil 5.8. MLS hattı kıyaslama

### 5.1.3. Üretimde "Akış"ı sağlama

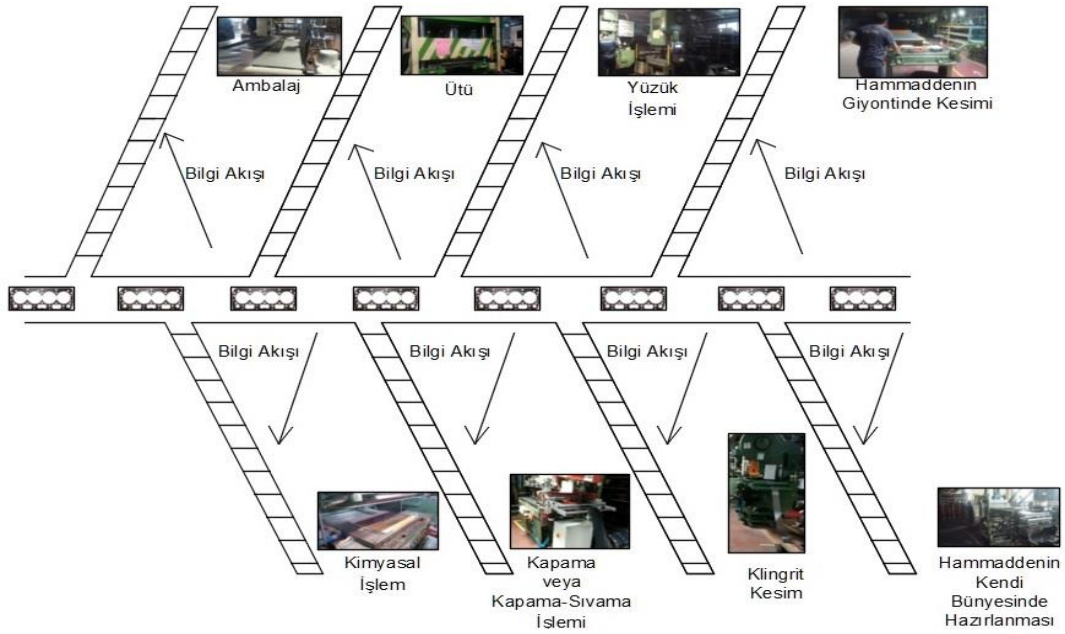
Tam zamanında üretimin tam anlamıyla gerçekleşebilmesi, üretimde kusursuz bir akışın varlığı ile sağlanır. Kusursuz akıştan kasıt; müşterinin talebi ile ilk ham ürünün birinci prosese girmesiyle süreçteki makineler aynı anda çalışır ve son ürünün, son prosten çıkmasıyla son bulur.

Mükemmel akış için:

- ❖ Sıfır israf,
- ❖ Çekme,
- ❖ Sıfır stok,

- ❖ Her prosesin belirlenen tempo (takt) süresi ile koordinasyonlu çalışması gerekir.

Üretimin gerçekleştirildiği fabrikada bu kadar kusursuz bir akış, şu an için sağlanamamıştır. Şayet sağlandığı takdirde Şekil 5.9.'da mükemmel akışın nasıl olacağı da kabataslak resmedilmiştir.



Şekil 5.9. Değerin belirlendiği, değer akış haritasının yapıldığı ve kusursuz akışın sağlandığı bir üretim hattı

#### 5.1.4. Stoka inat, "Çekme" şart

Yalına ulaşmak için üretimde paradigma olacak önemli bir konu da; nihai kullanıcının isteğinden, ilk işlemin yapıldığı aşamaya doğru bilgi akışının yayılmasını sağlayan çekme faaliyetidir.

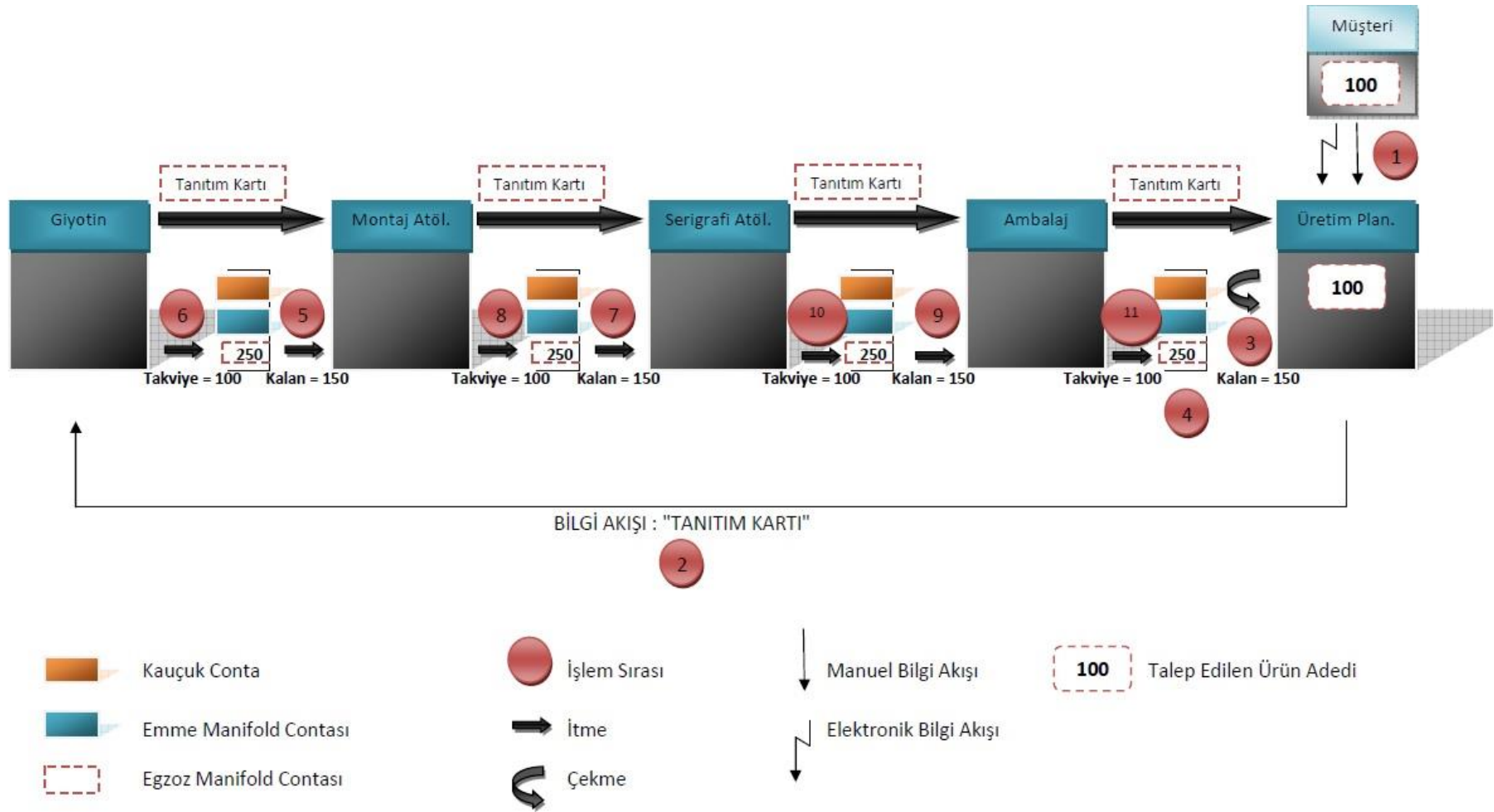
Çekmeyi sağlayan bir veya birden fazla kart bulunmaktadır. Uygulamanın yapıldığı fabrikada ise ürünlerin birçoğu için tek kartlı kanban sistemi gibi uygulanan ayrıca itme ile çekme sisteminin sentezi haline gelen "Conwip Sistemi" kullanılmaktadır. Üretimde senkronizasyonu sağlayan kart, fabrikada "Tanıtım Kartı" başlığı altında oluşturulmuştur. Üretim ve Çekme kanbanı ile aynı işleve sahip olan tanıtım kartında bulunan bilgilere bakıldığında:

- ❖ Firma tarafından ürüne verilen kod,
  - ❖ Parti no,
  - ❖ Bir adet parti miktarı,
  - ❖ Müşteri,
  - ❖ Malzeme,
  - ❖ Yardımcı veya montaj malzeme,
  - ❖ İş emri tarihi ve teslim tarihi,
  - ❖ Kullanılan kalıplar,
  - ❖ Her bir prosesi ifade eden işlem kodları,
  - ❖ İşleme başlama ve bitiriş saati,
  - ❖ İşlemin hangi operatör tarafından, hangi makinede yapıldığı,
  - ❖ Operasyon kontrolünün yapıp yapılmadığı.
- gibi verilere ulaşmak mümkündür.

EK A.2'de tanıtım kartı görülebilmektedir. Aynı zamanda pilot bir bölge belirlenerek karter contalar için çift kartlı metot da denenmektedir. Burada tek kartlı modelin de, çift kartlı modelin de uygulanışı üretim hattının bir minyatürü oluşturularak aktarılmıştır. İlk olarak conwip sistemin uygulanış biçimi ele alındığında ve prosesleri biraz genelleştirip üretim hattına tepeden bakılırsa durum daha kolay kavranır. Şekil 5.10.'da conwip sistemin fabrikada nasıl uygulandığı gösterilmiştir.

Her iki kart biçiminin uygulanışında lokasyon sayıları beş adet olarak belirlendiğinde:

- ❖ İlk lokasyon hammaddenin levhalar halinde kesildiği giyotin bölümünden,
- ❖ İkinci lokasyon hücrelerin ve preslerin bulunduğu ana işlemlerin gerçekleştiği montaj atölyesinden,
- ❖ Üçüncü lokasyon montajı biten contaların kimyasal işlem gördüğü serigrafi atölyesinden,
- ❖ Dördüncü lokasyon kimyasal işlemi bitmiş ürünlerin ambalajından,
- ❖ Son lokasyon ise müşteri ile ilk iletişimde olan üretim planlama departmanından oluşur.



Şekil 5.10. Conwip sistemin üretimdeki akışı

Sistemde ilk hareket müşterinin ürüne olan talebiyle başlayıp, üretimin son lokasyonu olan ambalajın süpermarkete yaptığı emniyet stoku ile son bulmuştur.

Aşamalar tekrardan ele alındığında, üretim planlama tipik bir kanban metodu uygulaysaydı; üretim hattında bilgi akışı oku öncelikle son işlem yapılan ambalaj atölyesine gidecekti. Daha sonra kademeli olarak ilk aşamaya kadar bilgi akışı ve beraberinde çekme faaliyeti gerçekleşecekti. Fakat burada çekme faaliyetinden ilk haberdar olan lokasyon ilk prosesi gerçekleştiren giyotindir. Talep edilen ürün kadar bir sonraki lokasyona itirme faaliyetinde bulunarak kendisi için de aynı zamanda bir o kadar üretim emrini tetiklemiştir. İmalatı gerçekleştiren ilk dört lokasyonun her biri bu şekilde bir akış sergileyerek üretimi tamamlamış olacaktır.

Fabrika bünyesinde birçok üründe bu metodun uygulandığı daha önce belirtilmişti. Uygulanma nedeni hakkında genel bir çıkarım yapıldığında; hazırlık süreleri konusunda tam anlamıyla istenilen seviyeye henüz gelinmediğinden, çift kartlı metot şu an için sadece birkaç ürün hattındaki çalışmalarla sürdürülmektedir.

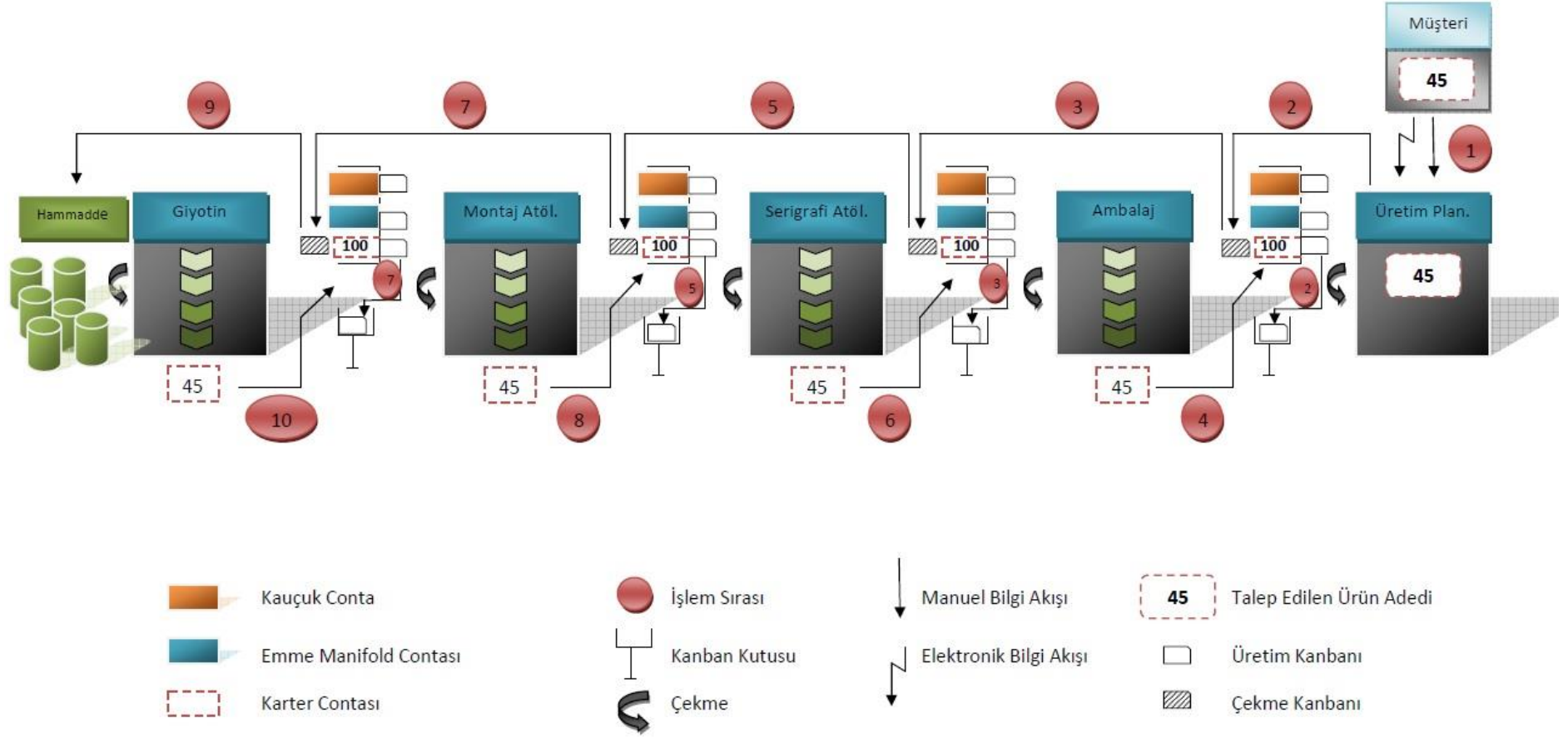
Çift kartlı çekme metodunun uygulandığı ürünler açısından karter contalar baz alınmıştır. Şekil 5.11.'de günümüzde pek revaçta olmasa da kullanılan iki kartlı metodun uygulandığı mantar contalar da görülmektedir.





Şekil 5.11. Mantar contalar için çekmeyi sağlayan kanbanlar

İkinci metot için Şekil 5.12.'de tekrardan üretim hattının minyatürü oluşturularak karter contaların üretiminde lokasyonlar arası nasıl bir akış sağlandığı gözlenmiştir.



Şekil 5.12. Çift kartlı metodun üretim hattındaki akışı

Karter contaların üretim akışını başlatan şey, conwip sistemde olduğu gibi müşteri talebidir. Üretim planlama, imalatın son lokasyonu ambalajdan müşteri talebi kadar ürün çektiğinde oluşan ilk durum aşağıdaki gibidir:

- ❖ Üretim hattında karter contasına ait elli beş adet bitmiş ürün,
- ❖ Yüz adet ambalajlanmayı bekleyen yarı mamul,
- ❖ Yüz adet kimyasal işlem görece yarı mamul,
- ❖ Yüz adet giyotinde rulodan levha haline getirilmiş ve montajı yapılacak yarı mamul.

Sonraki aşamada üretim hattının tümü bu kırk beş adet çekilen ürün için senkronizasyonlu bir tempoya girerek kendilerine ait süpermarketlerdeki eksik ürünün raflarına takviye yapar.

İşlemleri kademeli biçimde değerlendirmek faydalı olacaktır.

- a. Sistemden çekilen ürün kadar, ambalaj; bir önceki serigrafi bölümünün stok rafından kırk beş adet kimyasal işlem görmüş ve ambalajlanmayı bekleyen karter contası çeker.
- b. Bu işlemi gerçekleştirmek için ambalaj bölümü çalışanı veya sadece bu faaliyeti yerine getirmek için görevli bir kişiye "çekme kanbanı" verilerek işlem gerçekleştirilir.
- c. Çekme kanbanı ile rafa giden kişi alacağı miktarda ürünün üzerindeki "üretim kanbanı"nı çıkararak bunu üretimi yapan kişinin ya da bu kanbanları toplamakla görevli kişinin görebileceği bir yerde kanban kabul kutusuna bırakır.
- d. Üretim kanbanı, üretimin yapıldığı bölümdeki çalışanlar tarafından bitmiş ve rafa konulan ürünlerin üzerine yapıştırılan bir karttır. Bu kart çıkarılıp kutuya konulduğunda artık yeni bir "iş emri" durumuna gelir.
- e. Ürün takviyesi tekrardan yapıldığında diğer üretim kanbanları aynı şekilde kullanılır.
- f. Çekme kanbanı ile ne yapıldığına bakılırsa, ilk başta çıkarılan üretim kanbanının olduğu yere aynı şekilde yapıştırılır. Serigrafi atölyesi ürünün kim tarafından çekildiğini de bu şekilde görebilmektedir. Şekil 5.12.'de üretim hattının kademelerinde bir sonraki hattın kim olduğu

kolayca görülebiliyor; ancak giyotinden sonra montaj atölyesinde hangi hücrenin işlem yaptığını bilmek için çekme kanbanı şarttır.

- g. Nihai olarak ambalaj da, çektiği ürüne işlem uygulayarak kendi süpermarketine takviye yapar. Bu döngü serigrafinin, montaja; montajın da giyotine aynı şekilde uygulanmasıyla devam eder.

Yukarıdaki maddelerde değinilmeyen bir konu var ki; kutudaki kanbanların neye göre toplanacağıdır. Bu, fabrikadaki planlamacının belirleyeceği duruma göre değişebilir. Yani belli zaman aralıklarında da toplanabilir; ya da kanban adetleri belli sayıya ulaşıncaya kadar da olabilir. Önemli olan sistemde en iyi akışkanlığı veren, sistemde bir darboğaza veya herhangi bir uyumsuzluğa neden olmayan metodu kullanmaktır.

#### **5.1.5. "Mükemmel"e giden yol: Yalın üretim**

Mükemmel kavramının, üretim faaliyetinde bulunan kişiler tarafından çok farklı yönlerde tanımı yapılabilir. Esas olan bu kavramın öznel yaklaşım yerine, herkes tarafından kabul gören objektif bir çerçeve etrafında bilinmesi ve üretimde uygulanmasıdır. Üretimde yalını uygulayan kişiler bilir ki; mükemmel üretime ulaşmayı amaçlayan firmaların önem verdiği tek bir gösterge vardır: "Stok devir hızı". Bu nicel değer ne kadar yüksekse fabrika o kadar yalınlaşmış demektir. Ulaşılan stok devir hızı fabrika için stratejik bir öneme sahip olmasından bu değer çalışmada paylaşılmamıştır. Stoku azaltma ile beraber, üretim hattındaki tüm sorunlar gün yüzüne çıkacak ve birtakım tekniklerle de bu sorunlar günden güne azalarak mükemmel üretim gerçekleşecektir. Günümüzde bu konuda öncü ve lider bir konumda olan Toyota şu an için en mükemmel üretimi gerçekleştirmektedir.

Çalışmaya birçok yönden kaynak sağlayan Royal Conta Sanayi ve Ticaret A.Ş. de mükemmellik konusunda hatırı sayılır derecede çaba sarf ederek günden güne yalınlaşmaktadır.

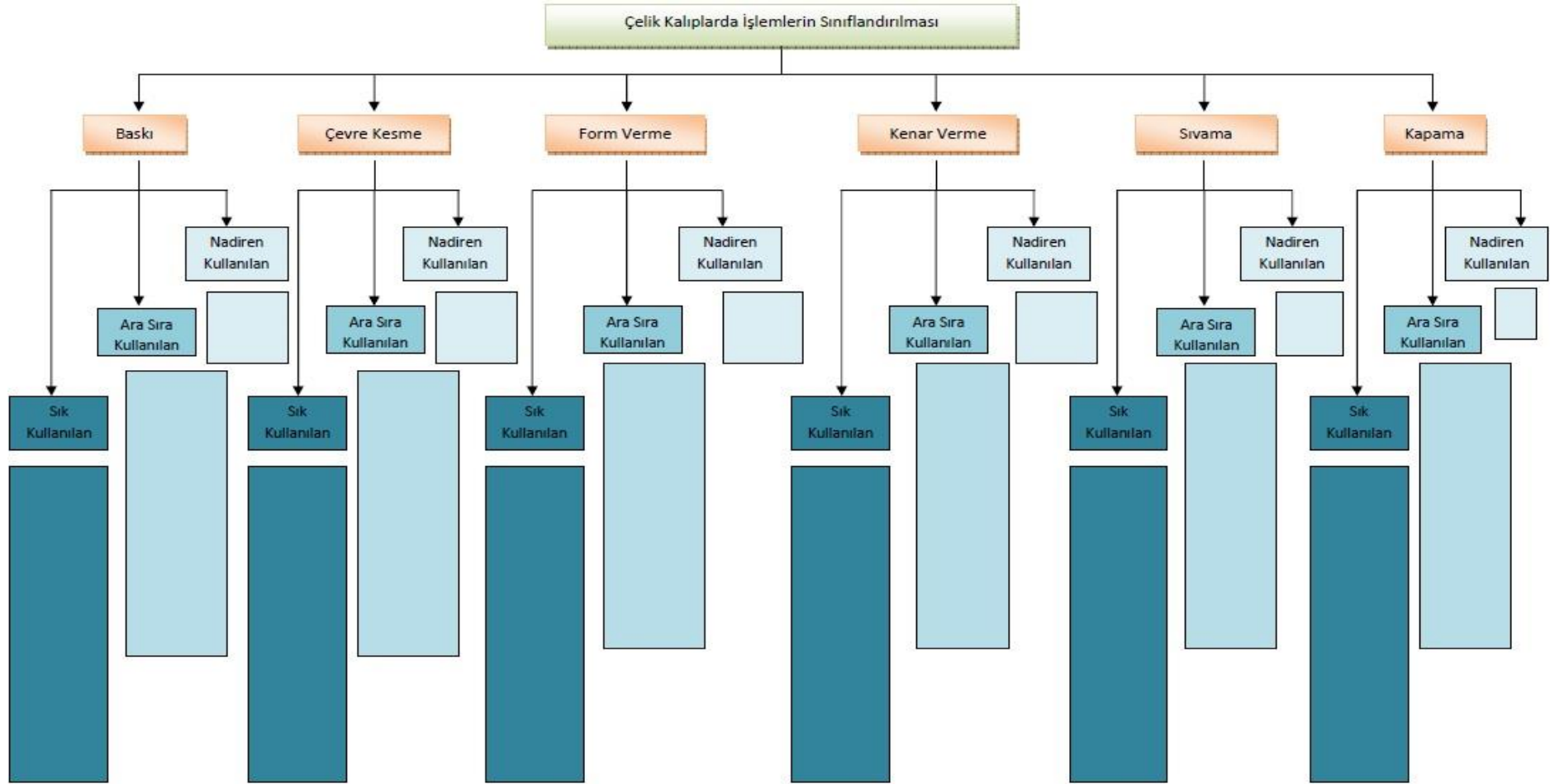
## **5.2. Yalın Üretim İçin Teknikler**

İlkelerden sonra yalınlaşma adına üretim hattının durumuna göre birtakım teknikler kullanılır. Bu teknikler imalat ortamında düzenin sağlandığı, hazırlık sürelerinin minimum tutulduğu, sipariş sevkiyatının tam zamanında gerçekleştiği, sürekli iyileşme ve katılımın sağlandığı, üretim ile işgücünün dengelendiği bir ortam oluşturma amacıyla uygulanmaktadır.

### **5.2.1. Çalışma ortamına yapılan ilk dokunuşlar: "5S"**

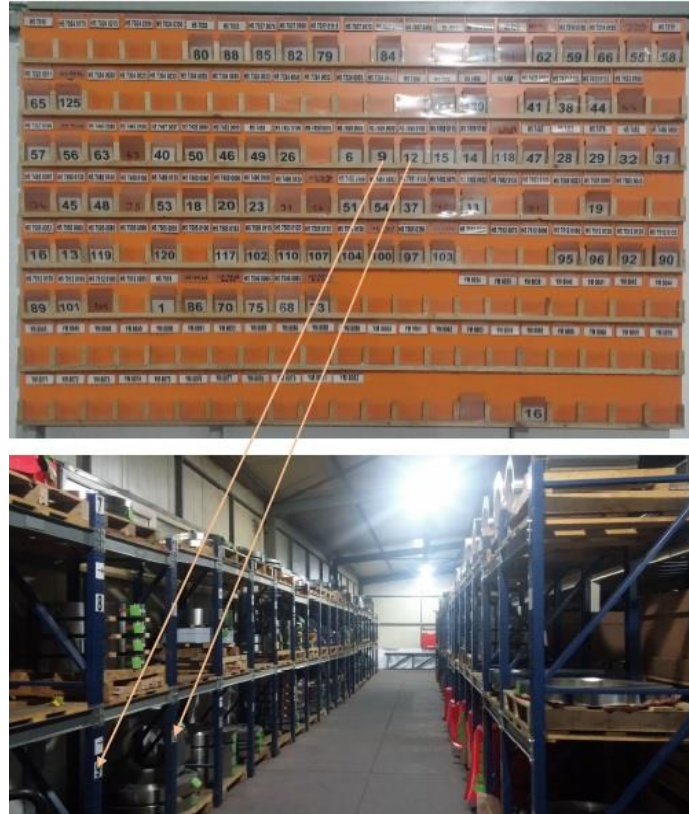
Beş temel ilkenin ne olduğu tam olarak kavrandığında, uygulanan tekniklerin ne amaçla yapıldıkları da kolayca anlaşılacaktır. Bu tekniklerin başında da 5S gelmektedir. Yalın üretim ile ilgili hiçbir bilgisi dahi olmayan bir kişi bile bu metodu kendi üretim hattında uygulayabilmektedir. Sadece üretimle uğraşan kişiler değil birçok hizmet sektörü veya evlerde farkında olmadan yalınlaşma adına ilk adımlar atılmış olmaktadır.

Fabrika bünyesinde yapılan bir sınıflandırmada, kalıpların işlevlerine göre kullanım sıklığı Şekil 5.13.'de gösterilmiştir. Bu sınıflandırmaya göre günlük olarak veri tutulan sistemde hangi tip contanın sık olarak üretildiği üretim hattındaki herkes tarafından görülmekte ve bununla birlikte kalıbı taşıyan operatör için de minimum çaba sarf ettirici bir yerleşim düzeni belirlenmesine imkan tanınmaktadır. Ayrıca buradaki veri sayesinde kalıpların periyodik bakımlarının da yapılmasına olanak verilmektedir.



Şekil 5.13. Kalıp yerleşimi için kullanılan sınıflandırma

5S'in ikinci adımını oluşturan düzen, rahat bir çalışma ortamı sağlamanın yanında aranılan nesne için harcanan vakti de ortadan kaldırmayı amaçlar. Üretilen ürünlerin her biri için kullanılan sac malzemesi farklılık göstermektedir. Bazı contalar için "301 Çelik" kullanılabilirdiği gibi bazıları için "430 Çelik" malzeme de kullanılabilir. Yaklaşık iki yüze yakın farklı malzemenin kullanıldığı bir ortamda da düzenli yerleşim şarttır. Şekil 5.14.'de malzemeler için yapılan düzenleme aşağıda görülmektedir.



Şekil 5.14. Malzemelerin belli bir nizamda uygun şekilde yerleştirilmesi

Bir sonraki adım olarak temizlik kısmı gelmektedir. Firmanın müşteriye ve yaptığı işe olan saygısı, imalat ortamının temizliği ile ölçülür. Toyota'da üretim hattına giren her müşteriye ve misafire kendilerine verilen değeri göstermek adına özellikle beyaz galoş giydirilmektedir. Üretim hattının çıkışında ortamda beyaz renge bile geçebilecek bir kir bulunmadığını müşteri kendi gözüyle test etmektedir. Temizliği sadece üretim hattı yüzeyinde uygulamak yalnızca müşteriye değerli olduğunu hissettirir; fakat imalatta kullanılan makine ve teçhizatın temizliği ile durum birleşirse o zaman üretilen ürüne de değer katmış

olunur. Uygulamanın gerçekleştiği fabrika bünyesinde de periyodik zaman aralıklarında temizliğin yapılmasıyla oluşabilecek makine arızaları için önleyici hekimlik yapılmaktadır. Her makine ve bölüm için bir operatör kullanılarak aynı zamanda işe olan aidiyetlik duygusu oluşturulmaya çalışılır.

Standartlaşma adımı, belki de en zor olanıdır. Çünkü yapılan bu üç aşamayı devamlı kılmak için çalışanlar arasından 5S'i uygulayan ve uygulamak istemeyenler olabilmektedir. Hepsini 5S'i uygulayan tarafa çekmek adına birtakım teşvikler yine fabrika bünyesinde gerçekleşmektedir. Şekil 5.15.'de tek personel bazında operatörlerin bir kısmı için oluşturulan motive tablosu görülmektedir.

AD SOYAD	5S Katılım	Hazırlık Süresi iyileştirme	Kaizen Katılımı	İş Disiplini	Kaliteli Üretim	Çalışma Temposu	Takım Çalışmasına Katkı
MERTALİ BULUT							
SERVET CANSIZ							
HASAN ÖZKUL							
MUSTAFA HAN							
AYKUT DEMİR							
MEHMET ALI GÜNTEPE							
FATİH VERDİL							

Şekil 5.15. Standartlaşmaya yönelik operatör performansları

Disiplin, standartlaşmama sorunu ortadan kalktıktan sonra çalışanları bu konu hakkında daha fazla bilgilendirip, uzmanlaştırma adına verilen eğitimler ile sağlanabilmektedir.

### 5.2.2. Kalıp değişiminde akış: "SMED"

Sürekli akış; değer ve üretim bazında çeşitli haritalandırma metotları kullanılarak değerlendirilmiştir. SMED ile üretimin arka planında yer alan birtakım hazırlık faaliyetleri irdelenerek biraz daha mikro temelli bir yaklaşım



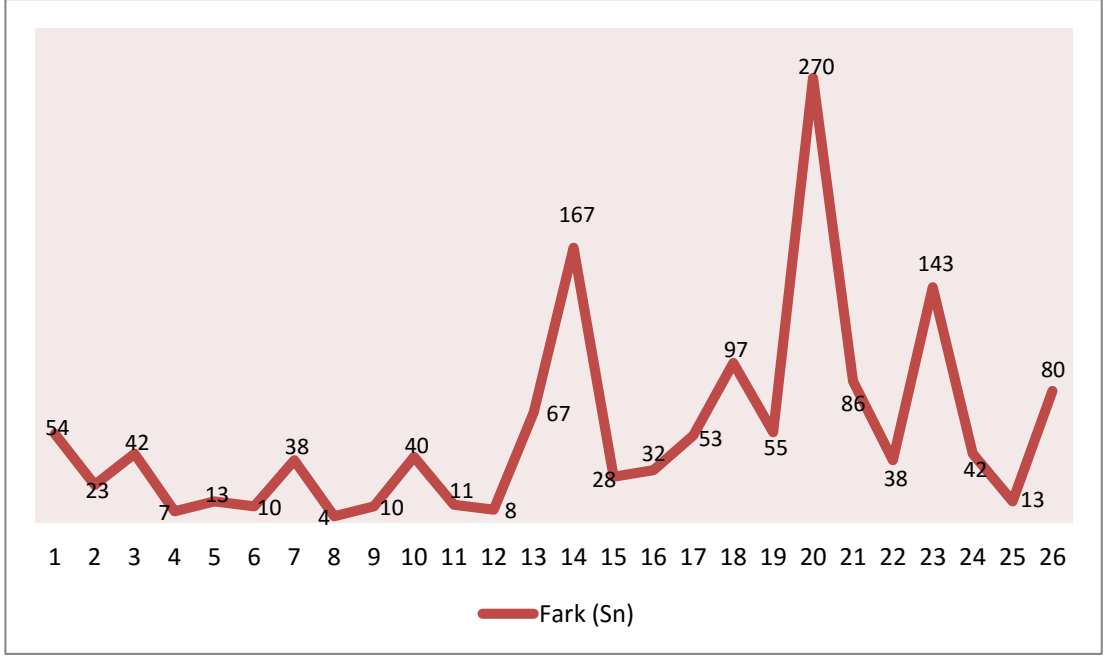
sergilenmiştir. Müşteri açısından değer ifade etmeyen en büyük unsur bu hazırlık zamanlarıdır ve olabildiğince bu süreleri kısa tutmak firmanın kazancınadır. Fabrikada yaklaşık olarak yirmi aylık dönem boyunca hareket ve zaman etüdü çalışmaları yapılarak veriler tutulmuş, kalıp değişim süresi altmış dakikalık sürelerden, dokuz dakikalara kadar düşürülmüştür. SMED çalışmalarında atılan ilk adım; mevcut kalıp değişiminde ne gibi faaliyetler yapılıyor bunun ayrıntılı olarak incelendiğidir. Daha sonraki adım, bu faaliyetlerin hangilerinin pres durduğu esnada yapıldığının belirlenmesi ile devam eder. Çünkü burada pres çalıştığı anda nelerin yapılabileceği konusunda karar verilmesi sağlanır. Yani aynı anda birden fazla faaliyet gerçekleştirilerek hareketlerin nasıl yapılacağı belirlenmektedir. Fabrikada yalın üretime geçilmeden önce presler arasında hiçbir şekilde bir bağlantı olmaması ile beraber, kalıp değişimi yapıldığında tek parça akışına zıt olan yalnızca o pres için tüm efor sarf edilmekteydi. Ek olarak kalıbı değişen pres durduğu vakit diğer preslerin faal vaziyette olması üretimdeki uyumsuzluğu gözler önüne seren önemli bir işaretti. Bunun için de öncelikle aynı ürünün belli aşamalarını gerçekleştiren kalıpların bağlandığı presler birbiri ile senkronizasyonlu çalıştırılmaya ve buna uygun yerleşimlerin yapılmasına gerek görülmüştür. Preslerin, kalıpların, birtakım makinelerin yerleşimi hücresele imalat konusunda daha ayrıntılı gözlenmiştir. Grup halinde kalıp değişim süreleri ve tek pres halindeki kalıp değişim süreleri hücresele imalat üzerinden tekrardan anlatılmıştır.

Kalıp değişimi sırasında her bir hareketin zaman aralıkları içerisinde sıralandığı Şekil 5.16.'da ve her bir sürenin grafiği de Şekil 5.17.'de verilmiştir. Bu iki şekildeki veriler şu an ki iyileştirmelerin tümünü içermeyen ve mevcut performanstan düşük olan göstergelerdir. Toplam süreye bakıldığında yaklaşık yarım saate yakın bir kalıp değişimi gerçekleştiği görülmektedir. Faaliyetlerin hangi aşamalarla yapıldığının fotoğrafları Ek A.3.'de verilmiştir. Grafikte dikkat çeken bir husus; ikinci faaliyetin biten süresi akabinde üçüncü faaliyetin başlamadığıdır. Arada yirmi bir saniyelik fark vardır. Buna benzer farklar birçok faaliyette görülmektedir. Arada yapılan ve faaliyet olarak gösterilmeyen süreler yürüme mesafelerini içeren israflardır. Dolayısıyla Şekil 5.18.'de bu yürüme

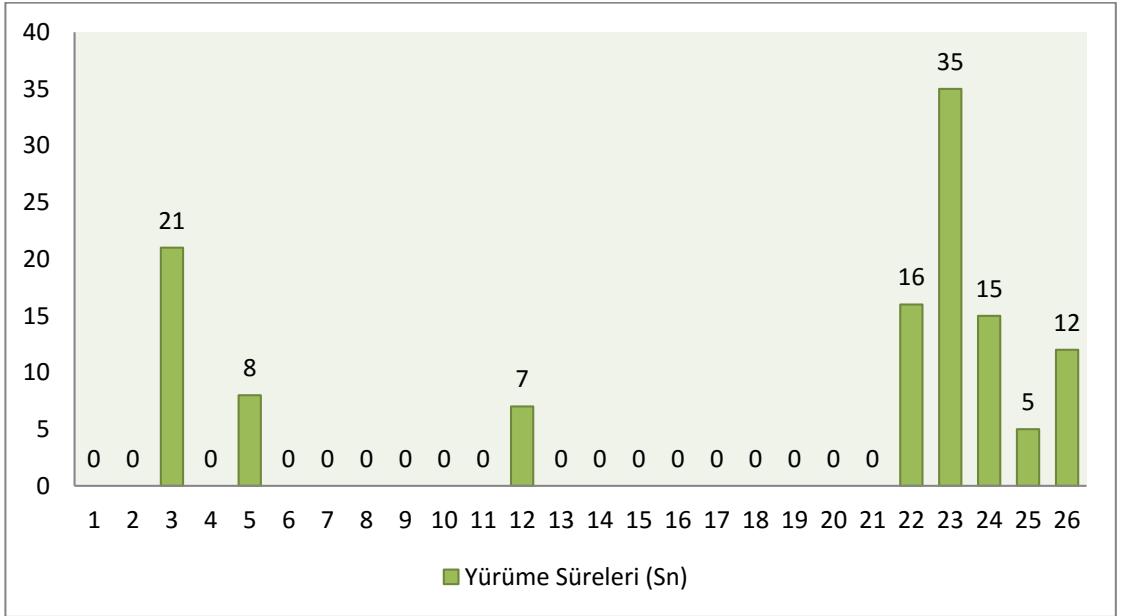
mesafelerine de göz gezdirilirse hangi işlemlerin birbirine yakın vaziyette yapılması gerektiği de ortaya çıkmış olacaktır. Örnek olarak yirmi üçüncü faaliyeti gerçekleştirmek için operatörün kalıp değiştirdiği pres ile deneme amaçlı ütüsünün yapıldığı pres arasında otuz beş saniyelik bir yürüme israfı vardır. Şekil 5.16.'da kalıp değişiminde yapılan faaliyet sürelerinde yirminci faaliyet oldukça fazla görülüyor, dolayısıyla bu faaliyetin gerçekleştiği anda daha detaylı bir hareket ve zaman etüdü ile iyileştirme yapılabileceği aşikardır.

Sıra	Faaliyet	Zaman Aralığı (Dk)	Fark (Sn)
1	Pres ve bağlantı elemanlarının sökümü	0-54	54
2	Sökülen kalıbın arabaya alınması	54-1.17	23
3	Arabaya alınan kalıbın götürülmesi ve yardımcının hazır olarak beklettiği kalıbın prese getirilmesi	1.38-2.20	42
4	Yeni getirilen kalıbın operatör tarafından metre ile ölçülmesi	2.20-2.27	7
5	Yeni getirilen kalıbın altına sabitleyici sütun demirlerinin konulması	2.35-2.48	13
6	Prese kalıp bağlamadan önce birtakım hazırlık yapılması	2.48-2.58	10
7	Yeni getirilen kalıbın pres tablasına alınması	2.58-3.36	38
8	Yeni konulan kalıbın göz kararı ile gerekli kontrollerinin yapılması	3.36-3.40	4
9	Yeni kalıbın kol gücüyle itme ve çekme yapılarak ayarlanması	3.40-3.50	10
10	Pres için bağlantı elemanlarının takılması, vidaların sıkılması	3.50-4.30	40
11	Vidaların belli bir oranda sıkıldıktan sonra tekrardan kalıp yerinin kontrolü	4.30-4.41	11
12	Presin üst tarafında yer alan koçbaşı ayarı ve sıkılması	4.48-4.56	8
13	Demir sütunlar ile tekrardan ayar yapılması	4.56-6.03	67
14	Presteki butona basarak mapa ile kalıp arasındaki seviyenin belirlenmesi	6.03-8.50	167
15	Presteki bağlantı elemanı 10. faaliyetin devamı olarak tekrardan sıkılması	8.50-9.18	28
16	Kalıbın, presteki alt tablaya bağlantısı için 4 tarafının sıkılması	9.18-9.50	32
17	14. faaliyetteki gibi buton ile seviye ayarının yapımı ve kalıbın boşluk aralığının belirlenmesi için denemeler	9.50-10.43	53
18	Raflardaki hazır contaların operatör tarafından alınmaya gitmesi, boş rafın da yardımcı tarafından getirilmesi (verimsiz faaliyet olduğu, yürüme mesafesi oldukça fazla bu aşama için iyileştirme yapılmalı)	10.43-12.20	97
19	Operatör tarafından raftaki contaların tanıtm kartlarının kontrolü	12.20-13.15	55
20	Hazır olan bileziklerin ve raftaki contanın kalıp üzerinde denenmesi (verimsiz faaliyet görülüyor)	13.15-17.45	270
21	Ürünün denenmesinden sonra tekrardan kalıbın 4 tarafının sıkılması	17.45-19.11	86
22	2. ürünün preste denenmesi	19.27-20.05	38
23	22. faaliyetteki ürünün ütüleme denemesi	20.40-23.03	143
24	Atölye içerisindeki operatör tarafından kalite kontrol	23.18-24.00	42
25	Yapılan kalite kontrol sonrası pres operatörü tarafından presin tekrardan ayarı	24.05-24.18	13
26	Operatör için üretime geçmede son hazırlıklar; dolu raftan boş rafa conta aktarımı, kulaklık takımı vs. hazırlıklar	24.30-25.50	80

Şekil 5.16. Kalıp değişiminde yapılan faaliyetler ve zaman aralıkları



Şekil 5.17. Kalıp değişiminde yapılan faaliyetlerin süreleri



Şekil 5.18. Faaliyetler arası yürüme süreleri

SMED için birçok grafik türü kullanılabilir. Buraya kadar tam anlamıyla kalıp değişiminde bir faaliyet akışı sağlanmadığından sütun ve çizgi grafikleri kullanılması ortadaki israfı göstermek için yeterli olmuştur. Fakat belli kaizen çalışmaları sonrasında faaliyetler istenilen düzeyde dışsal hale getirilerek farklı grafik türleri kullanılacaktır.

Yaklaşık yirmi aylık sürenin sonunda yapılan kalıp değişimindeki süre farkı SMED çalışmalarının ne ölçüde yarar sağladığını açığa çıkaracaktır. Ayrıca bu tarz iyileştirme sonrası fabrika bünyesinde kullanılan en tipik gösterge "Gantt Şeması" olmuştur. Çünkü hangi durumda kim tarafından içsellik sağlandığı burada görülebilmektedir. SMED çalışmalarına geçtikten sonra yirmi aylık dönemin her bir ayının, hücresel imalat halinde kullanılmayan beş adet pres bazında toplam kalıp değişim sayısı ve süreleri Şekil 5.21.'de verilmiştir. Üç numaralı pres dışında diğer preslerde çeşitli hareketlenmeler olsa da süreler açısından azalan bir trend görülmektedir. Hareketlenmelerin sebebi bağlanan kalıpların ebat ve işlemlerine göre farklı ağırlıkta olmalarından kaynaklanmaktadır. Tam olarak istenilen düzeye gelinemeyen üç numarada operatörler arası rotasyon sebebiyle yeni kişiye kalıp değişimi ve hazırlığı konusunda yetkinlik kazandırma gerekliliği göze çarpmaktadır.

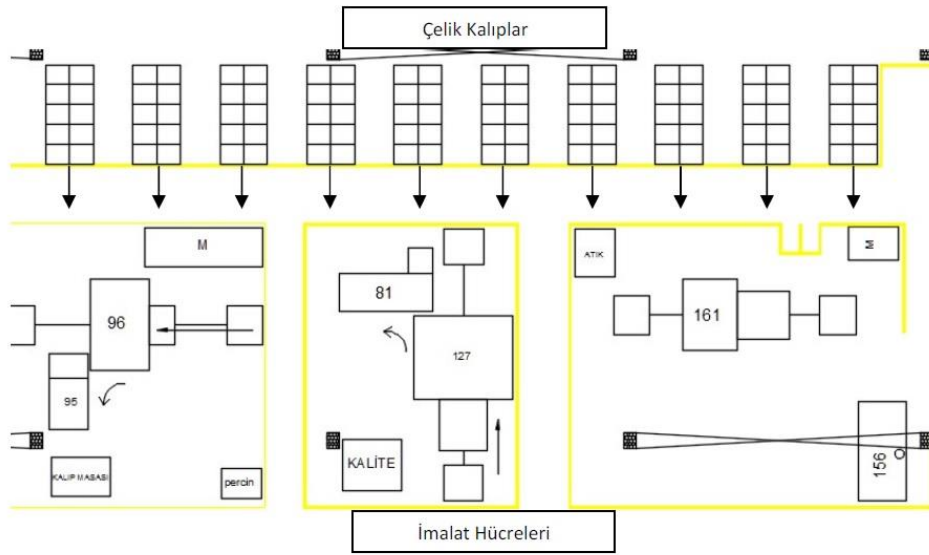
Şu ana kadar ki elde edilen performanslar aşağıda maddeler halinde yazılan birtakım basit ama etkili iyileştirmeler sayesinde elde edilmiştir.

1. Değişimde işlemi bitmiş ürün kalıbının konulması için yardımcı tarafından hali hazırda tutulan boş forklift aracı,
2. Yeni işlem için kullanılacak kalıbın yardımcı tarafından hücreye yakın yerde makine çalıştığı esnada forklift üzerinde bulundurulması. Şekil 5.19.'da birinci ve ikinci durumun dışsal faaliyet haline geldiği gösterilmektedir.
3. Koç başı ayarı esnasında kullanılan cıvatalar için hava tabancası kullanımı (Cıvata ve somunlar kalıp değişiminde elimine edilmesi gereken başlıca elemanlardır; fakat alternatif bir başka metot, cıvatalı armut takozlarının kullanımı),
4. Kalıp, pres tablasına konulduktan sonra metre ile ölçüm yerine, presin alt tablasına direkt metre göstergesinin montajı ile kalıbın konulduğu esnada seviye ayarının yapılması (Alternatif olarak uygulanabilecek metot; limit anahtarlarının kullanımı),
5. Hücre için kullanılan kalıplarda, hücreye yakın yerlere raf yapımı ve oluşabilecek yürüme israflarının ortadan kalkması. Şekil 5.20.'de

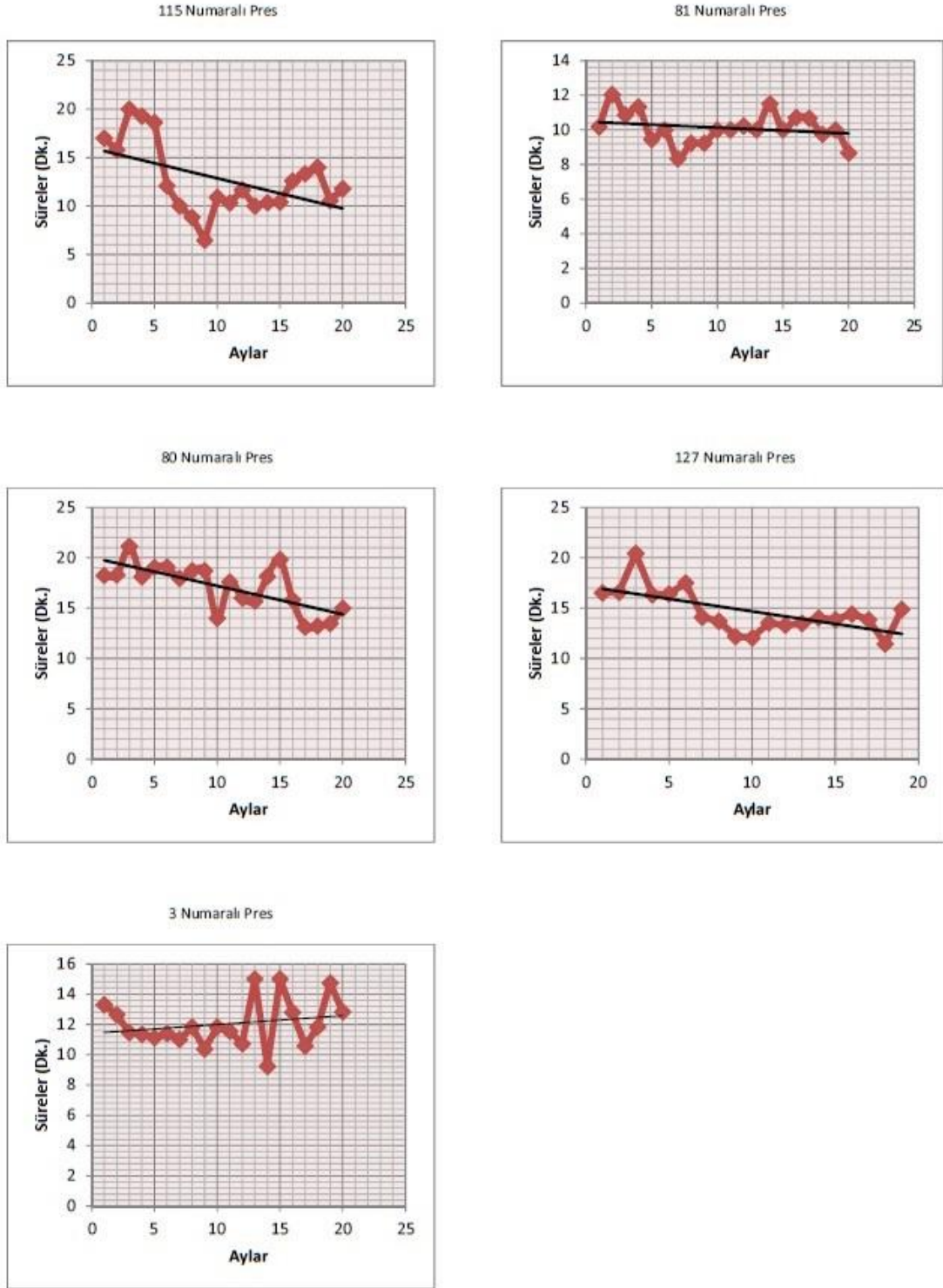
AutoCAD 2012 kullanılarak atölye içerisindeki hücreler ve kalıp yerleşimleri gösterilmektedir.



Şekil 5.19. Kalıp taşımaların dışsal faaliyete dönüştürülmesi



Şekil 5.20. Tesis içerisindeki imalat hücreleri ve kalıp yerleşimleri



Şekil 5.21. Tekli preslerde kalıp değişimi süreleri

Grafiklerdeki süreler her bir pres için günlük bazda tutulan verilerden elde edilmiştir. Her bir ayın dakika bazındaki toplam süreleri, aylık bağlanan kalıp sayılarının toplamına bölünmüştür. Ortalama olarak bir adetlik kalıp bağlama sürelerine ulaşılmıştır.

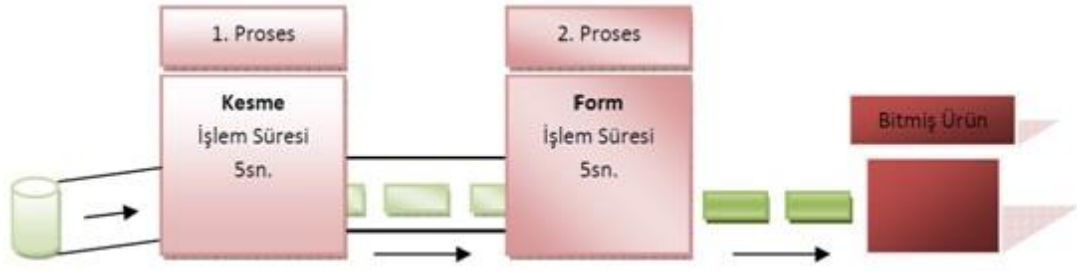
Fabrika bünyesinde çalışan tüm kişiler bu sürelerin hala istenilen performans düzeylerinin altında olduğunu farkındalar ve birçoğu bu süreleri azaltmaya yönelik yapılan çalışmalara katkıda bulunmaktadır. SMED çalışmalarında belli bir seviyeye geldikten sonra sabit kalmamak ve bu dinamikliği standart hale getirmek sürekli akışı sağlamanın tek yoludur.

SMED için genellikle gantt şemasının kullanıldığı, konunun başında belirtilmişti. Kalıp değişimi sırasında özellikle birden fazla kişi müdahil olduğunda bütün herkesin hangi aşamada, ne kadar sürede, ne faaliyet yaptığını görmek için gantt şeması gereklidir. Şemayı birçok paket programda kullanmak mümkündür. Ek A.4.'de kalıp değişimi sırasında beşer saniyelik skalalar halinde tutulan ve on iki dakikaya yakın sürede biten örnek bir gantt şeması görülmektedir.

### **5.2.3. Talebe verilen en kısa cevap: "Tek Parça Akışı"**

Stoka neden olan biriktir-beklet metodunun tam tersidir. Tek parça akışı ile beraber makine yerleşimlerinde birtakım değişikliklere gidilir. Hücresel imalatın temelinde de tek parça akışı vardır. Taiichi Ohno tarafından ilk defa kullanılan bu teknik aslında ilk zamanlar sadece son montaj hattına özgü kullanılan bir metotken, daha sonra fabrikada üretim faaliyetlerini gerçekleştiren tüm alanlarda uygulanması gereken ve uygulanan bir teknik haline gelmiştir. Tek parça akışı, birbiri ardı sıra kullanılan makinelerde hiç bir şekilde beklemenin oluşmadığı ve art arda işlemlerin gerçekleştiği üretim tekniğidir.

Konu hakkında birçok kaynakta gösterilen örnekle beraber, Şekil 5.22.'de birbiri ardı sıra gelen makinelerin işlem sürelerinin aynı olması sonucu elde edilen sonuçlar şöyledir:



Şekil 5.22. İki işlemlilik, eşit süreli tek parça akışı üretim hattı

Ürün tek parça akışına göre ilk işlemi görüp ikinci prosese geçtiğinde beş saniye geçmiş olmakta; daha sonra ikinci proseste ilave beş saniye olduğundan ürün toplamda on saniyede tüm işlemlerden geçen bitmiş ürün haline gelmektedir. Tek parça akışını, biriktir beklet metodundan ayıran nokta ikinci adet ürünün hatta girme zamanıdır. Çünkü tek parça akışında ilk ürün ikinci aşamada işlem gördüğü vakit, ikinci olarak hatta giren ürün de ilk aşamada işlem görmektedir.

On adetlik bir siparişe göre tek parça akışı sonucunda toplam çevrim süresinin kısaca formülü çıkarılırsa:

İlk ürünün tüm aşamalardan geçme süresi: a sn,

Tüm sipariş adedi: n adet,

Bir proseslik işlem süresi: b sn.

Tek parça akışına göre toplam işlem süresi:

$$a+(n-1)*(b) = \quad (5.1)$$

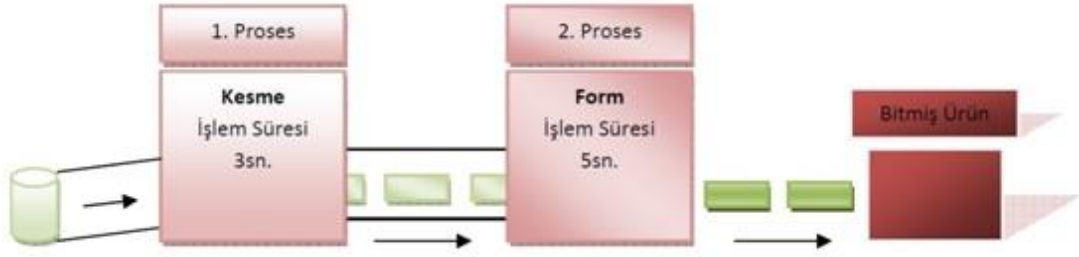
$$10+(9)*(5) = 55 \text{ sn/adet}$$

Tek parça akışı yerine biriktir-beklet metodu uygulansaydı;

- ❖ İlk işlem sonucu, on adetlik hammadde elli saniyede yarı mamul olup,
- ❖ İkinci işlem sonucu, on adetlik yarı mamul elli saniyede bitmiş ürün haline gelecektir.
- ❖ Toplam olarak on adet bitmiş ürün yüz saniyede tamamlanmış olacaktır.

Fabrikadaki mevcut durum ise presler arası işlem sürelerinin farklı olduğu işçi-makine sistemli tek parça akışıdır. Şekil 5.23.'de süre yönünden farklılık gösteren yerleşim örneği verilmiştir.





Şekil 5.23. İki işlemlilik, farklı süreli tek parça akışı üretim hattı

Buradaki duruma göre toplam işlem süresinin formülü ise:

İlk ürünün tüm aşamalardan geçme süresi : a sn,

Tüm sipariş adedi : n adet,

Üretim hattındaki maksimum işlem süresi : c sn.

Farklı süreli işlemlerde maksimum olanın alınması, kısa süreli işlemin uzun süreli işlem gerçekleştiği esnada üretimi yapılmasındandır.

Tek parça akışına göre on adetlik toplam işlem süresi:

$$a+(n-1)*(c) = \quad (5.2)$$

$$8+(9)*(5) = 53 \text{ sn/adet}$$

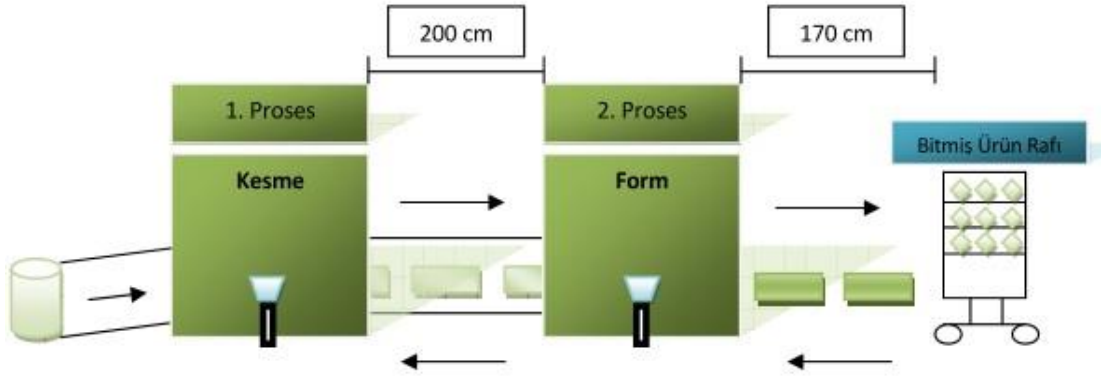
Tek parça akışı yerine biriktir-beklet metodu uygulansaydı;

- ❖ İlk işlem sonucu, on adetlik hammadde otuz saniyede yarı mamul olup,
- ❖ İkinci işlem sonucu, on adetlik yarı mamul elli saniyede bitmiş ürün haline gelecektir.
- ❖ Toplam olarak on adet bitmiş ürün, seksen saniyede tamamlanmış olacaktır.

#### 5.2.4. Fabrika içinde küçük fabrika: "Hücre Modelleri Ve U Tipi İmalat"

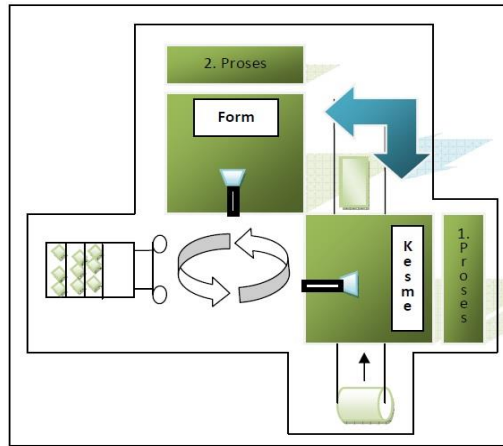
İşçi-makine sistemlerinde makine yerleşimleri hakkında tek parça akışı ile zamandan elde edilen tasarruf açığa çıkarılmıştı. Fakat bununla yetinmeyip durum biraz daha ayrıntılı incelenirse; uzun bir tek parça akış hattı boyunca

gidiş gelişler, işçi-makine sistemlerinde Şekil 5.24.'deki gibi hala birtakım israflara gebedir.



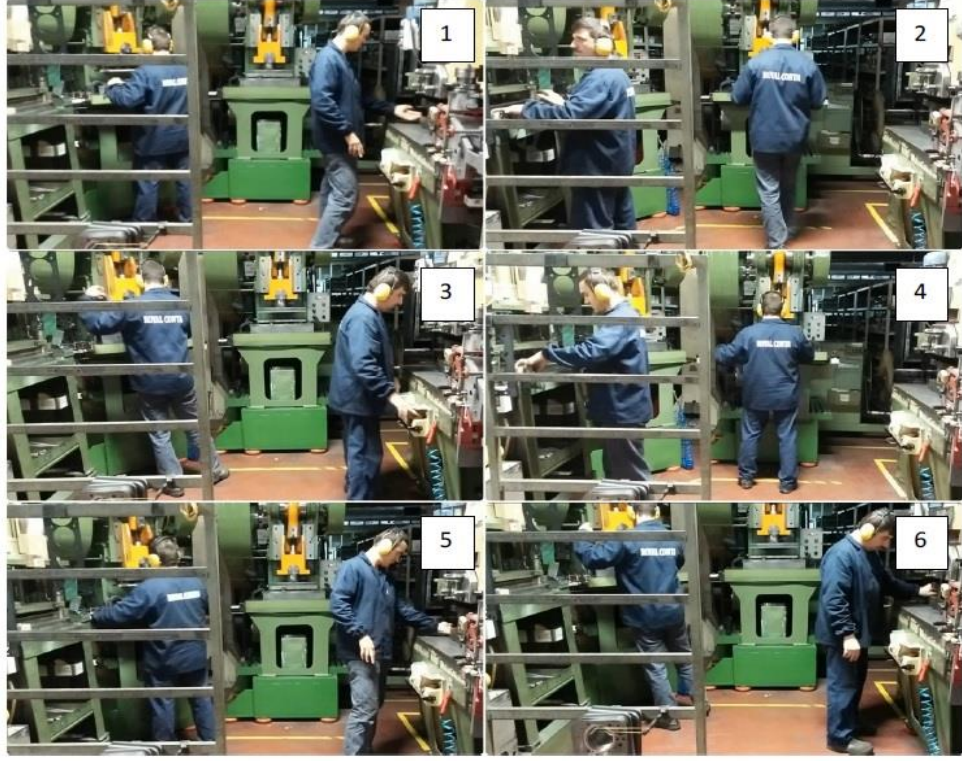
Şekil 5.24. İşçi-makine sistemlerinde üretilen her bir conta çevriminde yaşanan yürüme israfları

Bu tarz israflar, direkt üretim süresine etki eden ve değer oluşturmeyen faaliyetlerdir. Operatörün her çevrimde üç yüz yetmiş santimetrelik presler arası mesafeyi kat etmesi, değer yaratmayan faaliyeti göstermektedir. İki farklı işlemin yapıldığı prese iki operatör koymak yürüme israfını engeller; fakat beraberinde işgücü israfı oluşur. Bu sebeple Şekil 5.25. ile birbirine yaklaştırılan ve hücre oluşturulan imalat hattı ile hem yürüme israfı giderilmiş olup; hem de işgücü israfı engellenmiş olacaktır.



Şekil 5.25. Tek operatörlü, iki işlemlilik hücreli imalat

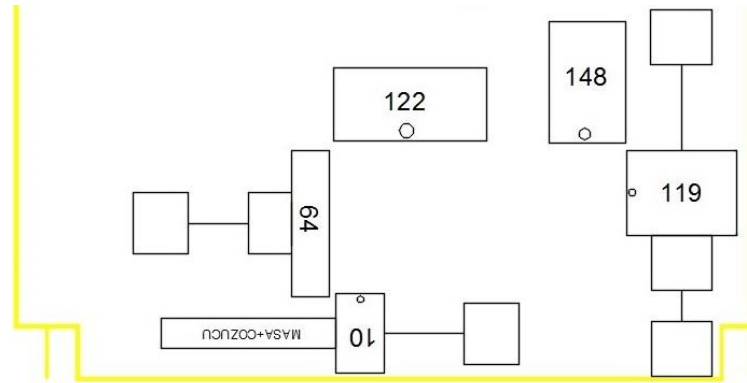
Uygulamaların yapıldığı fabrikadaki hücreli modellerden biri Şekil 5.26. "Hücreli imalat ve operatör hareketleri" olarak verilmiştir.



Şekil 5.26. Hücresel imalat ve operatör hareketleri

Mevcut durum ile iki operatör dört makineye birden bakarak imalatı gerçekleştirmektedir. Üretim hücresine tepeden bakılırsa makine yerleşimi Ek A.5.'de daha net görülmektedir.

Fabrika bünyesinde alternatif kurulan bir diğer hücre modeli de iki hücrenin birleştirilmesiyle oluşturulan beş makineli hücredir. Bu hücre modeli AutoCAD 2012 kullanılarak Şekil 5.27.'de gösterilmiştir.



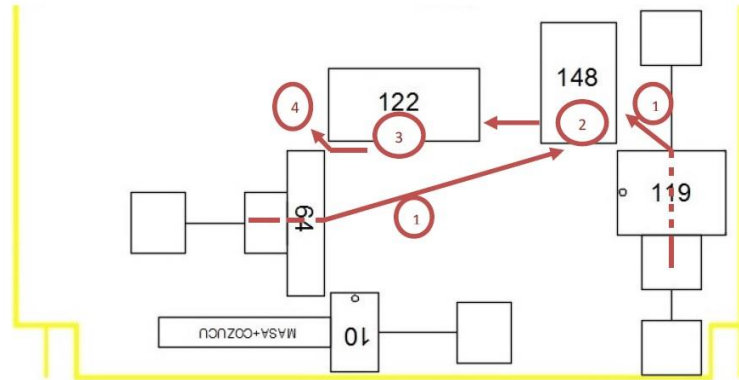
Şekil 5.27. Üç operatörlü, beş makineli hücresel imalat

Üretilen contanın cinsine göre on numaralı pres belli zamanlarda hücre dışı da çalışabilmektedir. Bu durumda hücre dört makine ve iki operatöre dönmektedir. Fakat bu hücre tipini ve bir sonraki anlatılmış olan benzer modeli geleneksel hücresel modellerden ayıran en önemli unsur; önceki hücresel üretim modelleri gibi birbiri ardı sıra gelen makine yerleşiminin olmadığıdır. Bunun yerini operatörlerin birbirine bağlılığının artırıldığı ve yine tek parça akışının sağlandığı farklı bir imalat metodu almıştır.

Öncelikle Şekil 5.27. "Üç operatörlü, beş makineli hücresel imalat" dan faydalanarak dört makine, iki operatörde işlemlerin hangi makinelerde sırasıyla yapıldığı belirtilmelidir.

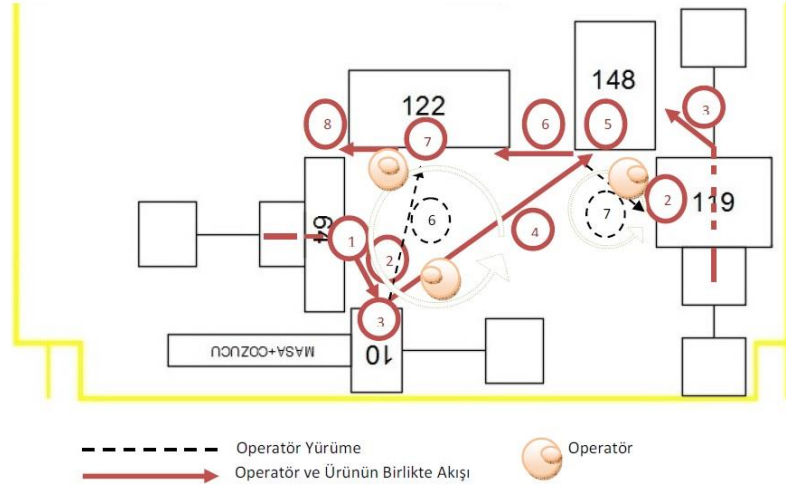
1. Saçlı klingrit maddesine baskı işlemi birinci operatör tarafından "64" numaralı preste yapılır,  
Aynı süre zarfında, ikinci operatör tarafından "119" numaralı preste yüzük kesimi yapılır,
2. Yüzük ve baskı yapılan saçlı klingrit, ikinci operatör tarafından "148" numaralı preste birleştirilir,
3. Birleştirilen ürün, birinci operatör tarafından "122" numaralı preste ütülenir ve bitmiş conta olarak silindir kapak hattından çıkar.

Contanın hücre içerisindeki hareketi Şekil 5.28.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.28. İki operatörlü, dört makineli hücre içi ürün akışı

Hücrenin üç operatörlü, beş makineli hal aldığı zamanda ise ürün ve operatör hareketi Şekil 5.29.'da belirtilmiştir.



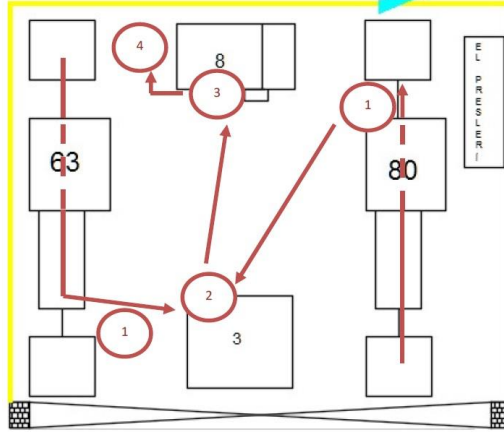
Şekil 5.29. Üç operatörlü, beş makineli hücresel imalat ve ürün akışı

Fabrikada şu an için kullanılan en yüksek kapasiteli hücre bu modeldir.

İşlemlerin gerçekleşme sıraları:

1. İlk operatör, "64" numaralı preste baskı işlemini yapar,
2. İlk operatör, "10" numaralı prese yönelir. Aynı zamanda ikinci operatör "119" numaralı preste yüzük kesim işlemini yapmış olur,
3. İlk operatör "10" numaralı preste su kanalı kesme işlemini yapar. Aynı zamanda ikinci operatör, "119" da işlem gören ürünü "148" numaralı pres kalıbına yerleştirir,
4. Su kanalı kesme işlemi yapılan conta "148" numaralı prese ulaşır,
5. Saclı klingrit, su deliği ve "301 Çelik" ile üç ürün "148" numaralı preste kapanır,
6. Kapaması yapılan ürün "122" numaralı hidrolik prese ütü için gönderilir,
7. Contanın "122" numarada ütü işlemi gerçekleştirilir ve hücreden çıkar.

Akışın aynı tarzda olduğu; ancak farklı bir yerleşime sahip, uygulanan son hücre modeli de Şekil 5.30.'da verilmiştir.

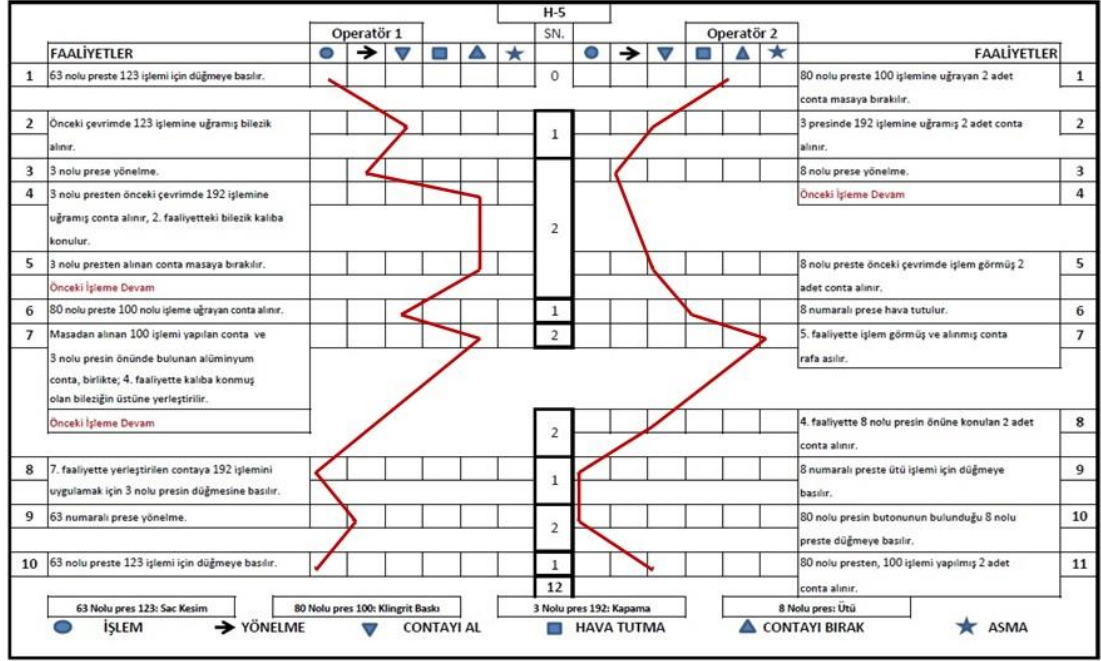


Şekil 5.30. İki operatörlü, dört makineli hücreli imalat

İki operatör, dört makineli hücreli modelde üretilen conta için faaliyet aşamaları:

1. "63" numaralı preste saclı klingrit malzemesine baskı işlemi gerçekleştirilir. Aynı zamanda, "301 Çelik" malzemesi "80" numaralı preste kesme işlemine tabi tutulur,
2. Baskı ve kesme işlemi yapılmış malzemeler, "3" numaralı preste kapanır,
3. Kapanan ürün, "8" numaralı hidrolik preste ütülenir ve üretim hücresinden çıkar.

Aynı hücrede bir adetlik contanın üretilmesinde faaliyetlerin nasıl dışsallaştırıldığı ve on iki saniyelik çevrim süresi, Şekil 5.31.'de yapılan süreç etüdü çalışmasıyla görülmektedir.



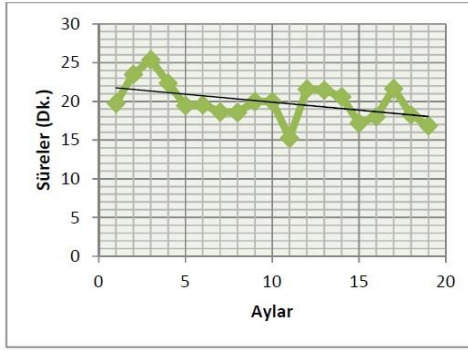
Şekil 5.31. İki operatörlü, dört makineli hücrenin süreç etüdü

Uygulanan tüm hücre modelleri ve U tipi yerleşimler zaman ve yürüme israfını ortadan kaldırma amacıyla oluşturulmuş üretim hatlarıdır. Burada akla gelen ilk soru, operatörlerin birbirine olan bağlılığının artırıldığı modellerde presler arasındaki mesafeler nasıl elimine ediliyor ve israf yapılmıyor? Bu soru bir sonraki kaizen konusunda açıklanmıştır.

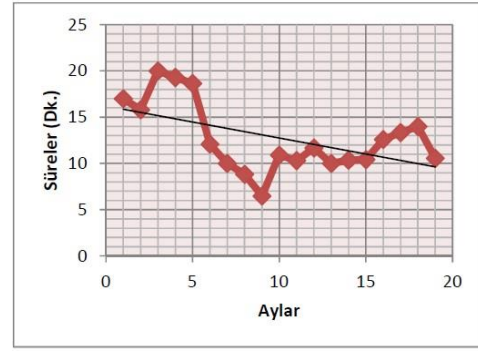
Grup teknolojisi; üretim esnasında zamanın ve işgücünün oldukça verimli kullanıldığı üretim metotlarıdır. Sadece üretim esnasında değil; üretimden önceki birtakım hazırlık zamanlarında da operatörler arası akış oluşturulabilirse daha da verim alınan bir hal alır. Fabrika içerisinde hazırlık zamanları arasında yer alan en önemli unsurun kalıp değişim faaliyetleri olduğu daha önce belirtilmişti. Kalıp değişimlerini makinelerin birbirine bağlı olduğu hücreli modellerde ne şekilde uygulandığı da incelenmiştir. Şekil 5.32.'de iki operatör, dört makineli hücre ile hücre içerisinde yer alan tek bir presin kalıp değişim süreleri verilmiştir.

Hücre 2 : 115-158-159-7

115



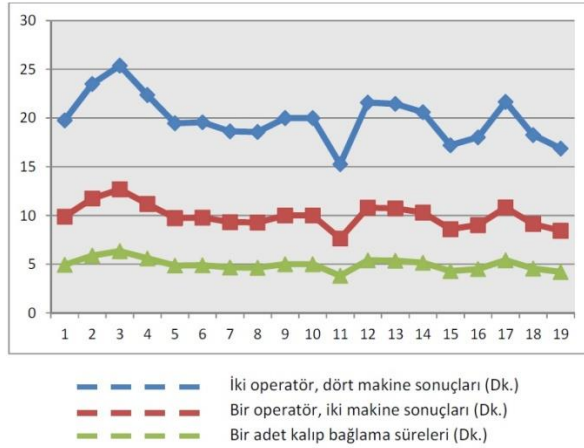
Gözlem Sayısı (Ay)	19
Kalıp Değişimindeki Operatör Sayısı	2
Kalıbı Değişen Pres Sayısı	4
Ortalama Performans (Dk.)	19.90689



Gözlem Sayısı (Ay)	19
Kalıp Değişimindeki Operatör Sayısı	1
Kalıbı Değişen Pres Sayısı	1
Ortalama Performans (Dk.)	12.74943

Şekil 5.32. Hücre ve tek presin kalıp değişim süreleri

Hücre içerisinde değişimi yapılan preslerde görülecektir ki; bir operatöre iki presin kalıp değişimi düşmektedir. İncelenen tüm gözlemler dörde bölündüğünde bir adet kalıp için harcanan faaliyet süresi de Şekil 5.33.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.33. Hücre içerisinde tek kalıba harcanan faal süre

Kalıp değişimlerinde bu oranda kazanılan zaman; kişi sayısının artmasına bağlı olarak, dışsallaştırılabilecek faaliyet sayısının da artmasındandır. Yani bir operatör, üç işlem içerisinde iki faaliyeti dışsallaştırmışsa; iki operatör toplamda altı işlem içerisinde dört faaliyeti dışsal hale getirmiş olacaktır. Sonuç olarak grup teknolojisinin yer aldığı her üretim hattında en temel düşünce;



Üretim hücresinde yer alan makinelerde hızlı işlem gerçekleştirenlerin tümü en yavaş işleme sahip makineye göre ayarlanmalıdır. En yavaş işleme sahip makine de iyileştirmeler sonucu olabildiğince hızlı işlem gören makine haline getirilmelidir.

#### **5.2.5. İyileştirmenin en iyi yolu: "Kaizen"**

Yalın retim sistemini diğer üretim sistemlerinden ayıran en belirgin özellik, çalışanların üretimde hatırı sayılır oranda söz sahibi olmalarıdır. Yalın düşünceye sahip şirketlerde en büyük israfın; kullanılmayan insan aklı ve yeteneğinin olduğu bilinir. Üretimde yer alan çalışanı, yalnızca fiziksel olarak kullanmak yalını benimseyen işverenin hiçbir şekilde isteyeceği bir durum değildir. Bu sebeple sürekli iyileştirme manasına gelen kaizen çalışmaları yalın üretim sistemi dışındakilerin de uygulayabileceği mükemmel bir tekniktir.

Çalışmada bu tarz iyileştirmeler, normal kaizen ve mekanik kaizenler olarak iki ayrı türde incelenmiştir. Her bir kaizen faaliyeti fabrika bünyesinde uygulamaya geçmiş olup, normal kaizenlerin hepsi üretim ortamında yer alan operatörler ve mühendisler tarafından yapılmıştır. Kaizen alışmaları öncesi ve sonrası gibi karşılaştırmalı durumlarla incelenmiştir. Yapılan mevcut; normal kaizen çalışmaları şekil 5.34.'de ifade edilmiştir.



Kaizen Adı/Kategori Ergonomi
Operatör/Mühendis Hasan Özkul
Hücre/Pres/Bölüm H-1



Kaizen Adı/Kategori 5S
Operatör/Mühendis Tamer Topal
Hücre/Pres/Bölüm Ham madde bölümü



Kaizen Adı/Kategori 5S
Operatör/Mühendis Hasan Meydan
Hücre/Pres/Bölüm H-2



Kaizen Adı/Kategori Zaman israfını önleme
Operatör/Mühendis Güven Budaklı
Hücre/Pres/Bölüm H-3



Şekil 5.34. Üretim hattında yapılan iyileştirmeler

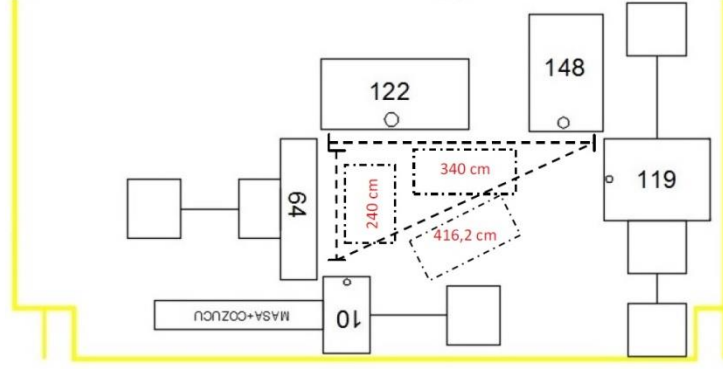
Şu ana kadar ki kaizenler dışında aşağıda yer alan, üretime katkısı oldukça yüksek olan iyileştirmeler ve sağladığı faydalar ayrıntılı olarak incelenmiştir.

1-) Hücre içerisindeki presler arasında ürün akışını sağlayan kanallar Şekil 5.35.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.35. Hücre içi kanallar

Bu iyileştirme, üretim yapılan hücre içerisindeki yürüme mesafelerini engelleme adına yapılmıştır. Şekil 5.36.'da görülen presler arası mesafe oluklar sayesinde elimine edilmiştir.



Şekil 5.36. Üç operatörlü, beş makineli hücre içi hareket mesafeleri

2-) Contaların taşındığı süpermarketlerin fiziksel yapısı Şekil 5.37.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.37. Ürünlerin yerleştirildiği süpermarket tasarımı

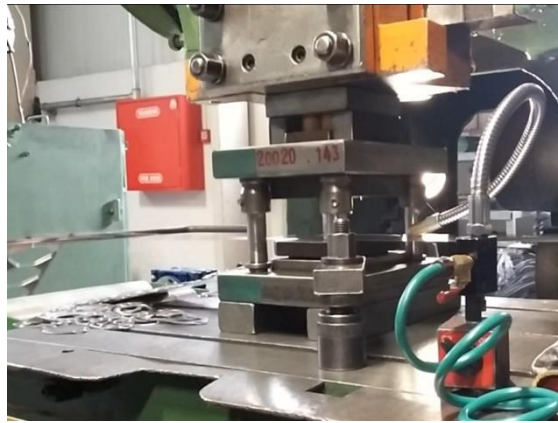
Şekilde görülen süpermarketler fabrikanın kendi dizaynı olan ve conta imalatında yer alan birçok firmanın kullandığı raf sistemidir. Demirler üzerindeki su boruları fabrika bünyesindeki operatörler tarafından iyileştirme çalışması olarak yapılan basit ama işlevli bir örnektir.

3-) Çalışanların güvenliği için oluşturulan sürgülü tabla Şekil 5.38.'de gösterilmiştir. Bu sayede her hangi bir operatör elini kalıbın altına sokmadan ürünlerin işlemlerini gerçekleştirmektedir.



Şekil 5.38. Güvenlik amaçlı geliştirilen sürgülü tabla

4-) Baskı ve kesme kalıplarında kullanılan hava tabancası, kalıp üzerinde kalan ince çapakların sonraki ürüne geçmemesi için her çevrimde kullanılmaktadır. Bu da her bir çevrimde yaklaşık iki saniyelik ilave işleme neden olmaktadır. Az miktarda üretimin yapıldığı ürünlerde pek fazla süre ifade etmese de, günlük üretimin sadece bir preste bin beş yüz adete çıktığı zamanlarda elli dakikalık israfa neden olmaktadır. Kalıba yerleştirilen ve pres ile uyumlu çalışan hava aracı Şekil 5.39.'da görülmektedir.



Şekil 5.39. Üretimdeki süre israfını engelleyen hava aracı

5-) Ahşap ve çelik kalıplarda birden fazla işlemin tek işlem haline getirildiği veya aynı işleme maruz kalan ürünlerin tek kalıp haline getirildiği kombine kalıbın tasarlanmasıyla, tek seferde birden fazla işlemin yapılmasına olanak

sağlanmıştır. Şekil 5.40.'da aynı hammaddeden oluşan sekiz adet conta birleştirilerek tek baskıda ürün çıkacak hale getirilmiştir. Böylece sekiz adet için harcanan süre ve efor tek adet için harcanan bir takım conta haline gelmiştir.



Şekil 5.40. Ahşap kombine kalıp

6-) Uygulama bölümünün başında hammaddenin ya levha halinde ya da rulo halinde üretim hücrelerine girdiği belirtilmişti. Levha halinde gerçekleştirilen ürün, genel aşamalar içerisinde yapılan ek bir faaliyettir. Her ürünü levha haline getirmek de toplam işlem süresini uzatan israf demektir. Fabrika içerisinde şu an, levha işlemi yalnızca ana ürünlerin işlemlerinden arta kalan hammaddeler için ve rulo malzemenin kalıba sığmadığı büyük ebatlı ürünler için yapılmaktadır. Şekil 5.41.'de bu gereksiz faaliyeti engelleyen sarıcı, çözücü ve sürücü görülmektedir.



Şekil 5.41. Hammaddenin direkt üretime girmesi

#### 5.2.6. Sıfır hata için; "Poka-Yoke"

Yalın düşüncenin hakim olduğu imalatta çalışan her birey en ufak hatanın müdahale edilmediği sürece beraberinde büyük sorunlar getireceğini bilmektedir. Bu sebeple üretimde yer alan operatörlere, üretimin hangi aşamasında olursa olsun; hata görüldüğü zaman üretimi durdurma yetkisi verilir. Cengiz Han'ın deyişiyle; "Bir çivi bir nalı, bir nal bir tırnağı, bir tırnak bir ayağı, bir ayak bir atı, bir at bir kumandanı, bir kumandan bir vatana mahvedebilir."

Fark edilmemiş hatalı bir saclı klingrit baskısı gerçekleştiğinde son aşamaya kadar yapılan tüm işlemler israf niteliği taşır. Tek parça akışının savunulma nedenlerinden biri de, baskı işlemini gerçekleştiren operatörün gözünden kaçan hata bir sonraki işlemi gerçekleştiren operatör gözünden daha düşük olasılıkla kaçabilir ve bu da tek parça akışının kontrollü üretim sistemi olduğunun bir kanıtıdır.

İmalat içerisinde hata önlemede kullanılan birtakım görüntülü kontrol cihazları da hatalı üretim yapılmasına engel olmaktadır. Makinelerdeki ışıklı

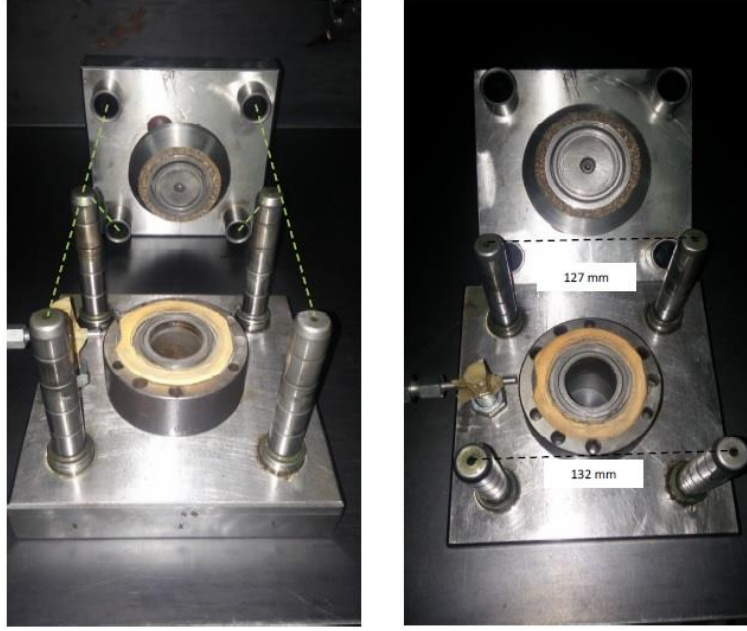
buton kullanımı ile hatanın makine veya operatörden kaynaklandığı durumlarda üretim kısa süreli olarak durarak, hatanın başka hataları oluşturmaması sağlanmaktadır. Hata olmadığı vakit yeşil ışık yanan pres butonları Şekil 5.42.'de görülmektedir. Ayrıca kırmızı ışığın yanmasıyla hatanın nedenini veren ekranlar da preslere yerleştirilmiştir. Monitörlerde preslerin istenilen bar oranında basınç uygulamaması veya operatörden kaynaklı tüm hata açıklamaları verilmektedir.



Şekil 5.42. Hata önleyici sistem; ışıklı buton

Poka-yoke metotları yalnızca hata önleyici birtakım elektronik cihazlardan oluşmazlar. Maliyet unsuru olan metotlar yalın üretimde mümkün olduğunca kullanılmamaya çalışılır. Çünkü amaç zaten gereksiz kaynak tüketimini engellemektir. Bu sebeple basit birtakım uyarıcı işaretler kullanılarak gereksiz işlemlerin yapılması, poka-yoke metotlarıyla engellenir. Şekil 5.43'de damga ayarı sırasında kalıp değişimleri yapılırken alt ve üst tablanın yanlış bağlanmaması için uyarıcı metot geliştirilmiştir.



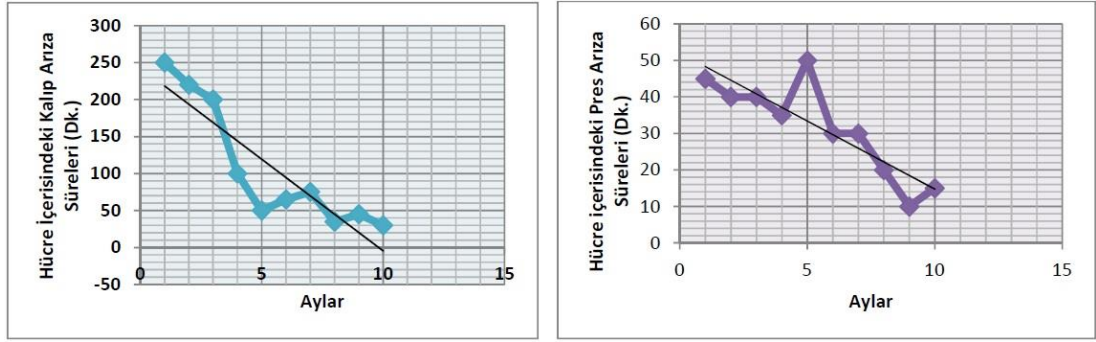


Şekil 5.43. Çelik kalıptaki 8620 sementasyon çeliği kolonların asimetrik ölçülerde konumlandırılması

Bu şekilde kalıp bağlanmasında yön sorunu yaşanmadan olası hatalar ve zaman kayıpları engellenmiş olur. Yanlış yönde yerleştirilen kalıp ile hem üretim aksamakta; hem de kalıbın kendisi zarar görmektedir.

### 5.2.7. Hat duruşlarını engellemede "Toplam Önleyici Bakım"

Fabrikadaki işçi-makine sistemlerinde kullanılan donanımın bakımı, ürünün kalitesini etkileyen en önemli unsurdur. Ayrıca ufak bir hatadan doğacak sorun, birbiri ile senkronizasyonlu çalışan tüm makinelerin işlevini istenilen sürede yerine getirememesine sebep olmaktadır. "Toplam Üretken Bakım" ile birlikte üretimin en yoğun yapıldığı hücrenin on aylık gözlem sonucunda ne oranda başarı sağladığı Şekil 5.44.'de gösterilmiştir.



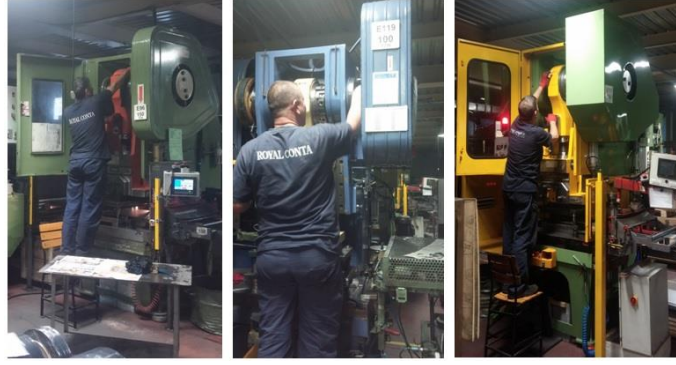
Şekil 5.44. Kalıp ve pres arıza süreleri

Toplam üretken bakımdaki amaç, duruş sürelerinin elimine edildiği bir üretim ortamı oluşturmaktır. Bu tarz metotlar uygulansa dahi elbette birtakım arızalar hala görülebilir. Fakat oluşan aksaklıkların mümkün olduğunca en düşük maliyetle ve maksimum verim ile yapılabilmesi için toplam üretken bakım faaliyetlerinin uygulanması gereklidir.

İmalat içerisinde bu tip faaliyetlerin nasıl uygulandığına bakılırsa, günlük üretime başlamadan evvel ve vardiya sonlarında her operatör tarafından on beş dakikalık sürelerle kullanılan makine ve teçhizatın bakımı gerçekleştirilir. Buna ek olarak haftalık çalışma süresinde belirlenen bir günde periyodik olarak genel bakımlar yapılmaktadır. Şekil 5.45.'de bakım raporları ve Şekil 5.46.'da üretimde kullanılan preslerin periyodik bakımının yapıldığı görülmektedir.

Günlük ve Haftalık Bakım Kontrol Fiyü		DURUMU İç Ölçümü kullanma												Makine No: 1000000000		
		Lütfen işaretleyiniz												Makine Adı: HAYDAR		
		GÜN: 05.04.2015												Makine No: 1000000000		
		HAFTA: 05.04.2015												Makine Adı: HAYDAR		
1	Yapılacak Kontroller															
1	3.01 Enerjinin varlığını kontrol et (sarı üzerindeki ışık gözlemlenir 20 saniye mu?)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	3.02 Elektrik tesisatının, kablo ve prizlerin kontrolü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	3.03 Butonların kontrolü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	3.05 Elektrik motorlarının çalışmasını kontrol et (aşağıdaki ve ses kontrolü)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	3.06 Pompa sistem yağ seviyesini kontrol et	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	3.14 Silme vidaların yağlanması kabine vidalarının kontrolü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7	3.15 Fren tertibatı ve hava kaçıran preslerde kaçırma kaçıranların kontrolü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8	3.17 Kazıkların yağ seviyesini kontrol et ve yağlanması	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	3.18 Makine üzerindeki tüm yağların ve yağlama yerlerinin kontrolü ve yağlanması (yağ haznesinde yeterli yağ var mı?)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10	3.19 Silme ayar dişlerinin aşınma durumu ve yağlanması, silme motorlarının kontrolü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11	3.20 Çerçeve etrafında anormal ses kontrolü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12	3.21 Makine üzerindeki girilen parçaların kontrolü (kayma, kırık ve makine üzerindeki diğer kontrol noktaları)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13	3.24 Hava tesisatının ve su alma tesisatının kontrolü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14	3.25 Hava yağlama tesisatının kontrolü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
15	3.27 Basınç Dengeleme Kontrolü (4-7 Bar arasında mu?)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
16	3.28 Pompa ve hidrolik valf ve silindirin kontrolü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
17	Pres mekanizmasının genel temizliğini yapıştır	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
HAFTALIK BAKIM		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		TARİH: 05.04.2015	TARİH: 05.04.2015	TARİH: 05.04.2015	TARİH: 05.04.2015	TARİH: 05.04.2015	TARİH: 05.04.2015	TARİH: 05.04.2015	TARİH: 05.04.2015	TARİH: 05.04.2015	TARİH: 05.04.2015	TARİH: 05.04.2015	TARİH: 05.04.2015	TARİH: 05.04.2015	TARİH: 05.04.2015	TARİH: 05.04.2015

Şekil 5.45. Haftalık ve günlük bakım raporu



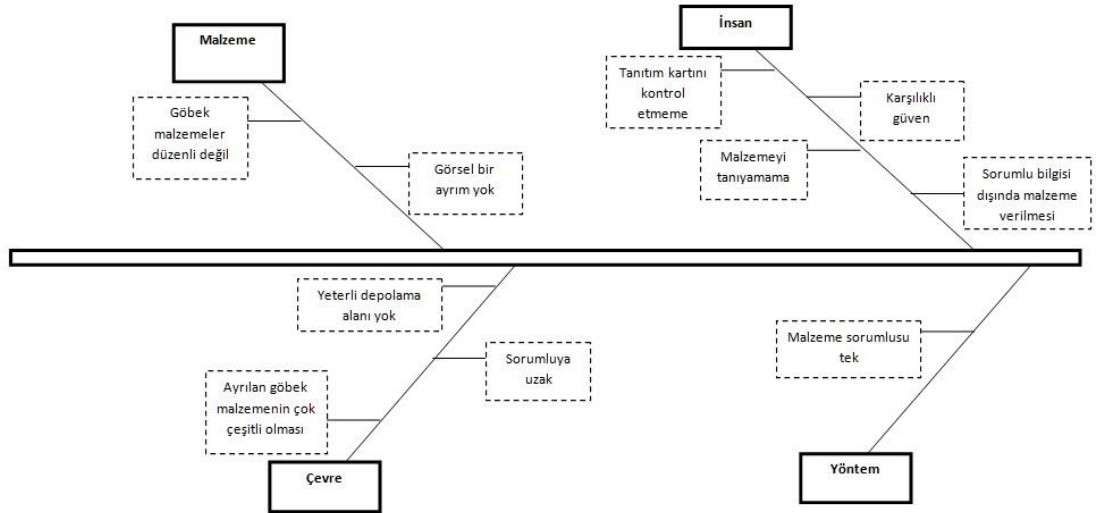
Şekil 5.46. Periyodik bakımları yapılan presler

### 5.2.8. Her aşamada kontrol: "Kalite Çemberleri"

Kalite kontrol departmanları yalın üretim ile beraber farklı bir boyut kazanan bölümler arasındadır. Geleneksel üretim tarzında üretilen ürünün müşteriye gitmeden evvel uğradığı son yerlerden biri yine kalite kontroldür.

Yalın düşünceye göre ise kalite departmanlarının görevini, üretimin gerçekleştiği her bölümde oluşturulan kalite çemberleri yürütür. Ana kalite kontrol departmanı üretimde bizzat rol alan operatörlere kalite konusunda yetkinlik kazandırmakla yükümlü bir departman halindedir. İlave olarak kalite-kontrol; ürünün tekrardan, bir kez daha kontrol edildiği ve son kontrollerin yapıldığı yerdir. Bunun oluşturulmasındaki amaç üründe meydana gelen kalitesizliği direkt yerinde gören operatörler tarafından gerekli uygulama ve önlemlerin alınmasını ve karşıt bir eylem planı oluşturarak tekrar aynı sorunların nüksetmemesini sağlamaktır.

Kalite çemberlerinde yer alan çalışanlar teorik kısımda anlatılan birtakım teknikleri kullanarak hata ve kalitesizliğin kök nedenlerini bulmaktadırlar. Fabrikada uygulanan balık kılçığı diyagramı ile göbek malzemedan işlenmesi gereken contanın yanlış hammaddeden basılması nedenleri ile Şekil 5.47.'de incelenmiştir.



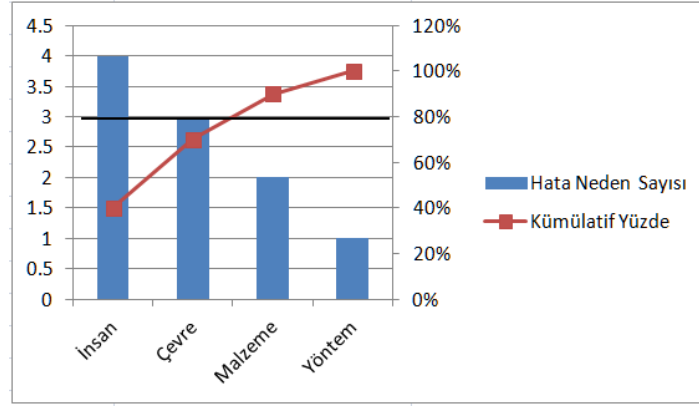
Şekil 5.47. Balık kılçığı diyagramı

Ana sorunlar yalnızca bu düzeyde araştırma ile bulunamaz. Daha ayrıntılı olarak, beş kere neden analizi yapılarak problemlerin kaynağına ulaşılır. Balık kılçığı diyagramında insandan kaynaklanan hataların fazla olduğu görülmektedir. Burada hangi problemlere öncelik verileceğinin cevabı da pareto analizi ile bulunur. Hata unsurları tekrardan Şekil 5.48'deki gibi değerlendirilirse;

	Hata Neden Sayısı	Kümülatif Hata Neden Sayısı	Nedenin Toplam İçinde Yüzdesi	Kümülatif Yüzde
İnsan	4	4	40%	40%
Çevre	3	7	30%	70%
Malzeme	2	9	20%	90%
Yöntem	1	10	10%	100%

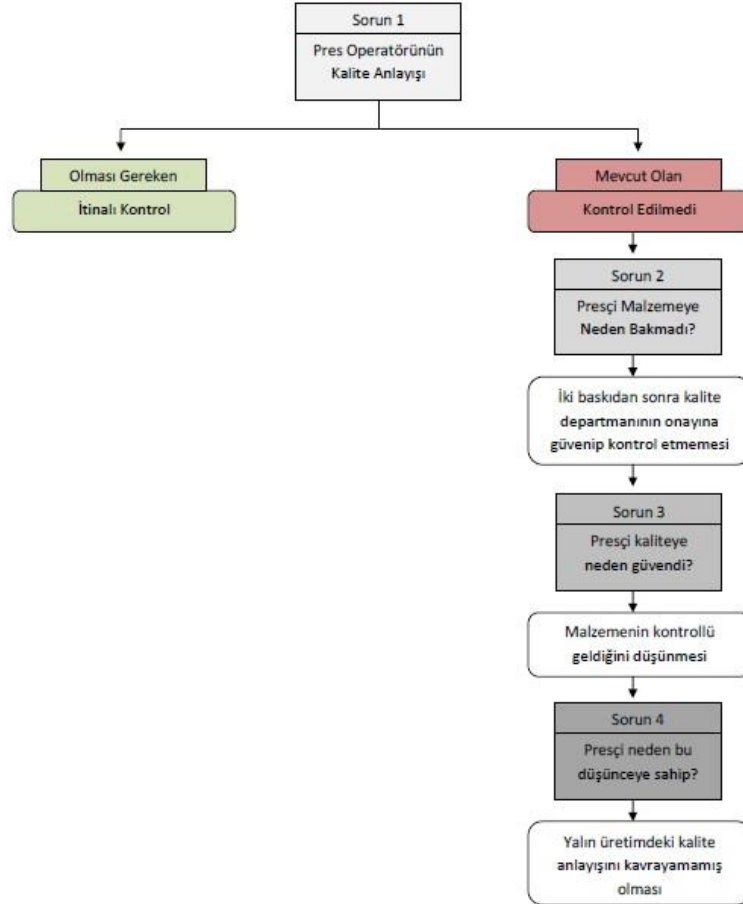
Şekil 5.48. Yanlış hammadde kullanım nedenleri

Verilerin pareto analizi ile değerlendirildiği Şekil 5.49.'a göre insan ve çevreden kaynaklı sebepler kritik öneme sahip sorunları ifade etmektedir.



Şekil 5.49. Hataların pareto analizi

Sonuç olarak imalat içerisinde kalite çemberleri tarafından insan ve çevre yönünden değerlendirme yapıldığında birtakım sorularla kök nedenler araştırılmıştır. Pres operatörü açısından sorun incelendiğinde üç kere neden sormak hata kaynağını bulmak da yardımcı olmuştur. Şekil 5.50.'de de görülmektedir.



Şekil 5.50. Operatör açısından kalite anlayışı

Bununla birlikte kalite departmanı açısından aynı sorular sorulduğunda:

Soru 1: Kalite-Kontrol neden gerekli prosedürü uygulamadı?

Cevap 1: İş arkadaşlarına aşırı güven.

Soru 2: Neden faaliyeti yerine getirmedi de, güven duyarak hareket etti?

Cevap 2: İş arkadaşının görev bölgesinde bulunması, kendisinin farklı yerde bulunmasından.

İkinci soru ile beraber üçüncü aşamada aslında iki adet soru sormak gereklidir.

Soru 3.a: Kendisi neden görev yerinde değil?

Cevap 3.a: Küçük conta olduğu için önemsememe ve diğer görevler için çalışma yapılmaktadır.

Soru 3.b: İş arkadaşı neden kalite-kontrol departmanında görev aldı?

Cevap 3.b: Kalitenin kontrolünü beklememek, bir an önce planlanan sürede üretime geçmek için ve kalite-kontrolün kendi görevi için onay vermesi sebebiyle görev almıştır.

Aslında her iki sorunun cevabı da kalite-kontrolün fazla iş yükü ve biraz fevri davranışı neticesinde oluştuğu görülmektedir.

Benzer incelemeler çevre kategorisi açısından değerlendirilmiş; sorunlar bizzat üretim ortamında idareye aktarılmadan kalite çemberlerini oluşturan operatör ve hat liderleri tarafından çözülmüştür. Takım kavramının ve birlikte hareket etmenin güzel bir örneğini teşkil eden kalite çemberleri sıfır hataya ulaşmada önemli bir tekniktir.

## 5.2.9. Üretimde denge: "Heijunka"

Teorik kısımda heijunkanın ne olduğu ve nasıl bir üretim tarzı ile imalatın gerçekleştirileceği anlatılmıştı. Burada imalatı gerçekleştirilen ürünlerin kaç adetlik miktarda üretildikleri uygulamalı bir örnek ile aktarılmıştır.

Aylık olarak yirmi sekiz bin adet SKC (silindir kapak contası) üretimi yapılan firmada diğer conta çeşitlerinin de üretimi göz önünde tutularak günlük silindir kapak contası üretimi maksimum iki bin adettir. İncelenen ay içerisinde beş ana bayii müşteri için on üç farklı SKC ürünü üretilmiş olup toplam talep kusursuz bir şekilde karşılanmıştır. Müşterilere göre üretim miktarları verilen Şekil 5.51.'de her bir renk farklı bir SKC ürünü temsil etmektedir.

Tarih	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	Toplam
Royal No-Müşteri	Salı	Çarş	Pers	Cum	Cum	Paz	Paz	Salı	Çarş	Pers	Cum	Cum	Paz	Paz	Salı	Çarş	Pers	Cum	Cum	Paz	Paz	Salı	Çarş	Pers	Cum	Cum	Paz	Paz	Salı	Çarş	Talep
SKC Müşteri 1	200	200	200	200			200	200	600	600	600			100	100	100	380	380	380		380	380						75	75	75	5425
SKC Müşteri 2	350	350	350	350			350	350	400	400	280			180	180	180	350	350	350		350	350						80	80	100	5730
SKC Müşteri 3	450	450	450	450			450	450	50	50	50			500	500	500	250	250	250		250	250						320	320	320	6560
SKC Müşteri 4	120	120	120	120			120	120	80	80	150			200	200	200	150	150	150		150	150						120	120	120	2740
SKC Müşteri 5	750	750	750	750			750	750	500	500	500			175	175	175	60	60	60		60	60						240	240	240	7545
Günlük Üre. Düz.	1870	1870	1870	1870			1870	1870	1630	1630	1580			1155	1155	1155	1190	1190	1190		1190	1190					835	835	855	28000	

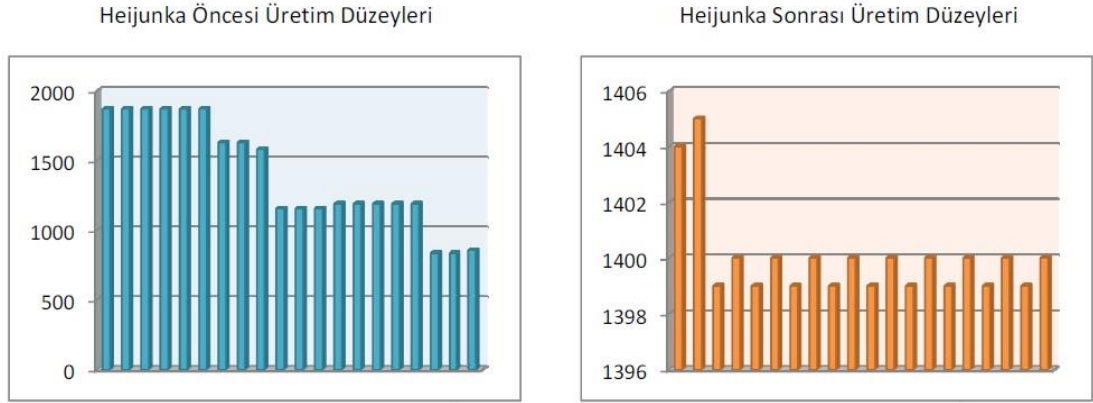
Şekil 5.51. Siparişleri belirlenen silindir kapak conta miktarları

Eğer üretim Şekil 5.51.'e göre yapılırsa ayın on dördünden önce istenen ve siyah renk tarafından temsil edilen silindir kapak contası, stok olmadığı sürece müşteriye teslim edilemeyecektir. Temel amaç her ürünü müşteriye istediği zamanda istediği miktarda ulaştırmaktır. Dolayısıyla üretimde denge sağlandığı vakit bu sorun ortadan kalkacaktır. Dengeli üretimin planlandığı durum Şekil 5.52.'de verilmiştir.

Tarih	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	Toplam
Royal No-Conta	Salı	Çarş	Pers	Cum	Cum	Paz	Paz	Salı	Çarş	Pers	Cum	Cum	Paz	Paz	Salı	Çarş	Pers	Cum	Cum	Paz	Paz	Salı	Çarş	Pers	Cum	Cum	Paz	Paz	Salı	Çarş	Talep
	313	313	313	313			313	313	313	313	313			313	313	313	313	313	313		313	313						313	313	313	6260
	104	104	104	104			104	104	104	104	104			104	104	104	104	104	104		104	104						104	104	104	2080
	15	15	15	15			15	15	15	15	15			15	15	15	15	15	15		15	15						15	15	15	300
	95	95	95	95			95	95	95	95	95			95	95	95	95	95	95		95	95						95	95	95	1900
	241	236	236	236			236	236	236	236	236			236	236	236	236	236	236		236	236						236	236	236	4725
	241	241	241	241			241	241	241	241	241			241	241	241	241	241	241		241	241						241	241	241	4820
	55	55	55	55			55	55	55	55	55			55	55	55	55	55	55		55	55						55	55	55	1100
	35	35	35	35			35	35	35	35	35			35	35	35	35	35	35		35	35						35	35	35	700
	161	161	161	161			161	161	161	161	161			161	161	161	161	161	161		161	161						161	161	161	3220
	7	7	7	7			7	7	7	7	7			7	7	7	7	7	7		7	7						7	7	7	150
	75	75	75	75			75	75	75	75	75			75	75	75	75	75	75		75	75						75	75	75	1500
	36	36	36	36			36	36	36	36	36			36	36	36	36	36	36		36	36						36	36	36	720
	26	31	26	26			26	26	26	26	26			26	26	26	26	26	26		26	26						26	26	26	525
Günlük Üre. Düz.	1404	1405	1399	1400			1399	1400	1399	1400	1399			1400	1399	1400	1399	1400	1399		1400	1399		0	0	0		1400	1399	1400	28000

Şekil 5.52. Üretimin dengelendiği durum

Görüldüğü gibi şekilsel farklılık hemen göze çarpmaktadır. Bunun sebebi ilk şekilde müşteri bazlı bir yaklaşım mevcutken bir sonraki şekilde ürün bazlı üretim metodunun benimsendiğidir. İki üretimin kıyaslandığı Şekil 5.53.'de farkı görmek mümkündür.



Şekil 5.53. Günlük üretim düzeyleri

$$\text{Maksimum Miktar (Günlük)} - \text{Minimum Miktar (Günlük)} = \quad (5.3)$$

$$\text{Heijunka öncesi} : 1870 - 835 = 1035 \text{ adet/gün}$$

$$\text{Heijunka sonrası} : 1405 - 1399 = 6 \text{ adet/gün}$$

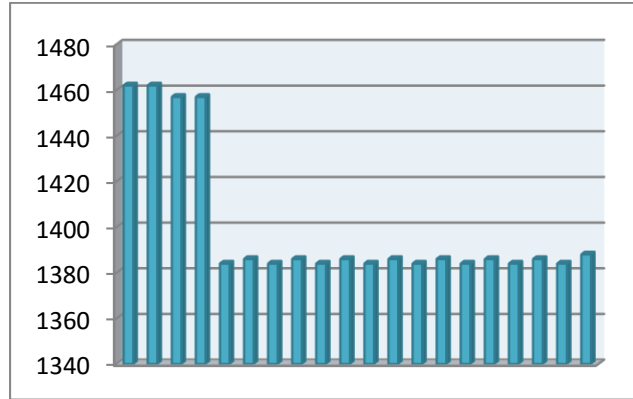
Heijunkanın uygulanabilmesi için ürünler arası hazırlık faaliyetlerinde belli bir performans düzeyine gelmek gerekmektedir. Çünkü Şekil 5.52.'ye göre aylık on üç farklı ürün her gün belli düzeylerde üretilmekte ve bu da beraberinde kalıp değişimlerini getirmektedir. Bayilerden veya müşterilerden gelen siparişler minimum haftalık talep olduğundan, eğer tek hücrede silindir kapak contası üretimi yapılacaksa; günlük on üç defa da kalıp değişimi yapılacaktır. Ayrıca teorik kısımda da değinildiği gibi müşteri bir sonraki hafta için fazla miktarda veya daha az miktarda sipariş verirse bu durumda nasıl bir plan yapılacak? Üretimde yer alan mevcut dengede birtakım değişiklik yapılarak bu sorun giderilmektedir. Siyah rengin temsil ettiği SKC için ayın ikinci haftasında seksen adet, yeşil rengin temsil ettiği SKC için de yüz elli adet daha fazla ürün çekileceği öğrenildiğinde, ilk hafta için yapılan üretim planı Şekil 5.54.'de olan bir hal alır.



Tarih	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	Toplam
Royal No-Conta	Salı	Çarş	Pers	Cum	Cum	Paza	Paza	Salı	Çarş	Pers	Cum	Cum	Paza	Paza	Salı	Çarş	Pers	Cum	Cum	Paza	Paza	Salı	Çarş	Pers	Cum	Cum	Paza	Paza	Salı	Çarş	Talep
	313	313	313	313			313	313	313	313	313			313	313	313	313	313	313		313	313						313	313	313	6260
	142	141	142	141			94	95	94	95	94			95	94	95	94	95	94		95	94						95	94	97	2080
	15	15	15	15			15	15	15	15	15			15	15	15	15	15	15		15	15					15	15	15	300	
	95	95	95	95			95	95	95	95	95			95	95	95	95	95	95		95	95					95	95	95	1900	
	241	236	236	236			236	236	236	236	236			236	236	236	236	236	236		236	236					236	236	236	4725	
	241	241	241	241			241	241	241	241	241			241	241	241	241	241	241		241	241					241	241	241	4820	
	55	55	55	55			55	55	55	55	55			55	55	55	55	55	55		55	55					55	55	55	1100	
	35	35	35	35			35	35	35	35	35			35	35	35	35	35	35		35	35					35	35	35	700	
	161	161	161	161			161	161	161	161	161			161	161	161	161	161	161		161	161					161	161	161	3220	
	7	8	7	8			7	8	7	8	7			8	7	8	7	8	7		8	7					8	7	8	150	
	75	75	75	75			75	75	75	75	75			75	75	75	75	75	75		75	75					75	75	75	1500	
	36	36	36	36			36	36	36	36	36			36	36	36	36	36	36		36	36					36	36	36	720	
	46	51	46	46			21	21	21	21	21			21	21	21	21	21	21		21	21					21	21	21	525	
Günlük Üre. Düz.	1462	1462	1457	1457			1384	1386	1384	1386	1384			1386	1384	1386	1384	1386	1384		1386	1384	0	0	0			1386	1384	1388	28000

Şekil 5.54. Müşteri siparişinin değişimine göre üretim planı

Görüldüğü gibi talebin artması ve azalmasında, son montaj hattındaki artma azalmaya bağlı olarak üretim seviyelerinde de haftalık paralel değişimler yapılmaktadır. Eğer günlük üretim hacimleri düşürülmek ya da artırılmak istenirse üretim hattındaki işçi sayıları azaltılarak veya artırılarak denge aynen devam eder. Siparişlerin değiştikten sonraki günlük üretim düzeyleri Şekil 5.55.'de verilmiştir.



Şekil 5.55. Değişen sipariş miktarları sonrası üretim planı

$$\text{Maksimum Miktar (Günlük)} - \text{Minimum Miktar (Günlük)} = \quad (5.4)$$

Değişen sipariş miktarına göre : 1462 - 1384 = 78 adet/gün

Başlangıçtaki üretim stratejisine göre hala daha dengeli bir durum söz konusudur. Şekil 5.52.'de ilk dengelenen durum her ne kadar müşteri talebine göre birtakım değişkenlik gösterse de planlama için en uygun başlangıç noktasını vermektedir. Yapılan planlama değişiklikleri günlük kapasite miktarını aşmadığı müddetçe bu dengelenmiş durum üzerinden devam ettirilir.

Talep miktarları düzenli olmayan ürünler de olabilir. Bu tarz ürünlerde zaten çekme sisteminin tam olarak uygulanamayacağı aşıkardır. Üretilen contalardan bir kısmı da bu tarz ürünlerdir. Mecburi olarak planlı şekilde üretilen ürün adetlerini etkilememek adına atıl kapasite olan günlerde bir miktar stok yapılması gerekmektedir. Kritik nokta ise stok miktarlarını olabildiğince optimal düzeyde tutabilmektir. Bunun sonucunda talep tahmini için ekonometrik modeller kurulup ve bir optimizasyon problemi halinde stoklar baz alınarak dinamik programlama yapılabilir.

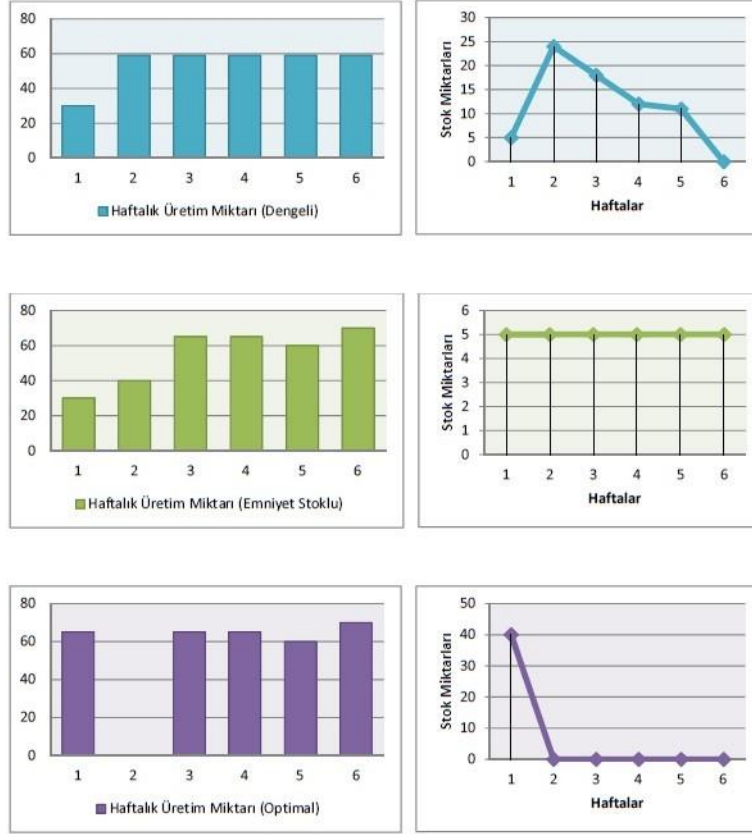
Dinamik programlama örneği Microsoft Office Excel 2007 programı kullanılarak ve Prof. Dr. H. Öner ESEN'in kitabından faydalanılarak oluşturulan bir modeldir. Gereksiz yapılan üretimin maliyeti ne oranda artırdığı da bu örnekte görülebilmektedir.

Modelde kritik nokta talep tahminleridir. Bu tahminlere göre üretim miktarları, stok miktarları ve stok maliyetleri ile üretim maliyetleri belli olacaktır. Üç durumun incelendiği modelde ilk olarak değişen talep durumlarına karşı haftalık dengeli üretim düzeylerinin olduğu durum değerlendirilerek oluşabilecek stok miktarları ve buna bağlı olarak maliyet düzeyleri verilmiştir. Daha sonra talebe göre bir miktar emniyet stoku ile yapılan üretim değerlendirilmiş ve son olarak, optimizasyon yaklaşımı ile nasıl bir sonuç alındığı gösterilmiştir. Şekil 5.56.'da üç üretim tarzının da sonuçları verilmiştir.

ROYAL NO	.....					
Önceki Haftadan Kalan Stok Miktarı	25	Adet				
Haftalar	1.Hafta	2.hafta	3.Hafta	4.Hafta	5.Hafta	6.Hafta
Talep Tahmini	50	40	65	65	60	70
Birim Maliyet (₺)	5.25	5.75	5.8	5.6	5.25	5.4
Haftalık Elde Tutuma Maliyeti (₺)	0.2625	0.2875	0.29	0.28	0.2625	0.27
Haftalık Üretim Miktarı (Dengeli)	30	59	59	59	59	59
Haftalık Üretim Miktarı (Emniyet Stoklu)	30	40	65	65	60	70
Haftalık Üretim Miktarı (Optimal)	65	0	65	65	60	70
Üretim Kapasitesi	100	100	100	100	100	100
Min. Üretim Miktarı (Sipariş Erteleme Miktarı)	0	0	0	0	0	0
	<=	<=	<=	<=	<=	<=
Hafta Sonu İçin Stok Miktarı (Dengeli Ü. Miktarı)	5	24	18	12	11	0
Hafta Sonu İçin Stok Miktarı (Emniyet Stoklu Ü. Miktarı)	5	5	5	5	5	5
Hafta Sonu İçin Stok Miktarı (Optimal)	40	0	0	0	0	0
	<=	<=	<=	<=	<=	<=
Haftalık Maksimum Stok Kapasitesi	85	85	85	85	85	85
Toplam Üretim Maliyeti (₺)	1797.7	Toplam Üretim Maliyeti (₺)				1775.25
Toplam Stok Maliyeti Alanı (₺)	19.68	Toplam Stok Maliyeti Alanı (₺)				10.5
Toplam Maliyet (₺)	<b>1817.38</b>	Toplam Maliyet (₺)				<b>1785.75</b>
Toplam Üretim Maliyeti (₺)	1821.5					
Toplam Stok Maliyeti Alanı (₺)	8.2625					
Toplam Maliyet (₺)	<b>1829.76</b>					

Şekil 5.56. Üretim metotlarının maliyetleri

Her bir üretim metodunda ulaşılmak istenen üretim adetlerine bağlı olarak maliyeti minimize etmektir. Şekil 5.57.'de üç üretim metodunun üretim miktarları grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.57. Üç üretim metodunun üretim ve stok miktarları

Optimal sonucun bulunuşu çözücü eklentisi yardımıyla yapılmıştır. Model oluşturma hali Ek A.6. bölümünde anlatılmıştır. Tahmini yapılan altı haftalık durum planlamacının isteği doğrultusunda artırılıp azaltılabilir ve yapılan plan periyodik zaman çerçevesinde sürekli kontrol edilmelidir.

#### 5.2.10. İşgücünde denge: "Shojinka" ve yetkinlik çemberleri

Heijunka ile talep frekansı yüksek ürünlerde ve değişen talep durumlarında üretim miktarlarının ne şekilde belirlendiği anlatılmıştı. Yine değişen olası talep durumlarında işgücünü farklı üretim hatları arasında dengeli kullanmak da shojinka olarak adlandırılır. Shojinka kavramının oluşturulması için operatörlerin birden fazla ürünün üretimiyle ilgili beceri ve yetkinlik kazanması gerekmektedir. Tabiri caizse, "İsviçre Çakısı" niteliğinde bir çalışan oluşturmak yalın üretim dışında da birçok işverenin istediği durumdur.

Yalın düşüncenin benimsendiği ortamda bu durum, çalışan için başlangıçta istenen bir nitelikten ziyade, belli bir süre sonra ivme kazanması gereken beceri olarak görülmektedir. Bunun için de birçok metot uygulanarak çalışanlar motive edilir. Fabrika bünyesinde uygulanan "Yetkinlik Çemberleri" metodu ile operatörler açısından oldukça verim alınmıştır. Şekil 5.58. ile her çalışana belli payda yetkinlik verildiği görülmektedir.

HÜCRE 1	96 nolu EKSANTRİK PRES			95 nolu HİDROLİK PRES		8 nolu HİDROLİK PRES	KALİTE YÖNETİMİ		BAKIM YÖNETİMİ					
AD SOYAD	Kalıp Bağlama	Pres Ayar	Sürücü Ayar	Kalıp Bağlama	Pres Ayar	Pres Ayar	Numune Kontrol	Ölçü Kontrol	Makine Yağlama ve Temizliği	Küçük Arıza Giderme	YETKİNLİK PUANI	GEREKLİ YETKİNLİK PUANI	TAM YETKİNLİK PUANI	
ADEM AĞBULAK											92.5	7.5	100	
SADIK ŞAHİN											65	35	100	
HÜCRE2	115 nolu EKSANTRİK PRES			63 nolu EKSANTRİK PRES		113nolu EKSANTRİK PRES		KALİTE YÖNETİMİ		BAKIM YÖNETİMİ				
AD SOYAD	Kalıp Bağlama	Pres Ayar	Sürücü Ayar	Kalıp Bağlama	Pres Ayar	Kalıp Bağlama	Pres Ayar	Numune Kontrol	Ölçü Kontrol	Makine Yağlama ve Temizliği	Küçük Arıza Giderme	YETKİNLİK PUANI	GEREKLİ YETKİNLİK PUANI	TAM YETKİNLİK PUANI
HASAN MEYDAN												85	15	100
FERHAT AÇIKALIN												67.5	32.5	100

Şekil 5.58. Hücre operatörleri yetkinlik tablosu

Bu tarz faaliyetler çalışanların eksik olduğu konularda kendilerini geliştirme adına yapılmaktadır. Günlük üretim miktarlarının düşük olduğu zamanlarda üretim hattında monotonluğu azaltma adına birtakım işgücü değişiklikleri yapılarak yetkinlik kazandırma gerçekleştirilir. İstenilen puana ulaşıldığı vakitte operatörün ödüllendirilmesi onu motive etmekte ve işgücü verimliliği artmaktadır. Belli puana ulaşan kişiler farklı kategorilerde isteğe bağlı olarak ilerlemeye devam edebilir. Daha sonra ise dikey hareketle hat liderleri oluşturulur. Bütün bunlar dışında çalışanlara periyodik zamanlar halinde uzmanlar tarafından eğitimler verilerek, üretim dışında kendilerini geliştirmelerine olanak tanınmaktadır.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada ROYAL CONTA SANAYİ VE TİCARET A.Ş. firması ile yalın üretime yönelik ilke ve metotlar incelemiş ve birtakım sonuçlara ulaşılmıştır. İncelenen metotlar için fabrikada özellikle atölye ve diğer tüm departmanlarla koordineli bir çalışma yapılmıştır. Ayrıca aylık olarak gözlenmiş verilerin tümü operatörler ve sorumlu kişiler tarafından tutulmuştur.

İlk olarak değeri keşfedip, israfı görme adına her gün standart halde yapılan faaliyetler baştan aşağı incelenmiş olup öncelikle mudanın belirlenmesiyle yalın düşünceye geçiş başlamıştır. Daha sonra belirlenen israfı ölçmek için mevcut durum ve gelecek duruma yönelik bir değerlendirme yapılarak nicel değerlere ulaşılmıştır. İmalatta akışı sürekli sağlamak amacıyla uygulanan çekme ve conwip sistemin işleyişi aktarılmıştır.

Üretim hattında yalın üretime geçmeden önce dahi uygulanan 5S faaliyetleri örnek verilmiştir. Yalın üretimle beraber belki de en çok avantaj sağlanan konu; kalıp değişim süreleri ve contanın üretimindeki çevrim sürelerinde olmuştur. Ayrıca birden fazla hücre sel imalat modelleri incelenerek her birinin avantajları ayrı şekilde değerlendirilmiştir. Birden fazla operatörün birbirine bağlı olduğu hücre modellerinde elbette birtakım uyumsuzluklar çıkabilir ve bunun elimine edilmesine yönelik önemli çalışmalar yapılabilir. Operatörlerin yalın düşünceyle farklı bir statü kazandığının bir göstergesi olarak kaizen çalışmaları yapılmış; yapılan iyileştirmelerin birçoğunun operatörlerden sağlandığı görülmüştür. Ayrıca her çalışanın belli zaman periyotlarında kaç adet iyileştirme yaptığının listesi, imalat içerisinde herkes tarafından görülebilen bir yerde tutulmasının teşvik edici bir yöntem olduğu görülmüştür. Bu faaliyetlerin devam edebilmesi için de her bölümden çalışana eşit değer verilmesi temel amaç haline gelmiştir.

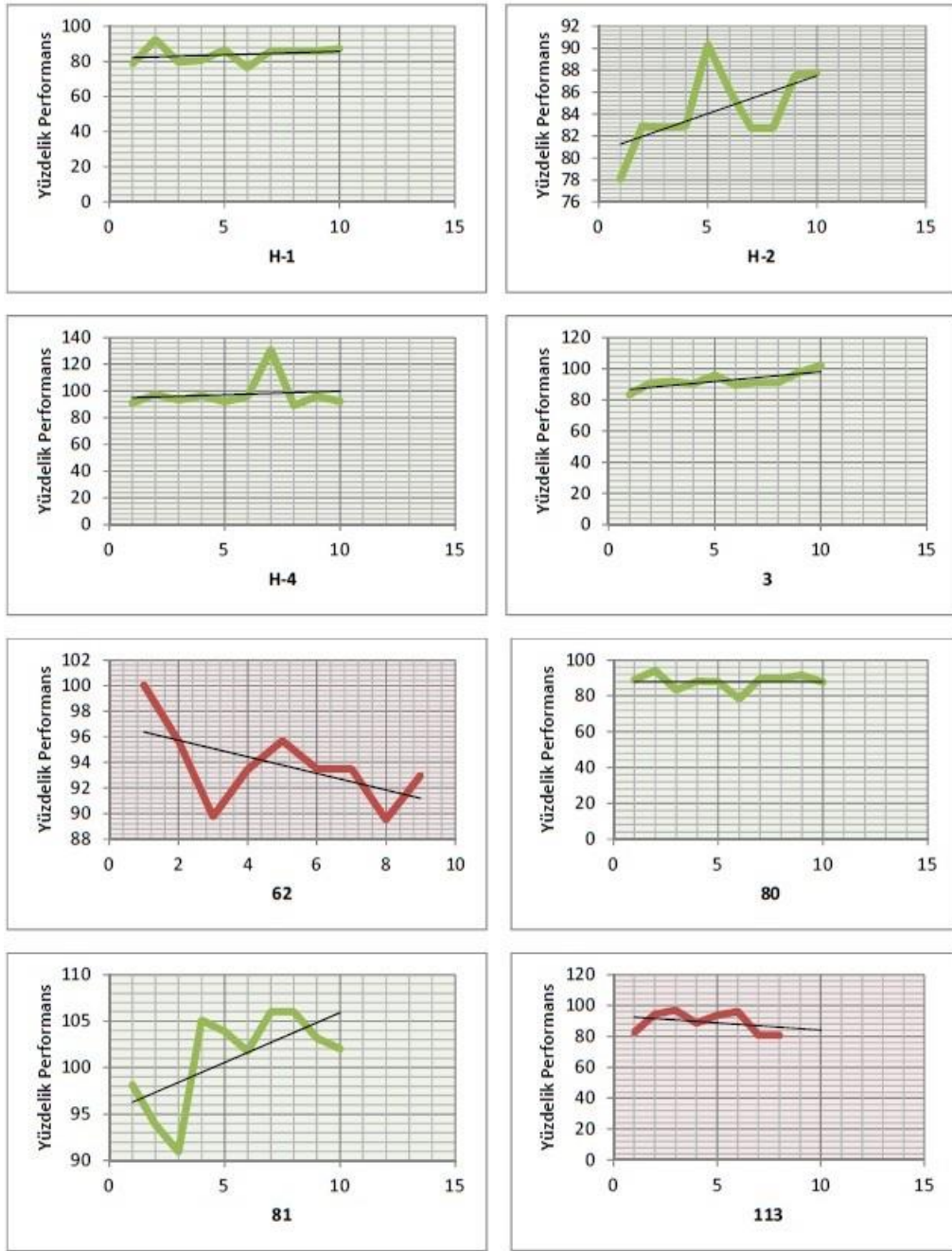
Çalışmanın yapıldığı ve üretilen ürünlerde en yüksek kalite misyonuna sahip firmada, insandan ve makineden kaynaklanabilecek tüm hataları minimuma indirme adına fabrika bünyesinde kullanılan kontrol cihazlarına ve tek parça

akışı metodu ile uygulanışına yer verilmiştir. Hat duruşlarını engelleme adına yapılan bakım faaliyetlerinin nasıl uygulandığı aktarılmış olup, oluşabilen sorunların da köküne inilerek birtakım anlaşmazlıkların takım çalışmasıyla nasıl elimine edildiği belirtilmiştir.

Çekme sisteminde ve hazırlık sürelerinde belli bir aşamaya gelen firmanın üretim miktarlarını ne tarzda belirlediği anlatılmıştır. İlave olarak; çekme sistemlerinin uygulanamadığı durumlarda üretimin alternatif olarak ne şekilde yapılacağı ayrı olarak incelenmiştir. Tüm çalışanlara beceri kazandırma faaliyetlerinin nasıl yapıldığı ve bu tarz konularda faal olabilmeleri için ne metotlar kullanıldığı aktarılmıştır.

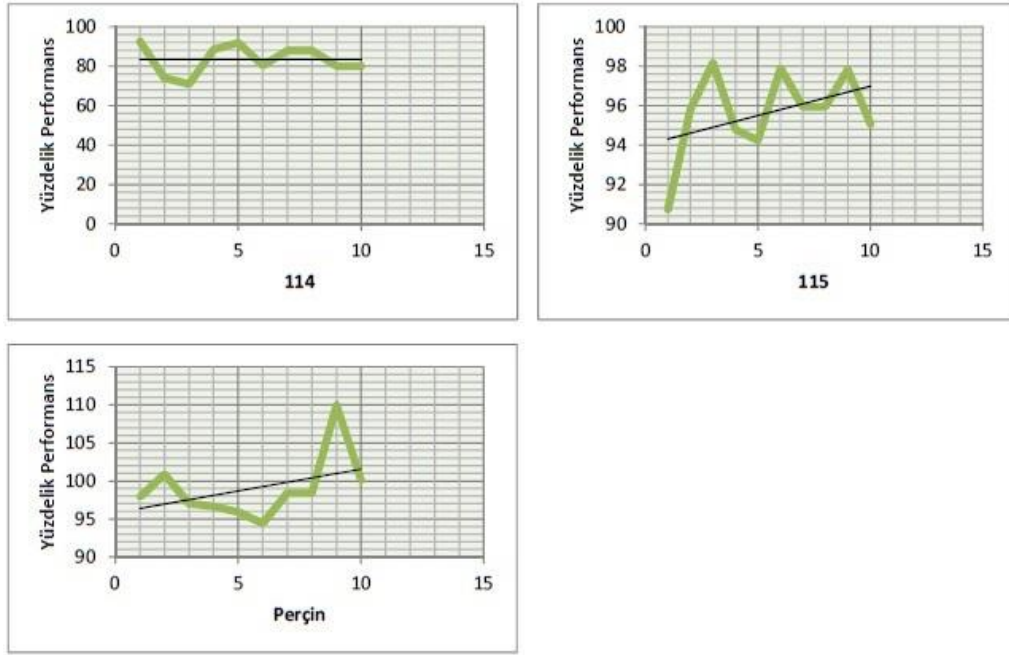
Uygulanan tüm bu tekniklerde on aylık gözlem sonucunda fabrikanın yaklaşık bir buçuk ila iki katı artan üretim hacmine bağlı olarak planladığı üretim miktarlarına ne oranda ulaştığı Şekil 6.1'de ve Şekil 6.2'de verilmiştir. Artan üretim hacmine uyum sağlayamayan üretim hatlarının tek presten oluştuğu ve tek parça akışının sağlanmadığı presler olduğu da göze çarpmaktadır. Ek olarak işgücünde rotasyonun çok sık uygulandığı baskısı küçük ton olan altmış iki ve yüz on üç numaralı preslerde ilk denemelerin yapıldığı belirtilmelidir.

Yapılan araştırmalarda kullanılan teknikler imalat sektörü yününden incelenmiş olup, günümüzde birçok hizmet sektöründe özellikle de sağlık sektöründe uygulanmaya başlanmıştır. Araştırmacıların bu alanlara yönelik yalın üretim analizinde çalışmalar yapması yalın üretimin gelişimine daha büyük oranda katkı sağlayacaktır.



Şekil 6.1. Pres ve hücre genel performans yüzdeleri (üç hücre, beş pres)





Şekil 6.2. Pres ve hücre genel performans yüzdeleri (üç pres)

Yalın üretimle beraber baştan aşağı yeni bir yerleşim oluşturan firmanın üretim tesisi kullanım alanında yaklaşık yüzde otuz beş azalma görülmüştür. Hammaddenin fabrikanın kabul alanından bitmiş ürün halinde sevkiyat alanına geçiş süresi yaklaşık elli üç günü bulurken, şu an için bu süre on gündür. Yapılan çalışma ile beraber yalın üretim tekniklerinin birbirine olan bağlılığı ulaşılan bir diğer sonuçtur. Herhangi birini uygulamanın yalınlaşma adına önemli katkılar yaptığı; fakat bununla beraber artan sayıda birkaçının uygulanması da yalınlık konusunda ivme oluşturduğu görülmüştür.

İşletmelerin kısa sürede yüksek oranda kar sağlayabilmelerinin, müşterinin tatmin düzeyini artırma ile sağlandığı kavranmıştır. Bunun için de tam zamanında müşteriye ulaşan, yüksek kalite ile üretilen ürünlerin yalın üretimle başarılacağı öğrenilmiştir. Ayrıca imalatta yalın üretim tekniklerini uygulamadan önce çalışan tüm kişilere israfı görmenin öğretilmesi gerektiği başlangıç için önemli bir adımdır. Yalının beş temel ilkesi de bu işlevi yerine getirmektedir. Bu şekilde yapılmayan sistem değişiklikleri sonucu, daha baştan hataların oluşması kaçınılmazdır. Son olarak yalınlaşmak isteyen firmalar, Toyota'nın üretim sistemini kopyalamaktan ziyade; yalın üretim ilke ve tekniklerini kullanarak mevcut üretim sistemlerini geliştirmelidir.

## KAYNAKLAR

- Acar, N., 2003. Tam Zamanında Üretim, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 153, Ankara.
- Acar, N., 1990. Tam Zamanında Üretim. Verimlilik Dergisi, 1, 7-18.
- Akgeyik, T., 1998. Stratejik Üretim Yönetimi, Sistem Yayıncılık, 53-54.
- Aksu, Ö., 2013. Bir Üretim Hattındaki Performansın Yalın Üretim Teknikleri İle İyileştirilmesi. Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 102, Eskişehir.
- Aktaş, R., 2013. Yalın Üretim Ortamında Maliyetleme Yönetimi: Değer Akış Maliyetleme. Selçuk Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Sosyal Ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 13, 25, 57-85.
- Arslan, S., 2008. Yalın Üretim Ve MAN Türkiye A.Ş.'de Örnek Bir Yalın Üretim Uygulaması. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 98, Ankara.
- Aydın, H., 2009. Yalın Üretim Sistemi, Değer Akış Haritalama Yöntemi Ve Yalın Üretim Sisteminin Çalışanlara Etkileri. Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 253, İstanbul.
- Berber, İ., 2013. Yalın Üretim Teknikleri, Kaizen Ve Sektörel Uygulamaları. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 99, Hatay.
- Bırakmaz, Ö., 2013. Yalın Üretimin Uygulanmasında Karşılaşılan Problemler. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 119, Ankara.
- Bilget, S., 2015. Konfeksiyonda Simülasyon Tekniğiyle Yalın Üretim Sistemlerinin İncelenmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 107, Tekirdağ.
- Birgün, S., Gülen, K. G., Özkan, K., 2006. Yalın Üretime Geçiş Sürecinde Değer Akışı Haritalama Tekniğinin Kullanılması: İmalat Sektöründe Bir Uygulama. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 5, 9, 47-59.
- Bulut, S., 2012. Beyaz Eşya Yan Sanayi Sektöründe ERP Ve Yalın Üretim Olgunluğu Analizi Ve Otomotiv Yan Sanayi İle Kıyaslama. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 161, İstanbul.
- Çelikçapa, F. O., Şenol, G., 2015. Üretim Yönetimi, Ekin Yayınevi, 298, Bursa.

- Çobanoğlu, S., 2011. Yalın Üretim Sisteminin Otomotiv Sektöründe Uygulanması. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 99, Sakarya.
- Daşçı, A., 2010. Simülasyon Destekli Yalın Üretim Sisteminin Mobilya Sektöründe Uygulanması. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 90, Kayseri.
- Demir, F., 2009. Yalın Üretimde Toplam Üretken Bakım Ve Hızlı Kalıp Değişirme (SMED) Uygulaması. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 125, Gebze.
- Durmuşoğlu, M. B., 2011. Optimizasyon Yaklaşımları Ve Yalın Üretim. XI. Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 23-24 Haziran, İstanbul, 732-736.
- Ercan, S., 2013. Uygulamalı Nitel Yöntemlerle Kalite İyileştirme Teknikleri. Türk Mühendis Ve Mimar Odaları Birliği Makine Mühendisleri Odası, 642, İstanbul.
- Ergüneş, E., 2014. Gemi İnşaatında Yalın Üretim Ve Değer Akış Haritalaması. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 62, Gebze.
- Ersoy, A., 2007. Yalın Üretim Tekniklerinden Hızlı Kalıp Değişimi Ve Bir İmalat İşletmesi Uygulaması. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Projesi, 152, İzmir.
- Ersoy, M. S., Ersoy, A., 2011. Üretim/İşlemler Yönetimi, İmaj Yayınevi, 454, Ankara.
- Ertürk, H., Özçelik, F., 2008. Yalın Üretim Uygulayan İşletmeler İçin Yalın Muhasebe. Uludağ Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, XXVII, 1, 15-45.
- Esen, H. Ö., 2008. Dinamik Programlama. Tolun, S. (Ed.), Uygulamalı Yöneylem Araştırması Yöneticiler İçin Bilgisayar Destekli Karar Modelleri, (311-353), Çağlayan Basımevi, 573, İstanbul.
- Haddad, T. H., Jaaron, A. A. M., 2012. The Applicability of Total Productive Maintenance for Healthcare Facilities: an Implementation Methodology. International Journal of Business, Humanities and Technology, 2, 2, 148-155.
- Hülagü, K. T., 2011. Çelik Boru İmalatında Yalın Üretim Ve SMED Uygulaması. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 125, Kocaeli.

- Kanat, S., Güner, M., 2006. Tam Zamanında Üretim Sisteminin Tekstil Ve Konfeksiyon Sanayine Uygulanabilirliği. Tekstil Ve Konfeksiyon Dergisi, 4, 274-278.
- Katko, N., 2014. Yalın CFO. Çev. Sancı, T., Optimist Yayınları, 166s, İstanbul.
- Kaymakçı, Ö., 2012. Bir PTT Şubesinde Yalın Üretim-5S Uygulaması. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 79, Sakarya.
- Kazıcıoğlu, B., 2009. Kitle Üretiminden Yalın Üretime Geçiş Süreci: Bir Lastik Fabrikasında Uygulama. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 95, Sakarya.
- Küçükuysal, K., 2012. Otomotiv Yan Sanayi Sektöründe ERP Ve Yalın Üretim Analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 117, İstanbul.
- Liker, J. K., 2004. The Toyota Way. Mc Graw Hill Yayınları, New York.
- Liker, K. J., Hoseus, M., 2008. Toyota Kültürü Toyota Tarzının Ruhu. Çev. Tanrıyar, K., Optimist Yayınları, 640s, İstanbul.
- Liker, K. J., 2015. Toyota Tarzı. Çev. Şensoy, Ü., Optimist Yayınları, 381s, İstanbul.
- Meriç, A., 2011. Yalın Üretim İle Kurumsal Kaynak Planlamasının Bütünleştirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 101, İstanbul.
- Ohno, T., 1988. Toyota Production System. New York, Productivity Press.
- Ohno, T., 2012. Toyota Ruhu. Çev. Feyyat, C., Scala Yayıncılık, 203s., İstanbul.
- Okur, A. S., 1997. Yalın Üretim 2000'li Yıllara Doğru Türkiye Sanayii İçin Yapılanma Modeli. Söz Yayın, 240, İstanbul.
- Orbak, Â. Y., Bilgin, S., 2005. Kanban Sisteminin Bir Uygulama Örneği. V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 25-27 Kasım, İstanbul, 289-293.
- Özçelik, F., 2013. Yalın Üretim Ortamına Uygun Maliyet Sistemi Seçimi. Celal Bayar Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Yönetim Ve Ekonomi Dergisi, 20, 1, 47-58.
- Özfindık, M., 2011. Değer Akışlarının Belirsizlik Altında Analizi Ve Haritalandırılması: Büyük Ölçekli Bir Gıda İşletmesinde Uygulama. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 79, Konya.
- Özveri, O., Çakır, E., 2012. Yalın Altı Sigma Ve Bir Uygulama. Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, XIV, II, 17-36.

- Rother, M., 2010. Toyota Kata. McGraw-Hill, 306, New York.
- Rother, M., Shook, J., 1999. Learning to See, Version 1.2., The Lean Enterprise Institute Inc, 138, Brookline.
- Sarker, B. R., 2001. Measures of grouping efficiency in cellular manufacturing systems. European Journal of Operational Research, 130, 588-611.
- Sevimli, A., 2005. Yalın Üretimde Çalışma Gruplarının Etkinliği Ve Ford Otosan İnönü Fabrikasında Bir Uygulama. Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 178, Eskişehir.
- Sezen, B., 2011. Üretim Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar ve Uygulamalar, Efil Yayınevi, 152, Ankara.
- Shingo, S., 1989. A Study of the Toyota Production System, Productivity Press. 304, New York.
- Singh, B. J., Khanduja, D., 2010. SMES: for quick changeovers in foundry SMEs. International Journal of Productivity and Performance Management, 59, 1,98-116.
- Suzaki, K., 1988. The New Manufacturing Challenge - Techniques for Continuous Improvement, The Free Press, 255, NY.
- Şengül, A., 2011. Yalın Üretim Prensiplerinin Yenileştirilmiş Parça Üretimi (Remanufacturing) Yapan Bir Firmaya Uygulanması. Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 106, Ankara.
- Tanık, M., 2010. Kalıp Ayar Sürelerinin SMED Metodolojisi İle İyileştirilmesi: Bir Yalın Altı Sigma Uygulaması. Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 25, 117-140.
- Taşçı, M. E., 2010. Kalite Geliştirmede Kullanılan Yalın Üretim Tekniklerinin Karşılaştırılması. Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 82, İstanbul.
- Tekerci, S., 2009. Yeni Üretim Paradigması Olarak Yalın Üretim Ve Otomotiv Yan Sanayiinde Bir Uygulama. Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 127, İstanbul.
- Terzi, S., Atmaca, M., 2011. Yalın Üretim Sistemi Açısından Değer Akış Maliyetlemesinin İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 16, 3, 449-466.
- Türkan, Ö. U., 2010. Üretimde Yalın Dönüşüm Temel Performans Kriterleri. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12, 2, 28-41.

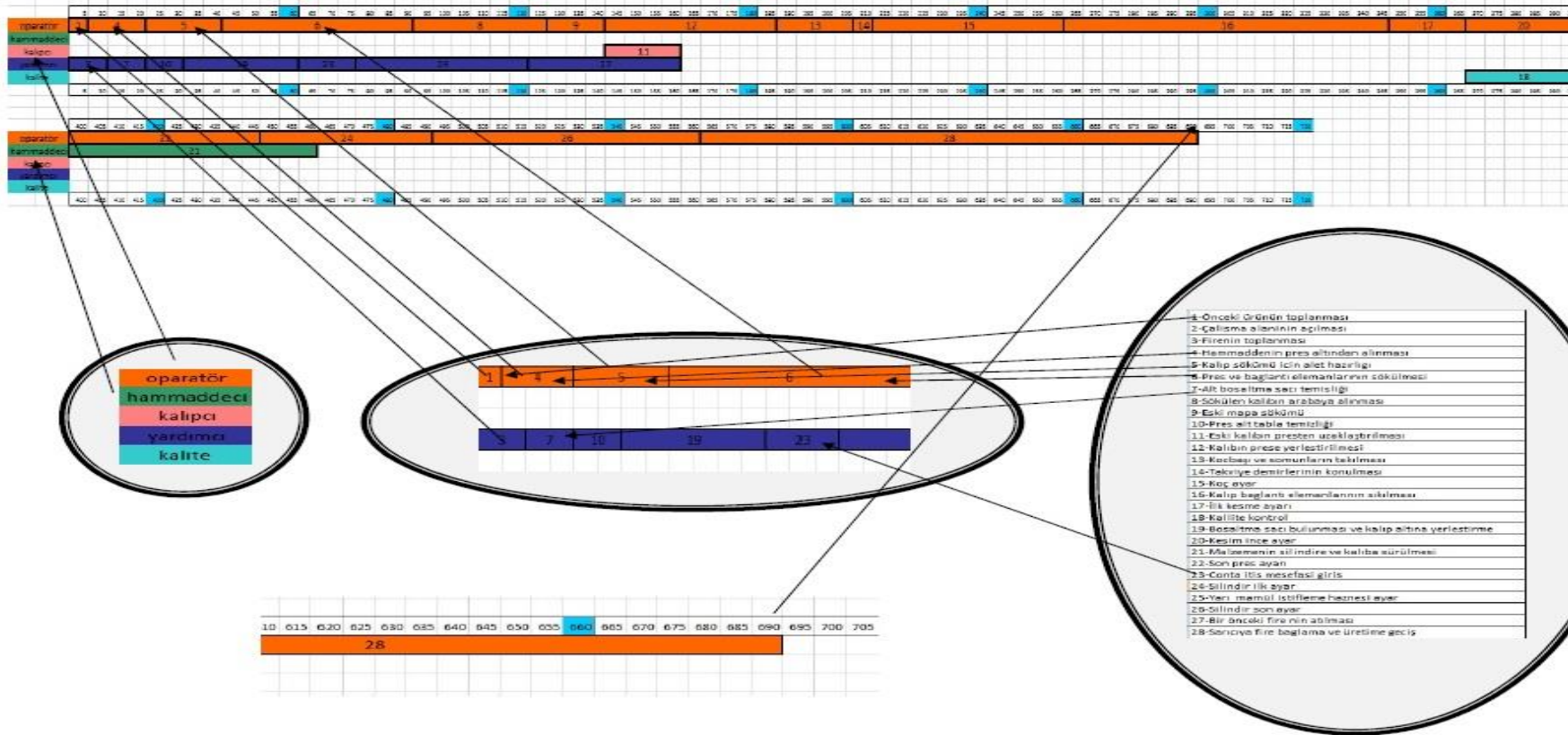
- Tütek, H., Öncü, S., 1993. JIT (Just In Time) Felsefesinin İşletme Fonksiyonları Ve Verimlilik Üzerinde Etkileri. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 10, 112-129.
- Uçan, K., 2014. Otomotiv Yan Sanayisinde Malzeme Besleme Sisteminin Yalın Üretim Yaklaşımıyla Yeniden Tasarlanması Ve Bir Uygulama. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 81, İstanbul.
- Yalın Enstitü, 2015. Erişim Tarihi: 21.11.2015. <http://www.lean.org.tr/yalin-yaklasim/>
- Yaman, R., 2011. Üretim Planlama Kontrol ve Bütünleştirme, Nobel Yayın, 190, Ankara.
- Yazgan, H. R., Sarı, Ö., Seri, V., 1998. Toyota Üretim Sisteminin Özellikleri. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2, 129-134.
- Yılmaz, E., 2012. Siparişe Göre Üretim Yapan Sistemlerde Yalın Üretim Uygulamaları. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 107, İstanbul.
- Yurdakul, M., Demiray, A., İç, Y. T., 2011. Bir İmalat Firmasında Gerçekleştirilen Toplam Verimli Bakım (TVB) Uygulaması. Türk Bilim Araştırma Vakfı Bilim Dergisi, 4, 3, 162-171.
- Woehrle, Stephen L., Abou-Shady, Louay., 2010. Using Dynamic Value Stream Mapping and Lean Accounting Box Scores to Support Lean Implementation. American Journal of Business Education, 8, 3, 67-75.
- Womack, J., Jones, D., 2012. Yalın Düşünce. Çev. Yamak, O., Optimist Yayınları, 462s., İstanbul.



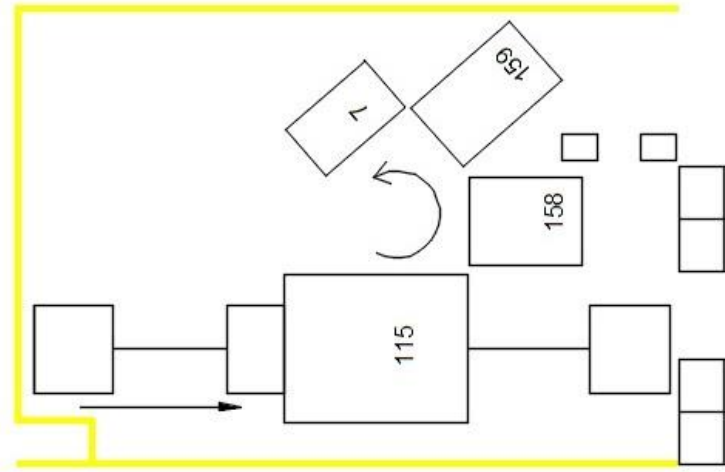


Şekil A.3. Kalıp değişimindeki faaliyetler





Şekil A.4. Kalıp değişim faaliyetlerinde gantt şeması



Şekil A.5. İki operatörlü, dört makineli U tipi imalat

Toplam Maliyet

Üretim Miktarı

1-)Hafta sonu için stok miktarı <= Haftalık maksimum stok kapasitesi  
2-)Hafta sonu için stok miktarı >= Minimum üretim miktarı  
3-)Haftalık üretim miktarı <= Üretim kapasitesi  
4-)Haftalık üretim miktarı >= 0

Çözücü Parametreleri

Hedef Hücre:

Eşittir:  En Büyük  En Küçük  Değer:

Değişen Hücreler:

Kısıtlamalar:

Çöz Kapat Seçenekler Tümüü Sıfır Yardım

Şekil A.6. Dinamik programlamada çözücü eklentisiyle oluşturulan model

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Alper KILIÇ  
Doğum Yeri ve Yılı : ŞİŞLİ, 22/07/1992  
Medeni Hali : Bekar  
Yabancı Dili : İngilizce  
E-posta : alperkiloc.ind@gmail.com



### Eğitim Durumu

Lise : Yunus Emre Lisesi, 2006-2010.  
Lisans : İstanbul Üniversitesi,  
İktisat Fakültesi,  
Ekonometri Bölümü, 2010-2014.  
(3.61/4.00)  
Lisans Derecesi : Bölüm İKinciliği  
Lisans Tezi : TÜRKİYE'DE FİNANSAL GELİŞME VE İKTİSADİ BÜYÜME  
İLİŞKİSİ  
Yüksek Lisans : İstanbul Ticaret Üniversitesi,  
Fen Bilimleri Enstitüsü,  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, 2014-2016.  
(3.88/4.00)

### Mesleki Deneyim

Royal Conta Sanayi ve Ticaret A.Ş.  
• İmalat Hattında Süreç ve Metot İyileştirme  
• Kalite Kontrol Departmanı: Teknik Ressamlık ve İstatistik Kalite Kontrol

### Araştırma ve İlgi Alanları

- ✓ Optimizasyon Teknikleri
- ✓ Ekonometrik Zaman Serileri Analizi
- ✓ Regresyon Analizi
- ✓ Üretim Sistemleri ve Simülasyonu
- ✓ Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler
- ✓ İmalat Hattı Tasarımı
- ✓ Panel Veri Analizi
- ✓ Altı Sigma

## **Sertifika Bilgileri**

- ❖ Amerikan Kültür Derneği Dil Okulları (Upper-Intermediate)
- ❖ KOSGEB

## **Paket Programlar**

- WinQSB (Upper)
- EViews (Upper)
- SPSS (Intermediate)
- STATA (Upper)
- AutoCAD (Intermediate)
- Photoshop (Intermediate)
- Photoscape (Upper)
- ProModel (Intermediate)
- Legin (Intermediate)
- R (Intermediate)