

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DEĞER AKIŞ YÖNETİMİ VE İŞLETMELERDE
UYGULANMASI**

End. Müh. Serçin ŞAHİN

**FBE Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mesut ÖZGÜRLER

Prof. Dr. Hüseyin Sönmez
Y. Doç. Dr. Serpil ÖZTÜRK

İSTANBUL, 2005

İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
RESİM LİSTESİ	ix
KISALTMALAR LİSTESİ.....	x
ÖNSÖZ.....	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT	xiii
1.GİRİŞ.....	1
2.YALIN ÜRETİMİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.1 Emek-Sanat Bağımlı Üretim	3
2.2 Amerikan Tarzı Üretim Sistemi	4
2.3 Seri Üretim	7
2.4.Yalın Üretim	15
3.YALIN ÜRETİM	20
3.1 Just-In-Time	24
3.1.1 Kanban.....	25
3.1.1.1 İtme ve Çekme Sistemleri	25
3.1.1.2 Kanban Kartları	28
3.1.1.3 Kanban Sisteminin İşleyişi.....	32
3.1.1.4 Kanban Kuralları	35
3.1.1.5 Kanban Sayısının Belirlenmesi	37
3.1.2 FIFO Hattı (CONWIP Sistemi).....	40
3.1.3 Sıralı Çekme Sistemi	41
3.1.4 Tedarikçilerle İlişkiler ve Tam zamanında satın alma	41

3.1.4.1 Sık Teslimatlarla Ufak Kafieler Halinde Satın Alma.....	42
3.1.4.2 Uzun Vadeli İlişkiler Kurulması	42
3.1.4.3 Tedarikçi Firma Sayısının Azaltılması.....	44
3.1.4.4 Tedarikçilerden Alınan Toplam Parça Sayısının Azaltılması	45
3.1.4.4 Tedarikçilerin Tasarım Sürecine Dahil Edilmesi	46
3.1.4.5 Tedarikçi Dernekleri.....	47
3.1.4.6 Tedarikçi Seçimi.....	48
3.1.4.7 Tedarikçilerin Değerlendirilmesi	48
3.1.4.8 Sözleşmeli Nakliyeciler.....	49
3.2 Poka-Yoke ve Jidoka (Otonomasyon).....	49
3.3 Karışık Yükleme ve Üretimde Düzenlilik.....	53
3.4 Tek Parça Akışı	59
3.5 Toplam İş Denetimi.....	61
3.6 Operasyonların Standardizasyonu.....	62
3.7 Hücresel Üretim	68
3.8 Shojinka, Çok Fonksiyonlu İşçiler ve İş Rotasyonu	70
3.9 5S.....	72
3.9.1 Sınıflandırma (Seiri).....	73
3.9.2 Düzenleme (Seiton).....	73
3.9.3 Temizlik (Seiso)	74
3.9.4 Standartlaştırma (Seiketsu).....	74
3.9.5 Disiplin	75
3.10 Toplam Üretken Bakım	75
3.11 SMED.....	80
3.12 Kaizen.....	84
3.12.1 Kaizen ve Yönetim.....	84
3.12.2 Yönetim Öncelikli Kaizen.....	87
3.12.3 Grup Öncelikli Kaizen.....	87
3.12.4 Birey Öncelikli Kaizen.....	90
3.13 Görsel Fabrika	92
3.14 Çalışanlara Saygı.....	95
 4.DEĞER AKIŞ YÖNETİMİ.....	 97
4.1 Yalınlığa Adanmak.....	98

4.1.1 Değer Akış Yöneticisini ve Proje Ekibini Belirlemek	100
4.1.2 Değer Akış Yönetimi Projesini Başlatmak	101
4.1.3 Fabrikaya Gitmek	102
4.1.4 Değer Akışı Kaizen Önerilerini Gözden Geçirmek	102
4.2 Değer Akışını Seçmek.....	102
4.3 Yalın Üretim Tekniklerini Öğrenmek	106
4.4 Mevcut Durumun Haritalanması	107
4.4.1 Değer Akış Haritalamada Kullanılan Semboller.....	107
4.4.2 Mevcut Durum Haritasının Çizilmesi	111
4.5 Yalınlık Ölçütlerinin Belirlenmesi	116
4.6 Gelecek Durum Haritasının Çizilmesi	117
4.6.1 Takt Zamanı ve Dilimin Belirlenmesi.....	118
4.6.2 Mevcut Üretim Yöntemleri İle Müşteri Talebini Karşılanıp Karşılanamayacağının Belirlenmesi.....	119
4.6.3 Tampon ve Emniyet Stoğuna İhtiyaç Olup Olmadığının Belirlenmesi	120
4.6.4 Bitmiş Ürün Süpermarketine Gerek Olup Olmadığının Belirlenmesi	121
4.6.5 Uygun Olan Her Yerde Sürekli Akış Sisteminin Kurulması	122
4.6.6 Tempoyu Belirleyen Prosesin Belirlenmesi	132
4.6.7 Üretim Karmaşasının Seviyelendirilmesi	133
4.6.8 Üretim Hacminin Seviyelendirilmesi.....	134
4.6.9 Tempoyu Belirleyen Prosesten Önceki Her Proseste “Her Parça Her Gün” Üretim Yeteneğinin Geliştirilmesi.....	135
4.6.10 Malzeme Taşıyıcısının Rotasının Belirlenmesi ve Tüm Malzeme ve Bilgi Akışının Haritalandırılması.....	136
4.6.11 Kullanılacak Diğer İyileştirme Yöntemlerinin Belirlenmesi	137
4.7 Kaizen Planlarının Oluşturulması	138
4.8 Kaizen Planlarının Uygulanması.....	141
 5. UYGULAMA.....	 143
5.1 Ford Otosan A.Ş.’de Değer Akış Yönetimi Uygulaması	143
5.1.1 Ford Otosan A.Ş.’nin Tanıtımı.....	143
5.1.2 Ön Kros Toplama Hücresinde Mevcut Durumun Haritalandırılması	144
5.1.3 İlk Gelecek Durum Haritasının Oluşturulması.....	149
5.1.4 İkinci Gelecek Durum Haritası.....	161

5.2 Uzel Makina AŞ’de Değer Akış Yönetimi Uygulaması	169
5.2.1 Uzel Makina AŞ’nin Tanıtımı	169
5.2.2 Yakıt Tankı Parça Ailesi İçin Değer Akış Yönetimi Uygulaması	171
5.2.2.1 Mevcut Durum Haritalanması	171
5.2.2.1.1 Yakıt Tankı Parça Ailesi	171
5.2.2.1.2 Üretime İlişkin Veriler	174
5.2.2.1.3 Bilgi Akışı İle İlgili Veriler	187
5.2.2.2 Gelecek Durumun Haritalanması	190
6.SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER.....	207
KAYNAKLAR.....	210
ÖZGEÇMİŞ.....	213

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3.1 Merkezi üretim kontrolü (İtme sistemi) ile Kanbana dayalı üretim kontrolünün (Çekme sisteminin) karşılaştırılması	28
Şekil 3.2 Kullanılan Kanban Tipleri.....	29
Şekil 3.3 Çekme Kanbanı Örneği	30
Şekil 3.4 Üretim Kanbanı Örneği	30
Şekil 3.5 Satıcı Kanbanı Örneği	31
Şekil 3.6 Üçgen Kanban Örneği	31
Şekil 3.7 Malzeme İstek Kanbanı Örneği.....	32
Şekil 3.8 Çift kart kanban sisteminin işleyişi	33
Şekil 3.9 Sinyal ve Malzeme Kanbanlarının İşleyişi.....	35
Şekil 3.10 FIFO Hattı	41
Şekil 3.11 Yük Seviyelendirme Kutusu	56
Şekil 3.12 Sıralayıp Bekletme Durumu.....	60
Şekil 3.13 Tek Parça Akışı	61
Şekil 3.14 Standart operasyon formu	67
Şekil 3.15 Hücrel Yerleşim Örneği	69
Şekil 3.16 Talebin çok olduğu dönemde operasyonların operatörler arasında dağılımı	71
Şekil 3.17 Talebin Düşük olduğu dönemlerde operasyonların operatörler arasında dağılımı.....	71
Şekil 3.18 Toplam Ekipman Verimliliği	78
Şekil 3.19 Altı önemli toplam verimli bakım faaliyeti	79
Şekil 3.20 Japonların İş Fonksiyonları Algısı	84
Şekil 4.1 Pareto diyagramı.....	104
Şekil 4.2 Müşteri, tedarikçi, üretim planlama-kontrol ve sevkiyat sembolleri ile bilgilerinin değer akış haritasına yerleştirilmesi	113
Şekil 4.3 Mevcut durum haritasına ürün proses aşamalarının eklenmesi.....	114
Şekil 4.4 Tamamlanmış Mevcut Durum Haritası.....	116
Şekil 4.5 Emniyet ve Tampon stokların değer akış haritasında gösterilmesi	121
Şekil 4.6 Değer akış haritasında bitmiş ürün süpermarketin gösterilmesi	122
Şekil 4.7 Operatör denge kartı örneği.....	123
Şekil 4.8 İş operatörler arasında bölmek	124
Şekil 4.9 Devre iş dağılımı	125
Şekil 4.10 Tersine Akış	126
Şekil 4.11 Otomatik kısımların hücreye entegre edilmesi.....	129
Şekil 4.12 Hücrelerin değer akış haritasında gösterilmesi	130
Şekil 4.13 Süpermarket çekme sistemi örneği.....	131
Şekil 4.14 Parça süpermarketlerinin değer akış haritasına yerleştirilmesi	132
Şekil 4.15 Tempoyu belirleyen prosesinin seçimi	133
Şekil 4.15 Yük seviyelendirme ikonu.....	134
Şekil 4.17 Tempolu çekiş örneği	135
Şekil 4.18 Bilgi akışının ve malzeme taşıyıcısının rotasının değer akış haritasında gösterilmesi	137
Şekil 4.19 Kullanılacak diğer iyileştirme yöntemlerinin değer akış haritasında gösterilmesi	138
Şekil 5.1 Ön Kros Toplama Hücresi Mevcut Durum Yerleşimi	146
Şekil 5.2 Ön Kros Toplama Hücresi Mevcut Durum Değer Akış Haritası	148
Şekil 5.3 Ön Kros Toplama Hücresi Gelecek Durum Yerleşimi	154
Şekil 5.4 İlk gelecek durum operatör denge diyagramı.....	159
Şekil 5.5 Ön kros toplama hücresi ilk gelecek durum değer akış haritası.....	160
Şekil 5.6 Operatör 1 için ikinci gelecek durum insan-makina diyagramı	165

Şekil 5.7	Ön kros toplama hücresi için ikinci gelecek durum operatör denge diyagramı .	166
Şekil 5.8	Ön kros toplama hücresi ikinci gelecek durum yerleşimi	166
Şekil 5.9	Ön kros toplama hücresi ikinci gelecek durum değer akış haritası	168
Şekil 5.10	Üst parça kompleksi iş akış şeması	172
Şekil 5.11	Alt parça kompleksi akış şeması	172
Şekil 5.12	Yakıt tankı kompleksi akış şeması	173
Şekil 5.13	Yakıt tankı kompleksi	173
Şekil 5.14	Hücre 5'in mevcut durumdaki yerleşimi.....	175
Şekil 5.15	Hücre 5'te dikiş kaynağı, delik delme ve punta kaynak çevrimi için insan-makina diyagramı.....	179
Şekil 5.16	Yakıt tankı parça ailesi için mevcut durum değer akış haritası.....	189
Şekil 5.17	Üst parça kompleksi gelecek durum iş akış şeması	190
Şekil 5.18	Hücre 5 gelecek durum yerleşimi.....	193
Şekil 5.19	Dikiş kaynağında penseyi elemine etmek için tasarlanan mekanizma.....	195
Şekil 5.20	Numara vurma için geliştirilen aparat	197
Şekil 5.21	Hücre 5 gelecek durum insan makine diyagramı	199
Şekil 5.22	Yakıt tankı parça ailesi için gelecek durum değer akış haritası	206



ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3.1	Heijunka Kutusu-Dilim aralıkları..... 58
Çizelge 3.2	Kaizen'e katılımda hiyerarşi 86
Çizelge 3.3	Kaizen'in Üç Ayağı..... 91
Çizelge 4.1	Ürün-Miktar Analizi Çizelgesi..... 103
Çizelge 4.2	Üretim hacmine göre sıralı parça-operasyon sırası tablosu..... 105
Çizelge 4.3	Proses sırasına göre gruplanmış ürün-operasyon sırası çizelgesi..... 105
Çizelge 4.4	Aynı proses sıralamasına sahip olan ürünlerin gruplandırılması 106
Çizelge 4.5	Değer Akış Haritalamada Kullanılan Semboller..... 108
Çizelge 5.1	Ön kros toplanması iş akışı 145
Çizelge 5.2	Ön kros toplama hücresi mevcut durum hat yanı stoğu 147
Çizelge 5.3	Ön kros toplama hücresi gelecek durum hat yanı stok miktarı 150
Çizelge 5.4	Operatör 1'in işlem sırası 155
Çizelge 5.5	Operatör 2'nin işlem sırası 156
Çizelge 5.6	Operatör 3'ün işlem sırası 157
Çizelge 5.7	Operatör 4'ün işlem sırası 158
Çizelge 5.8	Ön kros toplama hücresi ikinci gelecek durumda Operatör 1'in işlem Sırası..... 162
Çizelge 5.9	Ön kros toplama hücresi ikinci gelecek durumda Operatör 2'nin işlem Sırası..... 163
Çizelge 5.10	Ön kros toplama hücresi ikinci gelecek durumda Operatör 3'ün işlem Sırası..... 164
Çizelge 5.11	Çapak kesme işlem sırası 176
Çizelge 5.12	Dikiş kaynağı, delik delme ve punta kaynağı işlem sırası 177
Çizelge 5.13	Yakıt deposu test işlem sırası 178
Çizelge 5.14	Yakıt tankı türleri için yıllık ve günlük talep miktarları 181
Çizelge 5.15	Alt parça kompleksi için işlem süreleri..... 182
Çizelge 5.16	Üst parça kompleksi için işlem süreleri 182
Çizelge 5.17	Yakıt tankı boynu için işlem süreleri 183
Çizelge 5.18	Yakıt tankı kompleksi için işlem süreleri..... 183
Çizelge 5.19	0017669 Yakıt Tankı için mamül ve yarımamül stok miktarları 184
Çizelge 5.20	0012185 Yakıt Tankı için mamül ve yarımamül stok miktarları 184
Çizelge 5.21	001636 Yakıt Tankı için mamül ve yarımamül stok miktarları 185
Çizelge 5.22	001611 Yakıt Tankı için mamül ve yarımamül stok miktarları 185
Çizelge 5.23	Ham malzeme stok miktarları 186
Çizelge 5.24	Dalgakıran perde parçası stok miktarı..... 187
Çizelge 5.25	Hücre 5 gelecek durum standart operasyon sırası 198
Çizelge 5.26	Yakıt tankı türleri için günlük üretim sipariş miktarları..... 200
Çizelge 5.27	Yakıt tankı türleri için sac ve montaj atölyeleri arasındaki parça süpermarketindeki parça adedi..... 201
Çizelge 5.28	Yakıt tankı türlerine göre pres ve sac atölyeleri arasında kurulacak sinyal kanbanlarının verecekleri üretim siparişi miktarları ve bu siparişin verileceği seviyeler..... 203
Çizelge 5.29	Dalgakıran perde parçası için satıcı kanbanı yeniden sipariş noktası ve sipariş miktarları 204

RESİM LİSTESİ

	Sayfa
Resim 3.1 Görsel kontrol panosu	93
Resim 5.1 Ön Köşe Modülü	145
Resim 5.2 Tek parça akışını sağlayan konveyör	149
Resim 5.3 Mevcut Durumda Hat Yanındaki Malzeme Stokları.....	150
Resim 5.4 Sıralı Malzeme İkmalinden Sonra Hat Yanı Malzeme Stoğu	151
Resim 5.5 Kaliper Tabancası Dayama Kolu	151
Resim 5.6 Konveyör üzerinde poke-yoke çalışması	152
Resim 5.7 Acil durdurma butonları	152
Resim 5.8 Manipülâtör sistemi ile operatöre binen yükün azaltılması.....	153
Resim 5.9 Monitörler için pnömatik askı sisteminin kurulması.....	153
Resim 5.10 Uzel Makina A.Ş. Rami fabrikası	170
Resim 5.11 Hücres 5'te mevcut durumdaki ara stok alanları	192
Resim 5.12 Alt ve üst parçaları bir araya getirmekte kullanılan ayarlı pense	194
Resim 5.13 Dikiş kaynağını çalıştırmak için operatörün hareketi.....	196



KISALTMA LİSTESİ

MRP	: Malzeme İhtiyaç Planlama (Material Resources Planning)
MRPII	: Üretim Kaynakları Planlaması
WIP	: Yarımamül Stoğu (Work-In-Process)
FIFO	: İlk Giren İlk Çıkar (First In First Out)
CONWIP	: Sabit Yarımamül Stoğu Sistemi(Constant Work-In-Process)
SMED	: Bir Dakikada Kalıp Değiştirme (Single Minute Exchange of Dies)
YTK	: Yakıt Tankı Kompleksi
ÜPK	: Üst Parça Kompleksi
APK	: Alt Parça Kompleksi
ÜPG	: Üst Parça Gövdesi
APG	: Alt Parça Gövdesi



ÖNSÖZ

Günümüzde yalın üretim giderek daha yaygın hale gelmekte ve global rekabet ortamında ayakta kalmayan işletmeler yalın üretimi uygulamak durumunda kalmaktadır. Bu nedenle yalın üretim tekniklerinin öğrenilerek bunların uygulamaya geçirilmesi giderek daha fazla önem kazanmaktadır. bu teknikleri uygulamak için bir yol haritası oluşturmada kullanılan Değer Akış Yönetimi, bu prosesi oldukça kolaylaştıran, sistematik bir yaklaşımdır. Bu nedenle bu tekniğin öğrenilerek uygulanması, işletmelere rekabet avantajı sağlayacaktır.

Bu çalışmanın yapılmasında benden yardımlarını esirgemeyen sayın danışman hocam Prof.Dr. Mesut ÖZGÜRLER'e, İTÜ Endüstri Mühendisliği bölümü başkanı Prof.Dr.Bülent DURMUŞOĞLU'na; Ford Otosan AŞ'de çalışma yaparken bana her türlü olanağı sağlayan ve yardımlarını esirgemeyen Üretim Planlama Mühendisi Kırhan Kazım BARMANBEK'e, Montaj Proses Mühendisi Ahmet GÜNENÇ'e, Montaj Ön Kros Toplama Çalışma Grubu Lideri Yavuz BEKAR'a, ve diğer üyelerine, Üretim Planlama Smart Card Parça İkmal Çalışma Grubu Lideri Tayyip AYDIN'a; Uzel Makine AŞ'de gerçekleştirdiğim uygulama sırasında başta değerli zamanını bana ayırarak her konuda yardımını esirgemeyen Pres Metod Teknisyeni Mehmet ÇETİN olmak üzere, Mühendislik ve Metod Departmanı Müdürü Nabi ÖZGÜÇ'e, Metod Mühendisliği Bölüm Müdürü İbrahim ÖZALHAS'a, Pres Metod Uzmanı İlhan KUBİLAY'a, Sac atölyesi sorumlusu Kutan ERKAYA'ya, Sac Atölyesi Sorumlusu Ersin METİN'e, Boya Metod Teknikeri Ali SEMİZ'e, Üretim Müdürü Nabi KULA'ya, Lojistik Malzeme İhtiyaç Planlama Direktörü Murat DUDURGA'ya ve Lojistik Malzeme İhtiyaç Planlama Uzmanı Ozan YANIK'a, çalışmam sırasında bana yardımcı olan ancak burada ismini sayamadığım tüm Uzel Makine AŞ ve Ford Otosan AŞ çalışanları ile bana çalışmamın her aşamasında destek veren aileme sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Haziran 2005, İstanbul

ÖZET

İlk olarak Japon otomotiv firması olan Toyota Motor Company’de Taiichi Ohno Tarafından Geliştirilen Yalın Üretim yaklaşımı daha sonra Amerikan Otomotiv şirketlerinin de dikkatini çekmiş ve onlar da bu konsepti uygulamaya başlamışlardır. Günümüzde tüm dünyadaki birçok işletme artık yalın üretimi kullanır hale gelmiştir. Sistemin temeli, performans arttırmak için, katma değer yaratmayan operasyonların, malzemelerin ve işgücünün elimine edilmesidir. Değer Akış Yönetimi tekniği, işletmelerin faaliyetlerine bir bütün olarak bakabilmek ve yalın dönüşümü gerçekleştirebilmeyi sağlar. Sekiz adımda uygulanan değer akış yönetimi, bugün yalın üretimi gerçekleştiren birçok işletmede kullanılmaktadır. Bu çalışmada Ford Otosan AŞ. ve Uzel Makine AŞ.’de gerçekleştirilmiş birer değer akış yönetimi uygulaması ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yalın Üretim, Değer Akış Yönetimi, Değer Akış Haritalandırma.



ABSTRACT

Lean Production approach which is first implemented by Japan automotive corporation Toyota Motor Company has also recognized by the American automotive corporations and they have implemented this concept. Recently, most of the enterprises have been implemented this approach. The core of the system is, eliminating non-value adding operations, operators and material in order to maximize performance. Value stream management is a technique to see all the actions of an enterprise from an holistic view and realize the lean transformation. Value stream management which is implemented in eight steps now used in many corporations that put into practice lean concepts. In this study, value stream management is illustrated with the applications carried out at Ford Otosan AŞ and Uzel Makina AŞ.

Key Words: Lean Production, Value Stream Management, Value Stream Mapping.



1.GİRİŞ

II.Dünya Savaşı sonrası yıllarda Japonya'nın kaynaklarının kıt olduğu bir dönemde Taichi Ohno ve Eiji Toyoda'nın üretim alanında uyguladıkları yenilikler, yalın üretim kavramına öncülük etmiştir. O dönemin Japonya'sında sermaye kıt olduğundan, Amerika'daki yoğun sermaye yatırımı gerektiren üretim teknikleri Japonya'ya uygulanamamış, buna çözüm arayışları neticesinde ortaya çıkan uygulamalar da “Yalın Üretim” kavramının doğuşunu sağlamıştır.

Yalın üretim, yapısında hiçbir gereksiz unsur taşımayan ve hata, maliyet, stok, işçilik, ürün geliştirme süreci ve üretim alanı gibi unsurların en aza indirildiği bir üretim sistemi olarak tanımlanır. Yalın düşünce, ürünün değerinin müşteri istekleri çerçevesinde tanımlanarak, değer akımının doğru biçimde sıralanarak, giderek daha yüksek etkinlikle gerçekleştirilmesini amaçlar. Yalın düşüncenin temel amacı, ürüne hiçbir değer katmadığı halde kaynak tüketen faaliyetleri yani “muda”ları belirleyerek elemine etmektir.

1990'lı yıllara dek yalın üretim teknikleri Japon firmaları tarafından kullanılıp geliştirilmiştir ve bu firmalar bu sayede büyük bir rekabet avantajı elde etmişlerdir. Womack ve Jones tarafından yazılmış olan ve 1990 yılında yayınlanan “Dünyayı Değiştiren Makina” adlı kitap, yalın üretim kavramının tüm dünyaya yayılmasını sağlamıştır. Bu kitabın esas amacı, kitlesel üretim uygulayan şirketleri Toyota Motor Şirketi tarafından ortaya konulan bu yeni üretim yönetim yaklaşımı konusunda uyarmaktır. 1996 yılında hem Yalın Üretim kavramlarını özetlemek, hem de yalınlaşmaya çalışan şirketler için bir klavuz oluşturmak amacı ile “Yalın Düşünce” adlı kitap yine Womack ve Jones tarafından yayımlanmıştır.

Yalın üretim tekniklerinin tüm dünyada artık yaygın bir biçimde uygulanmasıyla birlikte, işletmelerin yalın üretim tekniklerini bünyelerine almaları ihtiyaçları ortaya çıkmıştır. Bu noktada, yalın üretimin başlangıcından beri Toyota'da uygulanmakta olan “Malzeme ve Bilgi Haritaları”nın, 1999 yılında Rother ve Shook'un yayınladıkları “Görmeyi Öğrenmek” isimli kitapla birlikte ayrıntıları açıklanmasıyla “Değer Akış Haritalama” tekniği işletmelerin hangi yalın üretim tekniklerine ihtiyaçları olduğunu ve bunları nasıl uygulayacaklarını tespit edilmesinde kullanılmaya başlamıştır. Yalın üretimin temelinde yatan sürekli iyileştirme felsefesi ile bu tekniğin değer akımlarına sürekli olarak uygulanması ile de, “Değer Akış Yönetimi” kavramı ortaya çıkmıştır. Değer akış yönetimi bugün yalın üretimin en önemli uygulayıcıları olan şirketlerde uygulanan bir tekniktir. Yalın üretime geçmek isteyen birçok işletme de bu tekniği giderek artan oranda kullanmaktadır. Bu bağlamda, Değer Akış Yönetimi tekniğinin önemi giderek artmaktadır.

Bu çalışmanın ilk bölümünde Yalın üretim kavramının ortaya çıkmasını sağlayan tarihsel koşullar incelenmiş, bu bağlamda emek-sanat bağımlı üretim, amerikan tarzı üretim, seri üretim ve yalın üretimin karakteristikleri ortaya konulmuştur.

Üçüncü bölümde yalın üretim ayrıntılı olarak incelenmiş, işletmelerin daha yalın hale getirilmesi için kullanılan yalın teknikler kısaca tanıtılmıştır.

Dördüncü bölümde Değer akış yönetimi kavramı ele alınmış, tekniği oluşturan sekiz adım ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Beşinci bölümde, değer akış yönetiminin işletmeye sağladığı faydaları örneklendirmek amacıyla Ford Otosan AŞ. Ön Kros Toplama Hücresi ve Uzel Makine AŞ.'de yakıt tankı parça ailesi için yapılmış olan uygulamalara yer verilmiştir.

Son bölümde ise, yapılan çalışmalar sonucu ulaşılan sonuçlar ve değerlendirmeler ortaya konulmuştur.



2.YALIN ÜRETİMİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Bu bölümde yalın üretimin ortaya çıkmasını sağlayan tarihsel süreç incelenmiştir. Bunun için öncelikle emek sanat bağımlı üretim incelenmiş, akabinde seri üretime geçişte bir ara aşama olan amerikan sistemi incelenmiş ve seri üretime geçilmiştir. Son olarak da yalın üretimin ortaya çıkmasına neden olan tarihsel koşullar incelenmiştir.

2.1 Emek-Sanat Bağımlı Üretim

20.yy.ın başlarına kadar Avrupa’da hakim olan üretim biçimi, emek sanat bağımlı üretim idi. Bu üretim biçiminin özellikleri özellikle yüzyılın son yıllarında otomobil imalatı yapan Avrupa firmalarında belirdi.

Emek sanat bağımlı üretimde işgücü, çıraklık döneminden geçerek tam bir sanat tecrübesine sahip olmuş; tasarım, imalat işlemleri ve montajda çok tecrübelidir. Bu işçiler montaj firmalarında çalışan taşeronlar olmayı ummaktaydılar. Bu işçiler, mekanik tasarım prensiplerini ve çalıştıkları malzemeleri tamamen anlıyorlardı. Daha da fazlası, çoğu kendi kendinin patronu idi ve ekseriyetle fabrikadan bağımsız taşeronlar olarak çalışıyorlardı veya genellikle şirketin belirli parçalar için anlaşma yaptığı bağımsız atölye sahipleri olarak hizmet veriyorlardı.

Çoğu parçalar ve aracın tasarımının çoğu bu küçük atölyelerden gelmekteydi. Bu atölyeler her ne kadar bir şehirde yoğunlaşmış olsalar da, kuruluşlar sorumluluğun aşırı derecede dağıldığı bir durumdaydı. Bu sistem, müşteriler, çalışanlar ve yan sanayicilerle doğrudan temasta olan bir müteşebbis tarafından koordine edilmekteydi. Bu müteşebbisler, müşterilerle konuşup ürünün tam özelliklerini belirlemekten, gerekli parçaları ısmarlamaktan ve son ürünü monte etmekten sorumludurlar.

Üretim tamamiyle müşterinin istekleri doğrultusunda yapılmaktadır. Müşteri bir otomobil ısmarladığında ister sağdan direksiyon, isterse soldan direksiyonlu olarak yapılabilmekteydi. Şu anki otomobil imalatçılarının düşünemeyecekleri kadar maliyetli olan bu değişiklik, o zamanlarda gayet normal bir istek olarak karşılanabilmekteydi.

Üretim hacmi çok düşüktür ve bunların sadece bir miktarı aynı tasarıma göre imal edilmektedir. Aynı tasarıma göre imal edilenler arasında el sanatı teknikleri ister istemez farklılıklara sebep olduğundan iki ürün dahi birbirinin eşi olmamaktadır. Bunun nedeniyse, montaj fabrikasının ve taşeronların standart bir ölçü sistemi kullanmaması ve 1890’ların imalat aletlerinin sertleştirilmiş çeliği kesememesidir.

Taşeronlar birbirinden az çok farklı ölçüler kullanarak, parçaları yapmaktaydılar. Sonradan,

ağır kullanıma dayanabilmeleri için yüzeylerini setleştirmek amacıyla parçalar fırınlanmaktaydı. Ancak bu fırınlama işlemi sırasında parçalar genellikle çarpılıyor ve orijinal şekillerini kazanmaları için yeniden işlenmeleri gerekiyordu. Sonuçta bu parçalar montaj fabrikasının son montaj salonuna getirildiğinde, parçalar takriben istenilen ölçülerde olabiliyordu. Son montajdaki tecrübeli montajcı, ilk iki parçayı alıp birbirine tam olarak uyana kadar onları tesviye ediyordu. Sonra üçüncü parçayı alıp, bu parçayı ilk iki parçaya uyana dek tesviye ediyor ve bu işlem tüm otomobilin montajı tamamlanana kadar devam ediyordu.

Bu sıralı montajın sonucunda “Boyutsal Garibe” adı verilen nesne ortaya çıkıyordu. Dolayısıyla montajcılar otomobilin montajını tamamladıklarında, ortaya çıkan ürün, boyutsal açıdan, yan tezgahta aynı teknik resimlere göre yapılan diğer otomobilden belirgin bir şekilde farklı olabiliyordu.

Bunun dışında, üretimde metal ve ahşap üzerinde delme, taşlama ve diğer işlemler için genel maksatlı imalat araçları kullanılmaktaydı.

Üretim maliyetleri yüksektir ve adet artışı ile maliyet düşmemektedir. Yani yılda aynı otomobilden 200.000 adet yapıldığındaki birim maliyet, 10 otomobil yapılmasındaki birim maliyetten daha düşük değildir.

Çağımızda bu emek sanat bağımlı üretim için asıl büyük sorun, üretim işinin çoğu o atölyelerde yer almasına rağmen, bu küçük bağımsız atölyelerin yeni teknolojiler geliştirememeleridir. Çünkü bireysel el sanatkarlığı temel yeniliklerin peşine düşecek kaynaklara sahip değildi; gerçek teknolojik ilerleme için tamircilikten ziyade sistematik araştırma gerekmektedir (Womack ve Jones,1990).

Büyük oranda becerili işgücüne dayanan bu üretim biçimi, “Avrupa Üretim Metodu” olarak da adlandırılmaktaydı (Hounshell,1985).

2.2 Amerikan Tarzı Üretim Sistemi

Avrupa’da emek sanat bağımlı üretim uygulanırken, 19.yy.da Amerika’da seri üretime geçişin alt yapısını oluşturacak bir üretim biçimi uygulanmaktaydı. Bu aynı zamanda seri üretimin neden Avrupa’da değil de Amerika’da ortaya çıktığını da açıklamaktadır. Bu üretim metodunun ana özelliği, parçaların birbirlerinin yerine tam ve tutarlı olarak kullanılacak şekilde değişebilir olmasıydı.

Amerikan tarzı üretim sisteminin temelinde yatan parçaların birbirlerinin yerine kolayca değişebilirliği ya da 19.yy.ın başlarında Amerikan jargonundaki karşılığı olan “Birörneklik

Sistemi (Uniformity System)” 18.yy.Fransız Askeri Rasyonalizmine dayanır. Bu sistemin mimarı olarak General Jean-Baptiste de Gribeauval’dır. 1765’ten itibaren Gribeauval, kendi adıyla anılan bir planla, Fransız silahlı kuvvetlerini standart parçalardan oluşmuş standart silahlarla donatarak rasyonalize edilmesine başladı. Griveauval bu şekilde küçük silah ve top parçalarının da askerler kadar hızlı ve kolay biçimde değişiminin sağlamayı amaçlıyordu. Ancak Griveauval’ın bu düşüncesini hayata geçirmesi, çok büyük parasal ve beşeri kaynaklar harcanması ile yaklaşık olarak bir asır aldı.

Griveanuval’ın düşüncesi takipçileri ve özellikle de Amerikalılar’da büyük etki yarattı. Gribeauval’ın düşüncelerinin Amerika’da etkili olması iki yolla oldu. Bunlardan ilki, Amerikalılar’ın Honore Blanc isimli bir Fransız’ın üniformaluk konusundaki çabalarını öğrenmesi; ikincisi ise Fransız askeri düşünce ve pratiğinin büyük etkisi nedeniyle ABD savaş bakanlığının üniformaluk prensibinin hararetli bir savunucusu haline gelmesidir.

Bunlardan ilk neden olan Honore de Blanc, Fransız ordusunda General Griveauval’ın himayesinde üniform tüfek parçaları tasarlıyordu. Ancak General Gribeauval’ın 1798 Fransız Devriminde ölümüyle birlikte, Blanc de sistemini sivil olarak hayata geçirmek için bir fabrika kurdu ancak fabrikası çok geçmeden kapandı. Çağdaşları, sisteminin sivil yaşamda uygulanabilir olmadığını savunuyorlardı.

Amerikanın eski başkanlarından Thomas Jefferson, bir Fransız bakanına yazdığı mektupta Blanc’ın sisteminin oldukça büyük avantajlara sahip olduğundan bahsetmiş, bundan üç yıl sonra da Blanc’la çalışmalarını amerika’da sürdürmeyi önermiş ve kendi savaş bakanı Knox’a Blanc’ın Fransa’da çalışmalarının devlet tarafından desteklenmesini istediği ancak başarılı olamadığı dilekçesini vermiştir. Ancak görünen odur ki, Blanc’ın çalışmaları ve Jefferson’ın bu konudaki istekliliği, Knox’u etkilememiştir ki, Knox hiçbir zaman Jefferson’ın bu isteklerini yerine getirmemiştir.

Bundan başka da Fransız askeri düşüncesinin Amerikan ordusu üzerindeki büyük etkisi olmuştur. Amerikan devriminden sonra Fransız uygulamaları ordu içinde hızla yayılmıştır. Bunun nedeni, Fransız devriminden sonra birçok Fransız askerin ABD’de çalışmaya başlamasıdır. Bunlardan en önemlileri Lois de Tousard’tır. Tousard Fransız devriminden sonra Amerika’ya gelmiş ve 1795’te Amerikan Birlikleri kurulurken orduya katılmıştır. Birçok başka görev yapmış olmasına karşın, öğretmeye olan ilgisi nedeniyle 1809 yılında yazmış olduğu kitap ABD’de subayların eğitiminde kullanılan temel kitap haline geldi ve böylece Gribeauval sisteminin amerikan askeri düşüncesinde kökleşmesini sağladı.

Thomas Jefferson’un bu konudaki istekliliği ve Honore Blanc’ın değiştirilebilir tüfek parçaları

Üretim deneyimleri ile Amerikan askeri düşüncesindeki General Grebeauval'in rasyonel düşüncesinin etkileri, Amerikan sistemi silah üretimi için gerekli olan entelektüel ve kurumsal temeli sağlamıştır. Bunun neticesinde Amerikan Savaş bakanlığı "birbiriyle değitirilebilirlik" ilkesini benimseyerek, kendi silah üretim tesislerinden ve özel firmalarla yapmış olduğu kontratlardan bunu talep etmeye balamıtır.

Önceleri yalnız silah fabrikalarında uygulanan bu yeni üretim teknolojisi, sonraları dikiş makinaları, daktilo, bisiklet ve son olarak da otomobil üretiminde uygulanmıştır. Nathan Rosenberg bu geçişin nasıl olduğu konusunda bir analiz ortaya koymuştur. Buna göre küçük ateşli silahlar endüstrisi ile birlikte gelişen Amerikan kesici takım endüstrisinin bu geçişin sağlanması kilit etmen olduğunu söyler. Buna göre kesici takım imalatçıları, çeşitli endüstrilerdeki üreticilerle birlikte alımı ve karılatıkları üretim problemlerinin üstesinden gelmek üzere birlikte çözümler bulmuşlardır. Her problem çözüldüğünde, yeni bilgi kesici takım firmasında toplanmış ve diğer endüstrilerde karşılaşılan problemlerin çözümünde de uygulanmıştır. Bunun yanında ateşli silahlar endüstrisinden sözü edilen sektörlere geçen çalışanlar da know-how'ın bu sektörlere geçmesinde aynı derecede büyük rol oynamışlardır.

Diki makinaları sektöründe Singer, amerikan sistemini uygulamaya geçmeye çalışan ilk şirkettir. Singer kurulduğu 1863 yılından itibaren 1880'e kadar ABD'de ve dünyada satışlarını artırmış ve yıllık beyzbinlik bir satış rakamına ulaşmıştır. Hızla artan satışlara yetiilemeyince, firmanın Manhattan Silah irketinden transfer edilen başkanı bir komite kurmuş ve bu komite yapmış olduğu araştırmalar neticesinde "montaj için üretilen parçaların tümü üretilmeye balandıkları departmanda bitirilmeli ve ölçülmeli, ve hiçbir parça montaj edildikleri yerde retilmemeli" kararını almıştır. Bu karar, her ne kadar giderek artan oranda rasyonel mastar bağlayıcı ve ölçü aleti kullansa da, Singer'in montaj derken yaptığı şeyin aslında çoğunlukla el ile tesviye etme ve özel işleme olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak yapılan çalışmalara karşın, irket iki yıl sonra dahi balanılan noktadan çok da farklı bir noktaya gelememitir. Singer'in bunu gerekletirememesinin nedeni, işleme ve kontrolde yeterli özeni göstermemesidir. Çünkü daha sonra Encyclopaedia Britannica da Ford'un Seri retim konusunda belirttiği gibi "Seri retim'de tesviyeci olmaz." Satış ve üretimde büyük başarı göstermesine karşın Singer'in seri üretim gelişimini yarım bırakmasının nedeni, tesviyecilere bağımlı kalmasıdır.

Bu süreçte incelenmesi gereken bir diğer amerikan irketi, biçerdöver reticisi McCormick'tir. 1848 yılında kurulan McCormick, 1880 yılında 21.600 makina ürettiğinden, yılda 500.000 dikiş makinası üreten Singer ile karşılaştırıldığında oldukça küçük ölçekte

üretim yapmaktaydı. Geçen yıllarla birlikte satışlar artarken, fabrikanın çıktısında çok fazla bir değişiklik olmadığından, fabrikanın başına Colt Silah Fabrikası, Connecticut Ateşli Silahlar Şirketi ve son olarak da Wilson Dikiş makinası Şirketinde çalışmış olan Lewis Wilkinson getirildi. Wilkinson, küçük silah üretimindeki uygulamaları McCormick'e taşıdı ve McCormick'in üretim metodlarında radikal değişimlerin gerçekleşmesini sağladı. Bu yeni metodlarla fabrikanın yıllık çıktısı hızlı bir şekilde arttı. Ancak biçme makinası endüstrisindeki yıllık değişim gereksinimi, McCormick makinalarının pazarda cazibesini uzun süre koruyamaması, yıllık üretimine sınırlamalar getiriyordu. Belki de bu nedenle McCormick, seri üretimin doğduğu yer olamamıştır.

Bu sırada amerikan sistemi ile seri üretim arasındaki geçişi sağlayacak yeni bir ürün ortaya çıkmıştır. Bu ürün bisiklet idi. İlk otomobil şasileri, bisiklet tüp ve lastiklerinden oluşuyordu. Aynı zamandan, ilk otomobil üreticileri, bisiklet imalatçılarıydı. Bisiklet ile birlikte metal levhaları basma, presleme ve elektrik direnç kaynağı gibi yeni üretim teknikleri de gelişti. Bu yeni teknikler, parçaların kayda değer ölçüde düşük maliyetlere üretilmesini sağlayarak, otomobil endüstrisinin de temel üretim teknolojileri olmuştur.

1890'lı yıllarda büyük miktarlara ulaşan bisiklet üretimi; özel makinalar, aletler, masterlar, bağlama elemanları ve ölçme aletleri ile ekonomik üretimin gerçekleştirilebileceğini tüm dünyaya göstererek, birbirleriyle değiştirilebilir parçaların üretiminin, yani amerikan tarzı üretim biçiminin, daha önce pratik olmadığına düşünüldeği alanlarda dahi kurulumunu sağlamıştır (Hounshell,1985).

Bundan sonra ortaya çıkan Ford'un seri üretim sistemi, amerikan sisteminin bu mirası üzerinde şekillenmiştir.

2.3 Seri Üretim

Ford firması, genellikle bizim türkçede "Seri Üretim" adını verdiğimiz "Kitle Üretimi (Mass Production)"ın ortaya çıkmasını sağlayan asıl etmen olarak görülür. Özellikle de ifadenin "Kitle (mass)" kısmını bizzat Ford şirketi tarafından Encyclopaedia Britannica'ya gönderilen bir makale ile konulmuştur. Bu makale, Encyclopaedia Britannica'nın editörü tarafından yeni üretim sistemini tanımlamak üzere Ford şirketinden istenmiş, Ford şirketinin sözcüsü William J. Cameron da üretim planlama sorumlusu ile görüşerek, sistemin genel karakteristikleri hakkında bilgi almış ve bu makaleyi yazmıştır. Bu makale aynı zamanda New York Times'ta da yayınlanmış ve böylece daha önceki popüler terim olan Fordizm'in yerini "Kitle Üretimi" almıştır. Daha önce incelenen Singer, McCormick ve Bisiklet endüstrisi şirketlerinden farklı olarak Ford, en ucuz fiyatlı otomobili üretmeyi ve sürekli fiyat indirimleriyle daha büyük

talep oluşturmaya amaç edinmişti. Ford, Model T'sini “Kitleler için otomobil (car for the masses)” olarak tanımlar. Model T döneminden önce, “Kitleler” kelimesi daha çok olumsuz anlamı olarak kullanılmaktaydı. Ancak Ford'un sözü edilen amacı ve şirketinin bu amaca ulaşma yeteneği sayesinde “kitleler”, 20. yy.ın en önemli dayanıklı tüketim malı için meşru ve neredeyse sınırsız bir pazar olarak algılanmaya başlanmıştır (Hounshell,1985).

Genel olarak sanıldığı gibi seri üretimin ortaya çıkmasına neden olan kilit gelişme, 1913 yılında hareket eden montaj hattının bulunması değildi (Womack ve Jones,1990). Bundan önce Ford'un üretim mühendisleri daha önce bisiklet üretiminin revaçta olduğu 1890'lı yıllarda yaygın olan iki üretim yaklaşımını birlikte uyguladılar.

Bunlardan ilki, ateşli silahlar endüstrisindeki uygulamaların, yani daha önce Amerikan sistemi olarak bahsedilen parçaların birbirleriyle tam ve basit bir biçimde değiştirilebilmesini benimsenmesidir. Her ne kadar Ford master, bağlayıcı ve ölçme teknikleri hakkında çok az bilgiye sahip olsa da, Ford montaj maliyetlerinde elde edeceği tasarrufun farkına vardığından, parçaların birbirleri ile değiştirilebilirliğinin ateşli bir savunucusu olmuş ve sürecin tamamında aynı ölçme masteri sisteminin kullanılmasında ısrarcı olmuştur. (Hounshell,1985). Böylece, her montaj fabrikasının nüvesini teşkil eden ve parçaları birbirine uyumlu hale getirmek için tesviye eden tecrübeli montaj elemanlarını elemine etmiştir.

İkinci olarak ise Ford, önceden sertleştirilmiş metalleri işleyebilen takım tezgahlarındaki on gelişmelerden faydalanmıştır. Makina parçalarının sertleştirilmeleri sırasında meydana gelen çarpılma, bundan önce parça standardizasyonunu sağlamaya çalışan girişimlerin önündeki en önemli engel olmuştur (Womack ve Jones,1990). Bu sorunu aşmak için Ford, Çelik levhaları presleme ve basma teknolojilerini kullanmıştır. Bunun için ilk olarak, bisiklet komponentleri üreten John R.Keim Company ile anlaşmıştır. Detroit'teki Highland Park fabrikasını açtıktan sonra ise New York'ta bulunan bu fabrikayı satın almış, preslerini ve diğer makinelerini Highland Park'a taşımıştır. Böylece giderek artan sayıda otomobil parçasını geleneksel işleme metodlarıyla üretmekten ziyade, çelik levhalardan basma ile üretilmesine başlamıştır.

Bu ikisi bir araya gelince Ford, neredeyse sınırsız sayıda otomobil komponentini üretme kapasitesine kavuşmuştur. Sıra parçaların bir araya getirilmesi aşamasında oluşan darboğazın elemine edilmesine gelmişti. Bu da hareketli montaj hattı ile gerçekleşti (Hounshell,1985). Hareketli montaj hattının gelişimi de bir tarihsel sürecin eseridir.

Otomobil montajına 1903'te başlayan Ford, üzerinde tüm bir otomobilin genellikle tek bir işçi tarafından montajının yapılması için montaj tezgahlarının kurulmasını kapsıyordu. 1908'de ortalama bir Ford montajcısının ortalama görev süresi, yani aynı işlemi tekrarlamadan önce

çalıştığı zaman miktarı, 514 dk. Yani 8,56 saat idi. Her işçi, bir sonrakine geçmeden önce otomobilin büyük bir kısmını monte ediyordu. Örneğin bir işçi tekerlekler, yaylar, motor, şanzıman gibi tüm mekanik parçaları şasiye takıyor ve bu işlemleri tamamlamak tam bir gün sürüyordu. Montaj ustaları, sabit montaj tezgahlarında aynı işlemleri tekrar tekrar yerine getiriyorlardı. İşçilerin gerekli parçaları almaları, o tarihlerde parçaların henüz tam olarak birbirinin yerine değişebilirliği sağlanamadığı için parçaları birbirlerine uyacak şekilde tesviye etmeleri ve sonra da yerlerine takmaları gerekiyordu.

Bu işlemi daha verimli hale getirmek için Ford ilk olarak, parçaları her iş istasyonuna ikmal etmeye başladı. Bu sayede işçiler tüm gün aynı noktada kalarak montaj işlemlerini gerçekleştirebiliyordu.

Daha sonra 1908'te Ford, parçaların birbirinin yerini mükemmel olarak değişebilirliğini sağladığında, montajcının sadece tek bir işi yapmasına ve montaj salonunda araçtan aracına gitmesine karar verdi. Bu sayede bir Ford montajcısının ortalama görev süresi 514 dk.dan 2,3 dk.ya inmişti. Doğal olarak bu düşüş ve özellikle de parçaların artık eğelenerek birbirine alıştırılması işlemi ortadan kaldırıldığı için işçilerin her seferinde yerine uyan parçaları çabucak, kolayca takabilmeleri sayesinde, işçilerin basit ve az sayıdaki işi kazandığı alışkanlık sayesinde yapabilmeleri, üretkenliğin dikkate değer miktarda artmasını sağladı.

Ford bundan sonra işçilerin istasyonlar arasında hareket etmesi sorununun da farkına vararak, bunun da elemine edilmesi için bir çözüm düşünmeye başladı. İşçilerin tezgahlar arasında yürütmesi, yalnızca bir veya iki metre bile olsa, zaman alıyordu ve hızlı işçiler önlerindeki yavaş işçileri geçtikçe, sık sık darboğazlar oluşuyordu (Womack ve Jones,1990). Bunun için Ford, Chicago ve Cincinnati'de bulunan et kombinalarında kesilen hayvanların ayrıştırıldıkları hatlardan esinlenerek, otomobillerin de işçilerin bulundukları istasyonlar arasında hareket etmesini sağlayacak bir hat ortaya çıkarılırsa, işçilerin gereksiz yere yürümelerinin elemine edilebileceğini fark ederek, hareketli montaj hattını buldu. İlk olarak 1 Nisan 1913'te denenerek üretimde kullanılmaya başlanan hareketli montaj hattı, üretimin çeşitli aşamalarında %50'den 10 kata kadar değişen bir üretkenlik artışını sağladı (Hounshell,1985). Böylece, 2,3 dakikalık montaj çevrim süresi, 1,19 dakikaya inmiş oldu. Bu keşif aynı zamanda otomobili monte edecek işgücü miktarını da aynı zamanda azaltıyor, ayrıca daha fazla araç ürettikçe birim araç maliyeti düşüyordu (Womack ve Jones,1990). Bunun için 1914 yılında yıllık üçyüzbin adet olan Model T üretimi, 1923 yılında yıllık iki milyonun üzerine çıkmış, bu dönemde fiyatların artmasına karşın, Model T'nin fiyatı %60 oranında azalmıştır.

Ford hareketli montaj hattının devreye girdiği 1913 yılında çalışanların devir hızının %380 ve hatta daha yüksekler çıkıldığını gördü. Bunun üzerine verimsizlik yaratan bu durumu düzeltmek üzere 5 Ocak 1914 yılında “Günlük 5 dolar” diye bilinen şeyi ortaya koydu. Böylece Ford çalışanlarının günlük kazançları ikiye katlanmış oldu ve bu çalışanların “hatta kalmalarını” sağladı. Yüksek derecede mekanize olmuş üretim, hareketli montaj hattı, yüksek ücretler ve düşük fiyatlar, “Fordizm”in doğduğunu müjdeliyordu.

Ford’un 1921 yılında otomobil pazarının %50’den fazlasını ele geçirmesi ile gerçekleştirdiği uygulamalar, Amerikan endüstrisinden büyük yankı uyandırdı. Ve diğer otomobil üreticileri de yavaş yavaş Ford’un yeniliklerini uygulamaya başlayınca, seri üretim felsefesi Amerika’da kök salmış oldu. Ve bundan sonra yalnızca otomobil değil; inşaat, mobilya ve hatta tarım gibi diğer endüstrilere de uygulanmaya çalışıldıysa da, bu çalışmalar başarılı olamadı (Hounshell,1985). Bunun sebebi, kısmen endüstriler arasında birlikte çalışmanın hiçbir zaman mevcut olmayışı ve ayrıca Ford’un tüm karar yetkisini kendisinde toplamasının yanı sıra, global bir işin nasıl organize edileceğini kesinlikle bilmemesi idi.

Seri üretim sisteminin temel karakteristikleri aşağıdaki gibi incelenebilir (Womack ve Jones,1990).

- **İşgücü:** Ford fabrikasında yalnızca parçalar değil, işçiler de birbirleri yerine mükemmel bir biçimde değiştirilebilir hale gelmiştir. Emek sanat bağımlı üretimde gerekli olan, otomobilin çoğu parçasını monte eden eğitimli ve tecrübeli işçilerin yerini, tek görevi iki civataya iki somun bağlamak ya da her arabaya bir tekerlek takmak olan işçiler almıştır. Bu işçilerin parça ısmarlaması, aletlerini islah etmesi, kalite kontrolü yapması ve hatta yanındaki işçinin ne yaptığını bilmesi dahi gerekmiyordu. Bunun yerine kafasını önüne eğip başka şeyler düşünmekteydi. Dolayısıyla yalnızca bir iki dakikalık eğitim ile yeni işlerini öğrenebilen işçiler, fabrikadaki diğer bireylerle aynı lisanı konuşmaları dahi gerekmiyordu. Nitekim 1915’te Ford’un Highland Park fabrikasında 50’den fazla dilin konuşulduğu bilinmektedir. Sonuç olarak işçiler de en az araba üzerindeki parçalar kadar değiştirilebilir hale gelmişlerdir.

Ford işçilerin işletme koşulları hakkında gönüllü olarak herhangi bir bilgi vermeyeceklerini, hataları bildirmeyecekleri önkabulünden hareketle, ustabaşları ve endüstri mühendisleri vasıtasıyla denetlenmelerini öngörmüştü. Bunlar tespitlerini, gerekli tedbirlerin alınması için üst kademeye rapor etmekten mesuldüler. Ustabaşları, daha önce fabrikanın tüm alanı boyunca geniş çaplı

görevleri ve sorumlulukları olmasına karşın, şimdi yarı eğitilmiş bir denetleyici durumuna düşmüştü. Endüstri mühendisleri de tüm parçaların nasıl bir araya geldiğini ve her montajcının ne yapması gerektiğini düşünen kişiydi. Bunun yanında parçaların montaj hattına ikmalinin düzenlenmesi için konveyörleri veya kanalları tasarlayan üretim mühendisleri; çalışma alanını temizlemek için görevli temizlikçiler; montajcıların aletlerini yenilemekle görevli tamirciler; kalite kontrolden sorumlu uzmanlar ve son olarak da hattın sonunda, yapılmış olan hataları düzeltmekten sorumlu olan ve kalifiye montajcılarının tüm becerilerine sahip olan tamir işçileri gibi bir dolaylı işçi ordusu bulunmaktaydı. Emek sanat bağımlı üretimde bu dolaylı işçiler yoktu.

Ford işgücünü yalnızca fabrikada değil, mühendislikte de bölmüştü. Endüstri mühendisleri, üretim makinalarını tasarlayan üretim mühendisleri ve otomobilin kendisini tasarlayan ürün mühendisleri vardı. Bunlar da kendi içlerinde uzmanlaşıyor, bazı endüstri mühendisleri montaj işlemlerinde uzmanlaşırken, diğerleri tek parçaları imal etmeye tahsis edilmiş makinaların işletiminde uzmanlaşmışlardı. Bazı imalat mühendisleri montaj donanımının tasarımında uzmanlaşırken, bazıları da her özel parça için belirli makinalar tasarlıyorlardı. Bunun gibi bazı ürün mühendisleri motorlar üzerine, bazıları gövde üzerine ve bazıları da elektrik sistemleri üzerinde uzmanlaşmışlardı.

Bu orijinal bilgi işçileri, emek sanat bağımlı devrin eğitilmiş atölye sahiplerinin ve ustabaşlarının yerlerini aldılar. Bu yeni uzmanların temel görevi, fabrikanın çoğunluğunu oluşturan eğitimsiz işçilerin yapabilecekleri işleri ve kullanılabilecekleri parça ve aletleri tasarlamaktı.

Bu sistemde ortalama bir fabrika işçisinin, emek sanat bağımlı üretimde olduğu gibi kendi hesabına çalışan taşeron olmak gibi bir ideale sahip olamazdı. Onun en iyimser tahminle gelebileceği yer, ustabaşılık idi. Mühendisler de aynı şekilde genç stajyer mühendis olarak girdikleri işyerlerinde en fazla başmühendis olabiliyorlardı.

Ayrıca “Günlük 5 Dolar” olarak ifade edilen yüksek ücret işçilerin işlerinde kalmalarını sağlarken, cironun azalmasına neden oldu. Zamanla geçici olarak bu işi yaptığını ve bir süre sonra memleketine geri döneceğini düşünen işçiler, bu işin hayatlarının işi olduğunu anladılar. Birden seri üretim yapan fabrikalar iş güvencesiz, sonu çıkmaz, monotonluğun dayanılmaz olduğu yerler olarak

görünmeye başladı ve çalışma koşulları hızla daha da katlanılmaz hale geldi.

- **Organizasyon:** Highland Park ilk açıldığında Ford otomobilin tüm bileşenlerini dışarıdan alıyor, otomobilin yalnızca montajını yapıyordu. Ancak Ford 1915 yılında tüm bu işlevleri kendi bünyesine almış ve otomobille ilgili her şeyi kendi bünyesinde gerçekleştirmeyi amaç edinen bir dikey bütünleşme yolunda ilerlemekteydi. Ki bu istek, 1931 yılında Detroit'te açılan Rouge fabrikasında doruk noktasına ulaşmıştır. Bunun iki temel nedeni vardı. İlk olarak Ford seri üretim tekniklerini yan sanayicilerinden önce mükemmelleştirdiğinden, her şeyi kendi yaparak önemli maliyet avantajları sağlamak istiyordu.

İkinci olarak ise, hassas ve sık teslimat programlarında parçalara gereksinim duyduğundan, serbest pazarda bunun için yan sanayicilere güvenmenin zor olduğunu düşünüyordu. Bu nedenle Pazar mekanizmasını organizasyonel koordinasyonun “görünen eli” ile değiştirmeye karar vermişti. Ancak topyekün dikey bütünleşme de çok geniş ölçekli bir bürokrasiye yol açmış ve bunun yanında kendi bazı sorunlarını da beraberinde getirmiştir.

Ford'un üretiminin boyutu, ikinci bir organizasyonel soruna yol açmıştır ki, bu da nakliye sorunları ve ticari bariyerlerdir. Ford, otomobilin tamamını bir yerde üretilip tüm dünyaya satmak istiyordu. Ancak o günlerin nakliye sistemleri muazzam miktardaki bitmiş otomobilleri ekonomik olarak ve zarar vermeden taşımaya elverişli değildi.

Ayrıca hükümetlerin politikaları, genellikle bitmiş mamüllere ticari bariyerler uygulamaktaydı. Dolayısıyla Ford, parçaların tasarımını, mühendisliğini ve üretimini merkezi olarak Detroit'te yapmaya ancak montajını başka yerlerde gerçekleştirmeye karar verdi.

Ancak bu kez de tek bir standart ürünün tüm dünya pazarlarına uygun olmaması problemi ortaya çıktı. Örneğin Amerikalılara Teksas'ta petrol bulunup yakıt fiyatlarının düşmesi ile küçük bir otomobil olarak görünürken, özellikle sokakların dar olduğu ve petrol bulunamadığı için hükümetlerin benzine koyduğu vergilerden dolayı benzinin pahalı olduğu Avrupa ülkelerinde Ford'un Model T'si büyük bir otomobil olarak görünüyordu.

Bunun için Ford, Fransa, Almanya ve İngiltere'de tam olarak bütünleşmiş üç imalat sistemi kurmuştu. Bu şirketler ülkelerin yerel zevklerine göre özel ürünler üretmekteydi.

- **Takımlar:** Ford parçaların değiştirilebilirliğini, sertleştirilmiş metali kesebilen ve çelik saçları presleyip şekillendirebilen yeni takım ve aletler sayesinde yakalamıştı. Fakat bunları ucuz biçimde üretmenin yolu, bu işi yüksek adetlerde ve her parça arasında düşük veya sıfır hazırlama maliyetleri ile yapabilen takımlarda bulunacaktır. Yani bir makinanın bir metale bir işlem yapabilemesi için birinin o metali makinaya yerleştirmesi ve sonra da birinin makinayı ayarlaması gerekmektedir. emek sanat bağımlı üretimde bu görev, eğitilmiş bir operatöre düşmekteydi. Emek sanat bağımlı üretimde makinalar genel amaçlı olduğundan, birçok işlem yapılabilmekte ancak her iş için uzun setup zamanlarına ihtiyaç duyulmaktaydı.

Ford setup zamanlarını düşürmek için yalnızca tek bir iş yapabilen makinalar imal etmişti. Sonradan mühendisler, üzerinde çalışılan parçayı bu özel makinada yerinde tutacak basit fikstürleri mükemmelleştirdiler. Eğitilmemiş işçi parçayı yerine oturtuyor ve bir düğmeye basıyordu. Bu da makinanın beş dakikalık eğitim görmüş bir işçi tarafından bile kullanılabilmesini sağlıyordu. İşçilerin hata yapmalarına olanak yoktu, çünkü parçalar yalnızca tek bir şekilde uyuyordu ve işçi onları sadece yerine yerleştirmektedir. Ayrıca makinalar oldukça hassastı ve çoğu durumda da otomatikleştmişti.

Setup süreleri saatlerden saniyelere indiği için, Ford aynı sayıdaki makinalardan çok daha fazla adette ürün elde ediyordu. Bundan da öte, mühendisler, birçok parçanın aynı anda işlem görmesini sağlayacak yollar bulmuşlardı. Buna ilaveten Ford yalnızca tek bir ürün yaptığı için makinalarını birbirinin devamı olacak biçimde yerleştirmişti.

Bu sistem oldukça prodüktif olmasına karşın, esnekliği az olduğu için büyük dezavantaja sahipti. Bu tahsis edilmiş makinaların yeni bir görev yapmak üzere değiştirilmeleri zaman alıcı ve pahalı idi. Hatta bir ölçü değişimi veya model değişimi ile birlikte makinalarını da ıskartaya çıkartılmaktaydı.

- **Ürün:** Üretilen otomobilin popülaritesi, onun tasarımının ve kullanılan malzemenin dayanıklılığından ve sıradan kullanıcının onu kolaylıkla tamir edebilmesinden kaynaklanıyordu. Otomobil sık sık bozulduğundan, tamir kolaylığı en önemli özellik durumuna geliyordu.

Ford ürünlerinin fonksiyonel parçalarının birbirine uyumu ve estetik görünüş gibi özellikleri oldukça zayıf idi. Ayrıca otomobil montaj hattının sonundan gitmeye

hazır hale gelinceye kadar kimse motoru çalıştırmıyordu ve hiçbir model T yol testinden geçmiyordu.

Ford birçok organizasyonel probleme sahipti ancak bunları görmezden geliyordu. Fabrikada üretime başarılıydı fakat seri üretimin istediği, fabrikalar sisteminin tamamını, mühendislik operasyonlarını ve pazarlama sistemini verimli yönetmek için gerekli olan organizasyonel yapıyı kuramamıştı. Alfred Sloan, Ford'un öncülük ettiği seri üretim sisteminin bu eksikliklerini tamamlayacaktı. Bugün seri üretim teriminden anlaşılan, bu tamamlanmış sistemdir.

General Motors, 1920'lerde yaşadığı büyük ekonomik krizle birlikte, Alfred Sloan'ı başkan yaptı. Sloan, seri üretimde başarılı olarak Ford'un pazardaki liderliğini elinden almak için GM'in iki önemli sorununu çözmesi gerektiğini söylüyordu. Şirket, büyük kuruluşlarını, yeni üretim tekniklerinin gerektirdiği biçimde profesyonelce yönetilmeliydi ve Ford'un temel ürünü "her keseye ve her amaca" hizmet edecek biçimde yeniden düzenlenmeli idi.

İlk sorunu çözmek için Sloan, küçük bir şirket merkezinden "sayılarla" objektif olarak yönetilen, merkeze bağlı olamayan bölümler yaratmıştır. Bu sayede Sloan ve diğer üst düzey yöneticiler şirketin ayrı ayrı kar merkezlerini görebilmekteydiler.

Sloan'a göre şirket üst kademe yöneticilerinin her bölümün işletilmesi hakkındaki ayrıntıları bilmeleri hem gereksiz, hem de uygunsuz idi. Sloan ve diğer üst düzey yöneticiler sık sık bölümlerden satışlar, pazar payı, yatırımlar, kar ve zarar hakkında ayrıntılı raporlar istiyorlardı. Eğer sayılar performansın zayıf olduğunu gösteriyorsa genel müdür değiştiriliyor, tutarlı olarak iyi rakamlar gösterebilen genel müdürler ise merkezde başkan yardımcılığına aday oluyorlardı.

Sloan ikinci sorunu ise GM'in hizmet vermek istediği geniş pazarı tatmin etmek için ucuzdan pahalıya kademe kademe giden Chevrolet'den Cadillac'a kadar beş modellik bir ürün çeşidi geliştirerek çözdü. Böylece, müşterilerin ömürleri boyunca hitap edebilecek bir ürün gamı ortaya konulmuş olduğunu düşünüyordu.

Sloan müşteri talebindeki çeşitliliği tatmin ederken, imalat maliyetlerini düşürmek için gereken standardizasyonu da, pompalar ve jeneratörler gibi mekanik malzemeleri şirketin tüm ürün tiplerinde standart hale getirip yalnız bu parçaları yıllar boyunca üreten makinalar ile sağlamıştı. Bunun dışında, müşterinin ilgisinin azalmasını engellemek için mekanik aksamın dışında kalan, aracın dış görünümünü oluşturan unsurları her yıl değiştirmekte ve klima,

radio gibi araca monte edilebilen opsiyonel özellikler sunmaktaydı.

Sloan böylece seri üretimin yayılmasını engelleyen son sorunların da çözülmesini sağlamıştı. Nitekim Ford'un fabrika alanındaki uygulamalarına Sloan'ın pazarlama ve yönetim teknikleri eklendiğinde seri üretimin olgun hali karşımıza çıkar.

I.Dünya savaşıdan sonra Citroen, Renault, Fiat gibi Avrupalı üreticilerin Ford'un Highland Park fabrikasını ziyaret etmelerine karşın, II. Dünya savaşının patlak vermesi ile sivil üretimin durması, seri üretim tekniklerinin Avrupa'ya yayılmasının 1950'ler sonrasına kalmasına neden oldu. Avrupalı otomobil fabrikaları, Amerikalıların 1930'larda geçirdiği deneyimi 1950'lerde geçirdiler. 1950'lerden 1970'lere kadar 25 yıllık bir zaman diliminde seri üretimle Avrupa'nın düşük işgücü ücretleri birleşince Avrupalı üreticiler dünya ihraç pazarlarında Amerikalılar ile rekabet imkanı yakaladılar. Ancak 1980'lerin sonuna gelindiğinde, Avrupalı oto fabrikaları Detroit'tekilerin daha verimsiz ve daha az hassas birer kopyasından başka bir şey değildi.

Ancak otomobil endüstrisi alanında Japonya'da ortaya çıkan gelişmeler bu üretim biçiminin sonsuza dek aynı atalet içinde devam etmesine engel oldu (Womack ve Jones,1990).

2.4.Yalın Üretim

1929 yılında Kiichiro Toyoda'nın Ford'un Rouge fabrikasını ziyaretinden sonra, yeğeni Eiji Toyoda, 1950 yılında Ford'u ziyaret eden ikinci aile ferdi oldu (Womack ve Jones,1990).

Toyoda ailesi, otomotik dokuma makinasının mucididir (Toyota,2005). Kurucu Toyoda ailesi, bu buluşlarıyla önce 19.yy.ın sonlarına doğru tekstil makinaları işinde başarılı olmuştur. Sonra 1930'lu yıllarda askeri hükümetin dayatmaları sonucunda savaş süresince emek sanat bağımlı metotlarla kamyon imalatında uzmanlaşarak motorlu araç endüstrisine girmiştir (Womack ve Jones,1990).

Toyota savaştan sonra tamamen otomobil ve ticari kamyon üretimine girmeye karar vermiş ancak bazı problemlerle karşılaşmıştır (Öncer,1997):

- Çok dar olan yerli Pazar çok çeşitli araç talep etmekteydi.
- Japonya'daki işgücü bilinçlenmişti ve bir değişken maliyet muamelesi görmek değil, kalıcı bir iş sahibi olmak istemekteydi. Nitekim, Amerikan işgali koşullarında devreye giren yeni iş kanunu ile işçilerin istihdam koşulları konusunda pazarlık etme konumları güçlenmişti. Ayrıca Japonya'da çalışacak ucuz, geçici göçmenler de yoktu.
- II.Dünya savaşında harabolmuş Japon ekonomisinde sermaye ve döviz açığı vardı.

Bu nedenle sermaye batı üretim teknolojilerini alabilecek güçte değildi.

- Yabancı sermaye Japonya'ya gelmeye pek istekli değildi.
- Dış dünya, Japon ihracatına karşı kendi pazarlarını savunmaya hazır dev motorlu taşıt üreticileri ile doluydu.

Bu güçlükler nedeniyle Japon hükümeti motorlu taşıt endüstrisi üzerine doğrudan yabancı yatırımı yasakladı. Böylece yerli şirketler büyük bir avantaj elde ettiler. Ancak Japon uluslar arası Ticaret ve Endüstri Bakanlığı bununla da yetinmedi ve oniki olgunlaşmamış Japon motorlu taşıt firmasının Detroit'in üç büyükleri ile rekabet edebilmeleri için iki ya da üç şirket çatısı altında birleşerek belirli araçların üretiminde uzmanlaşmalarını istedi. Ancak Japon firmaları bunu dinlemeyerek tek başlarına kaldılar ve yeni modeller çıkarmaya devam ettiler.

Amerikalıların Japonya'nın yüksek enflasyonuna çözüm bulmak için getirdikleri kredi sınırlamaları sonucunda büyük bir durgunluk ortaya çıktı. Bu süreçten Toyota da yeni başlamış olduğu otomobil satışlarındaki durgunluk nedeniyle nasibini aldı. Bunun üzerine çözüm olarak Kiichiro Toyoda'nın başkanı olduğu şirket, toplam işgücünün dörtte birini işten çıkarmayı önerdi. Ancak işçiler greve gittiler ve yeni iş kanunları nedeniyle sendika da bu grevi kazanabilecek kadar güçlü bir pozisyondaydı. Uzun pazarlıklardan sonra aile ve sendika bundan sonra Japon otomobil endüstrisinin iş ilişkilerinin temel ilkesini teşkil edecek bir formül üzerinde uzlaştılar. İşgücünün dörtte biri başlangıçta teklif edildiği gibi işten çıkarıldı. Geride kalan çalışanlar iki imkana sahip oldular. Birincisi, ömür boyu iş garantisi; ikincisi ise ücretlerin kıdem ile orantılı olarak artması ve ikramiyeler yoluyla şirketin karlılığından da pay alma fırsatıydı. Bunların dışında işçiler Toyota'nın lojman, spor imkanları gibi tüm diğer sosyal imkanlarından da yararlanacaklardı. Bunun karşılığında Toyota da işçilerin çalışma hayatları boyunca Toyota da kalmalarını umuyordu. Bu gerçekçi bir beklenti idi, çünkü diğer otomobil firmaları da kıdemliliğe göre ücret esasını kabul ettikleri için çalışanların şirket değiştirmeleri, yeniden kıdem basamağının en altından ücret almaya başlamaları demekti. Bu anlaşmanın anlamı şuydu: işgücü, kısa vadede makinaların olduğu gibi sabit bir maliyetti.

İstifa eden Kiichiro Toyoda'nın yerini Eiji Toyoda aldı. Eiji Toyoda, Ford'un Rouge fabrikasını son derece dikkatli bir biçimde incelemişti. Ancak üretim baş mühendisi Taiichi Ohno ile birlikte, seri üretimin Japonya'da asla başarılı olamayacağı sonucuna vardılar (Womack ve Jones,1990). Bunun üzerine ortaya koydukları deneyimler de Toyota üretim sistemi ve günümüzde de yalın üretimin doğuşuna neden oldu.

Toyoda ve Ohno Kitle üretiminde pek çok üretim faktörünün çok miktarda kullanılıp, bu süreçte pek çok israfın olduğu yargısına vardılar. İsrafın kaynağı sistemin aşırı bir iş

bölümüne dayanması, yani gerek makinalar, gerekse işçilerin çoğu kez sadece tek bir ürün için tek bir operasyon gerçekleştirecek şekilde organize edilmeleri, tasarlanmış olmalarıydı. Üretim organizasyonuna bu biçimde yaklaşılması, bir yandan üretim faktörlerinin gereksiz yere kitlesel boyutta kullanılmalarına yol açmakta, öte yandan da üretimde aşırı bir rijidite ve hiyerarşi getirerek, üretimde esnekliğe sahip olmamasıdır.

Bunun yanında işçiler birer kol gücü olarak algılanıp, beyin güçleri üretimin iyileştirilmesinde kanallı edilmemekteydi. Aynı zamanda işçiler birer değışken maliyet olarak görülüp, işlerin kötü gittiğı dönemde rahatlıkla işten çıkarılabilmektedirler.

Üretimdeki aşırı adanmışlık ve esneksizliğin doğal bir sonucu olarak kalıp değıştirme, yani bir üründen diğetine geçebilmek için gerekli olan makina ayarlamaları için geçen süre, yani setup zamanları çok uzun olmakta, dolayısıyla da büyük lot üretim zorunluluğı doğmaktadır. Büyük lot üretiminin yan etkisi, özellikle işlenmekte olan ürün stoğunun çok yüksek düzeylere çıkmasıdır. Yüksek stok hem önemli bir maliyet kaynağıdır, hem de üretimde bir tür rahavet getirmekte, üretimde kalitenin yüzde yüz sağlanması gereken bir olgu olarak görülmesine neden olmaktadır. Çünkü ıskarta durumunda, yedekteki stoktan takviye edilme şansı vardır. Oysa ıskarta ve akabinde gelen onarım bir yandan maliyetleri yükseltmekte, bir yandan da müşteri memnuniyetsizliği ve güvensizliğine yol açmaktadır.

Seri üretimde bir ana sanayi firmasının yan sanayi ile olan ilişkileri de fabrika içi üretimde gözlemledikleri aynı süreklilik, israf ve hiyerarşik yapıyı yansıtmaktadır. Yan sanayilerin yaratıcı potansiyellerinden minimal düzeyde bile yararlanılmamakta, kendilerinden sadece spesifikasyonlara uygun üretim yapmaları beklenmektedir. Yan sanayilerle yapılan sözleşmeler de kısa vadeyi kapsamakta ve işlerin iyi gitmediğı dönemlerde sözleşmeler andiden feshedilebilmektedir. Yani, yan sanayi firmaları da işçi kitlesi gibi birer değışken maliyet olarak algılanmaktaydılar. Dahası, yan sanayilerle ilişkiler fiyatın temel alındığı bir pazarlık sistemine oturtulmuştur ve yan sanayiler birbirlerine karşı fiyat savaşı vermeye zorlanmaktadırlar.

Taiichi ve Ohno, sistemin bütününi inceledikten sonra kitle üretiminin esneklikten yoksun, katı bir hiyerarşie dayandığı ve çok büyük israf içerdığını fark ettiler.

Tüm bunlar 1950'ler Amerika'sında bir sorun yaratmamaktaydı. Amerika 1950'lerde farklılaşmamış ama geniş, yani kısıtlı tipte aracın bolca satılabileceğı, çoğunluğu elinde harcayacak parası olan orta sınıfın oluşturduğu henüz doymamış bir pazardır. Şirketlerde zaman içinde büyük sermayeler birikmiştir ve rekabet görece düşüktür. Dolayısıyla kitlesellik ve israf, şirketlerce bir sorun olarak algılanmadığı gibi, tersine aşırı işbölümüne ve her şeyin

bonkörce kullanılmasına dayalı bu sistemde, üretim adetleri olabilecek en yüksek düzeyde tutulabileceği ve pahalı makineler uzun vadede tam kapasite kullanılabildiği sürece ölçek ekonomilerine ulaşılmakta, yani birim maliyetler çok düşük tutulabilip karlar azami düzeye çıkabilmektedir.

1950'lerin Amerika'sı böyle bir tablo çizerken, aynı yılların Japonya'sı çok farklı bir yapı sergilemektedir. Toyota ve Ohno'nun seri üretim sistemine eleştirici bir gözle yaklaşımlarının en büyük nedeni de Japonya'nın bu kendi koşulları olacaktır. Japon pazarı çok daha küçük bir pazardır, kişi başına milli geliri oldukça düşüktür, sermaye birikimi yetersizdir, Pazar küçük olmasına karşın, tek tip değil, farklı tip araçlara talep vardır ve nihayet rekabet Amerika'ya göre çok yüksektir. Bu koşullarda Japon üreticiler için adanmış işçi ve makineler topluluğu ile kısıtlı tipte araçtan yılda milyonlarca üretmek gündem dışı kalmaktadır. Tam tersine 1950'lerde Japonya'da üreticilerin gündeminde olan, aynı anda farklı tip araçları hem her birinden çok düşük sayıda üretip, yine de rekabet ve halkın gelir düzeyi dolayısıyla düşük maliyet tutturmak zorunluluğudur. Üretim adetlerindeki sınırlılık ve sermaye birikiminin yetersiz oluşu dolayısıyla, çok az sayıdaki üretim faktörünü esnek ve etkin kullanmanın yollarını bulmaktır. Üretimi, maliyeti artırıcı tüm etkenlerden, tüm gereksizliklerden arındırmaktır. Üstelik 1950'lerde getirilen yeni yasalarla gerek işçi sınıfı gerek de yan sanayiler önemli bir pazarlık gücü elde etmiştir ve Amerikadaki gibi istenildiği zaman işten çıkarılacak ya da sözleşmesi feshedilecek birer değişken maliyet olarak olarak algılanmaya karşı çıkmaktadırlar (Okur,1997).

Bunların yanında Taiichi Ohno, Amerikan "süpermarket" fikrinden etkilenmiş ve süpermarketlerin işletilmesindeki temel ilkeleri Toyota'daki üretim sistemine uygulamıştır. Bilindiği gibi süpermarketlerde ara aşamalar yoktur ve müşteriler doğrudan çok sayıda farklı ürünle karşı karşıya gelirler. Bu arada bozuk ya da kalitesiz ürünler ile aranan bir malın bulunamaması ya da değiştirme ve iade gibi sorunlar direkt olarak müşterilere yansımaktadır. Genellikle boşalan raflar bir mal için sipariş verme noktasını belirlerken, büyük hacimli ürünler için de stok alanları ayrılmıştır (Acar,1992)

Toyota yalın üretim prensiplerini 1960'ların başlarında tamamen işler hale getirmişti. (Womack ve Jones,1990). 1971 petrol krizi sonrasında diğer Japon oto firmaları da bu yaklaşımı benimsemiş ve ülke genelinde uygulamaya başlamıştır (Acar,2003). Ancak bu firmalar sistemin işletilmesinde aynı derecede usta değillerdi. Ancak her halükarda yalın üretici firmalar, seri üretim firmalarına karşı büyük bir üstünlük sağladılar ve büyük miktarda ihracat yaparak, dünya motorlu araç üretimindeki paylarını sürekli artırmışlardır. 1979'a

kadar süren bu gelişme, dünya ekonomisinin düşüşe geçmesi, Kuzey Amerika ve Avrupa ile olan ticaret dengesizliklerinin yönetilemez oranlara erişmesi ile ticari bariyerlerin dikilmesi ile ani bir durma göstermiştir. 1980'lerde yalın üretim, seri üretimin ilk yıllarında yaşadığı yayılma deneyimini yaşıyordu. Yeni metodun önder uygulayıcıları, bitmiş ürünlerin gittikçe büyüyen ihracatından ziyade, Kuzey Amerika ve Avrupa'da doğrudan yatırımlar dünya pazarındaki paylarını artırma atılımı ihtiyacındaydı. Bu arada seri üretimin başarılı uygulayıcıları olan Amerikan, Avrupalı ve hatta Koreli firmalar yalın üretimi uygulayan rakiplerinin performanslarını yakalamaya ve geçmeye çalışıyorlardı.



3.YALIN ÜRETİM

Yalın üretim sistemi literatürde; Tam zamanında üretim, Toyota üretim sistemi, Kanban Sistemi ve Stoksuz üretim gibi isimlerle de anılır (Acar,2003). Ancak tüm bu terimler sözü edilen sistemin çok önemli, kilit özelliklerini yansıtmakla birlikte, sistemin bütününe ifade etmekte eksik kalmaktadır (Okur,1997). Oysa “Yalın üretim” kavramı, diğer tüm boyutları da kapsayan daha bütünsel bir terimdir.

Yalın üretim, müşteri talebini en iyi karşılayacak ürünleri, müşterinin tam talep ettiği zamanda, en az israfla üretilmesi olarak tanımlanabilir. Yalın üretim sistemi; giderek daha az emek, ekipman, zaman ve alan harcayarak daha fazla üretebilmeyi ve müşterilerin asıl beklentilerine daha çok yaklaşmayı sağlamayı hedefler (Womack ve Jones,1996).

Yalın üretim, işletme bünyesindeki israfların elemine edilmesi için sürekli olarak çalışılmasını gerektirir. İsraf, hiçbir değer yaratmadan kaynak tüketen faaliyetleri gösterir (Womack ve Jones,1996). İsrafin Japonca’daki karşılığı “Muda”dır ve Yalın üretim felsefesi dünyaya buradan yayıldığından, literatüre bu şekliyle yerleşmiştir. Sekiz tür “Muda”dan sözedilebilir:

- **Fazla Üretimden Kaynaklanan İsraflar:** Pazar tarafından veya gelecek proses veya müşteri için gerekli miktarın üstünde üretilen birimleri ifade eder. Fazla üretim yapıldığında, daha fazla hammadde tüketilir ve gereksiz işler için ücret ödenir. Böylece gereksiz envanter yaratılır. Bu ise, malzemelerin ek olarak taşınmasını, envanterlerin tutulması için ek bir alanı ve envanterleri taşımak için kullanılan para için bankaya ödenen ek faizi veya paraya dönüştürülemeyen atıl sermaye maliyeti anlamına gelir. Aynı zamanda envanterleri izlemek için ek insan, ek kırtasiye, ekstra bilgisayarlar, daha fazla forklift veya ambar alanı ve buna benzer ihtiyaçları doğurur.

Ayrıca fazla üretim, diğer temel sorunları örterek, gözden kaçırılmasına neden olur. Bu yüzden en kötü israflar arasında yeralır ve mutlaka yok edilmesi gerekir. Bu israfin ortadan kalkması için sadece müşterilerin istediği ürünler, gerekli miktarda, gerekli zamanda, düşük maliyette ve yüksek kalitede üretilmelidir (Durmuşoğlu,2003).

- **Beklemelerden Kaynaklanan İsraflar:** Operasyonlar arasında veya operasyon sırasında, malzeme olmayışı, dengelenmemiş hat, çizelgeleme hataları gibi nedenlerle işinin boş geçirdiği zamanlardır (Tapping et al, 2002).
- **Taşımadan Kaynaklanan İsraflar:** Fabrika içinde yapılan gereksiz taşıma

faaliyetleri bu tür israflara yol açar. Çalışma ve depolama alanları arasındaki uzaklığın fazla oluşu; işgörenlerin operasyon sırasında kullanacakları alet ve aparat gibi yardımcı araçların kullanıldıkları noktalara uzak oluşları gibi etkenler bu israfın ortaya çıkmasına neden olur. Bu tip israfları yok etmek için, tesis yerleşiminin, taşıma yöntemlerinin yeniden düşünülmesi, proseslerin birbiriyle koordinasyonunun sağlanması ve işyerinin düzenli, temiz olmasına dönük önlemler alınmalıdır (Durmuşoğlu,2003).

- **Proses İsrafları:** Ürünün üretiminde gerçekten ürüne değer katmayan proses aşamaları israftır. Ürün tasarımının değiştirilmesi, gereksiz toleransların sınırlandırılması ve proseslerin planlarının yeniden gözden geçirilerek bu tür israfları azaltılabilir (Askin ve Goldberg,2002).
- **Envanter İsrafları:** Fazla üretim sonucu oluşan envanterler ürünün maliyetini artırır. Fazla envanter, fazla taşıma, fazla alan, fazla faiz yüklenilmesi, fazla kırtasiyecilik ve benzerleri anlamına gelir. Japon Yöneticiler için envanterler, kayalarla dolu bir göldeki su gibidir (Durmuşoğlu,2003). Suyun kayaları sakladığı gibi envanterler de işletmedeki problem alanlarını gizlerler (Acar,1990). Aşırı envanter tüm kötülüklerin temelinde yatar. Bu nedenle mutlaka elemine edilmelidir.
- **Hareket İsrafları:** İşgörenin takım araması, kaldırma ve yerleştirme işlemleri, işgörenin makinalar arasında yürümesi gibi faaliyetler bu tür israfa örnek olarak verilebilir. Bu israflar, gerekli parça ve takımların kullanılan yere yakın tutulması, makinaların işgörenlerin yürüme sürelerini minimize etmek üzere yerleştirilmesi gibi önlemlerle azaltılabilir.
- **Üretim Hatalarından Kaynaklanan İsraflar:** Bir iş istasyonunda hata ortaya çıktığında, ardışık istasyondaki işgörenler bekler. Böylece ürüne bir maliyet eklenir ve üretim temin süresi uzar. Ayrıca yeniden işlemler gerekebilir veya kusurlu ürünler hurdaya ayrılır. Eğer bir montaj operasyonunda bir hata oluşursa, ek işgücü, ürünü demonte etmek ve ek parçalar ise yeniden montaj için gereklidir.

Aynı zamanda, hatalı parçaları diğerlerinden ayırmak, ek bir işgücü gerektirir. Bu tip hataların en kötüsü, ürünün müşteriye tesliminden sonra müşteri tarafından hatanın bulunmasıyla ortaya çıkar. Temin maliyetleri ve ek teslimat maliyetleri ile birlikte, müşteri güveninin kaybedilmesi neticesinde müşteri ile gelecekte yapılabilecek işler kaybedilir.

- **Müşteri Beklentilerini Karşılamayan Ürün ve Hizmetler:** Müşterinin değer tanımından hareket etmeden, yani değer doğru tanımlamadan üretilen ürün ve hizmetler bir diğer israf türüdür (Durmuşoğlu,2003).

Yalın üretimin temelinde yalın düşünce yatar. Yalın düşünce işte tüm bu israfları ortadan kaldırmak için; değer tanımlanması, değer yaratan adımlarını en iyi ve doğru biçimde sıralanması, bu adımların gerektiği anda aksamaya uğramadan atılması ve giderek daha yüksek etkinlikle gerçekleştirilmesinin yollarını gösterir. Yalın düşünce beş adımdan meydana gelir:

- **Değerin Belirlenmesi:** Yalın düşüncenin kritik başlangıç noktası değerdir ve değer ancak nihai müşteri tarafından tanımlanabilir. Değer, belli müşterilerle oluşturulan diyalog sonucunda, müşterinin ihtiyaçlarını belli bir zamanda belli bir fiyattan karşılayan belli bir mal veya hizmet cinsinden ifade edilmelidir.
- **Değer Akımının Tanımlanması:** Değer akımı, belli bir ürünün işletmedeki üç kritik görevden geçirilmesi için gerekli olan tüm adımları gösterir. Bu adımlar şöyle sıralanabilir:
 - Kavramsal boyutla başlayıp, ayrıntılı tasarım ve mühendislik çalışmalarından üretimin başlamasına kadarki süreci içeren “Problem Çözme Görevi”,
 - Siparişlerin alınmasından başlayıp ayrıntılı çizelgeleme çalışmalarıyla teslimatın yapılmasını içeren “Bilişim Yönetimi Görevi”,
 - Hammaddeden müşteriye ulaşan nihai ürüne dönüşümü içeren “Fiziksel Dönüşüm Görevi”.

Değer akımı analizleri her zaman bu akım boyunca üç tip hareketin ortaya çıktığını gösterir:

- **Ürüne gerçekten değer katan faaliyetler.** Buna örnek olarak bisiklet üretiminde bisiklet gövdesindeki tüplerin kaynakla birleştirilmesi işlemi verilebilir.
- **Değer katmadığı halde, mevcut teknolojiler ve üretim varlıkları nedeniyle kaçınılmaz olan faaliyetler.** Örneğin bisiklette kaliteyi sağlayacak kaynak muayenelerinin yapılması.Bu tür faaliyetler “Birinci

Tip Muda” olarak adlandırılır.

- **Hiç değer katmayan ve hemen kaldırılabilir olan faaliyetler.** Bu tür faaliyetler ise “İkinci Tip Muda” olarak adlandırılır.

İkinci tip mudalar hemen elemine edilmelidir. Ancak birinci tip mudalar da daha sonraki aşamalarda elemine edilmeye çalışılmalıdır.

- **Akış:** Değer tam olarak tanımlanıp belli bir ürün için değer akımı üzerinde israfa yol açan aşamaları kaldıran bir işletme, geride kalan değer yaratan aşamaların akış halinde olmasını sağlanması yönelik çalışmalara başlayabilir.

Genellikle insanlarda departmanlaşmış biriktir ve beklet tipindeki bir üretimin çok daha verimli olacağı şeklinde bir yargı vardır. Oysa hammaddeden son ürüne kadar bir iş parçasının üzerinde kesintisiz biçimde çalışarak, görevleri çok daha doğru ve verimli bir biçimde gerçekleştirebilmek mümkündür. Kısacası, organizasyon ya da ekipman yerine, tasarım sipariş ve imalat aşamaları için gerekli faaliyetlerin sürekli bir akış içinde gerçekleşmesini sağlayacak şekilde, ürün ve ürünün gerektirdiği şeylere odaklanıldığı zaman çok daha düşük maliyetle üretim yapmanın mümkün olduğu gözlenecektir.

Yalın düşünce, değer yaratılmasına olumlu bir katkı sağlayacak şekilde fonksiyonların, departmanların ve firmaların görevlerinin yeniden tanımlanmasını gerektirir.

- **Çekme:** Çekme, müşterinin gerçekten istediği şeyleri, tam istediği anda tasarlayabilme, çizelgeleme ve üretebilme becerisini kazanmak anlamına gelir. Böylece satış tahminleri işini tümüyle bir yana bırakıp, sadece müşterinin istediği şeylerin üretimine odaklanılabilir; yani müşteriye çoğunlukla istemediği ürünlerin itilmesi yerine, müşteri istediğinde ürünün firmadan çekmesi sağlanabilir (Womack ve Jones,1996). Bu durumda talep edilmeyen ürünler üretilmez, değer akımı üzerinde istenmeyen stoklar oluşmaz, dizayn değişikliği nedeniyle ürünün yeniden işleme tabi tutulması veya atılması gibi problemlerle karşılaşılmaz [1].
- **Mükemmellik:** Yalın düşüncenin ilk dört ilkesi, değer akış hızını artıracak ve değer akımında saklı kalmış mudanın açığa çıkmasını sağlayacaktır. Ve çekme daha kuvvetli hale geldikçe, akışın önündeki engeller belirginleştirilecek, böylece ortadan kaldırılmaları daha mümkün olacaktır (Womack ve Jones,1996). Müşterilerle doğrudan diyalog içinde çalışan ürün odaklı ekipler, sürekli kaizen ve

kaikaku(*) çalışmaları yaparak değeri daima daha doğru tanımlamanın yollarını bulacaklar, akışı ve çekmeyi güçlendirmenin yollarını öğreneceklerdir [1].

Yalın düşüncenin pratikte uygulanması çeşitli teknikler vasıtasıyla olmaktadır. Aşağıda bu teknikler incelenmiştir.

3.1 Just-In-Time:

Sıklıkla yalın üretim ile eşanlamlı olarak kullanılsa da esasen “Tam zamanında Üretim”, yalın üretimden farklı bir kavram olup, onun gereksiz stokların ortadan kaldırılması amacına yönelik bir bileşenidir.

Tam zamanında üretim, yalnızca talep edilen ürünleri, istendiği kadar ve tam istendiği anda üretmek anlamına gelir. Bu yalnızca bitmiş ürünün müşteriye ulaşmasını değil, aynı zamanda değer akımı boyunca iç müşterilere gereken parçaların sevkiyatını da kapsar (Tapping et al,2002). Buna göre hem ana sanayi hem de yan sanayi üretiminin tüm aşamalarında yani nihai ürün; nihai üründe kullanılan bitmiş parçalar(subassemblies); üretim süreci içinde işlenmekte olan parçalar(Work-In-Process/WIP); üretimde kullanılan hammadelerin tamamını kapsayacak biçimde minimum stokla çalışılmasını öngörür.

Stokların işletme açısından doğurduğu olumsuz sonuçlar şöyle sıralanabilir (Okur,1997):

- Stok , zamanından önce ve gerekenden fazla üretmekten kaynaklanır. Bu ise, gerektiğinden fazla işgücü, ekipman, mekan, enerji ve nihayet para kullanılması anlamına gelir.
- Stok, üretim süreci içinde ürünün beklemesini ifade eder. Bekleme ise, ürüne hiçbir değer katmayan, üstelik maliyetleri ve üretim sürelerini artıran bir israftır.
- Stoklar, stok süresi boyunca geri gelmeyen, ölü bir yatırımdır. Sermaye dönüşüm hızını ve dolayısıyla karlılığı düşürür.
- Stok, müşteri talebinin değişkenliğini takip etme, müşteri talebine anında yanıt verme olanağını ortadan kaldırır. Çünkü talep ne olursa olsun, stoktaki ürünün kullanılmasını, satılmasını, dolayısıyla müşteriye empoze edilmesini gerekli kılar.
- Müşteri talebine yanıt verme hızını düşürür.

Tüm bu nedenlerle stoklar olabildiğince en aza indirilmelidir. Stokların en aza indirilmesi için gerekli olan ilk unsur Kanban sisteminin kurulması, ikincisi ise tedarikçilerle “Tam

(*) Kaikaku: Radikal iyileştirmeler(WOMACK et al., 1996)

Zamanında Satınalma” kavramı çerçevesinde ilişkilerin yeniden düzenlenmesidir.

3.1.1 Kanban

Kanban sistemi, Yalın üretim sisteminin üretim kontrolde kullandığı sistemdir. Bu bölümde öncelikle üretim kontrol sistemleri ele alınmış, daha sonra kanban üzerinde ayrıntılı olarak durulmuştur.

3.1.1.1 İtme ve Çekme Sistemleri

Konvansiyonel üretim sistemlerinde talep tahminlerine dayanarak üretim çizelgeleri hazırlanır. Bu üretim çizelgelerine göre iş emirleri fabrikaya verilir. İşler, öncelik sırasına göre iş merkezlerinde işlenir. Parçalar imal edilir ve gerekli olduğu bir sonraki atölyeye veya stoğa gönderilir. Böylece malzemeler çizelgeye göre üretim boyunca itilirler. Bu nedenle bu sistemler “İtme Sistemleri” olarak adlandırılırlar.

Bu sistemde üretim kontrol departmanı, çizelge üzerinde üretimi sürekli takip ederek öncelikleri güncelleştirir, gerçekleşen ve planlanan üretim miktarlarını kontrol eder, sapmaları ortaya çıkarır (Emre,1995). Kötü tahminler, tutulan fazla stoklarla bertaraf edilmeye çalışılır. Malzeme İhtiyaç Planlaması (Material Resources Planning-MRP) ve Üretim Kaynakları Planlaması (MRPII) birer itme sistemidir. İtme sistemlerinde ortaya çıkan sorunlar şunlardır (Durmuşoğlu,2003):

- MRP üretim ortamının sabit olduğunu, başka bir deyişle temin sürelerinin sabit olduğunu varsayar. Tek bir temin süresi, tüm şartları karşılamaya yetmediğinden, süre en kötü duruma karşı tüm değişkenlikleri kapsayacak biçimde belirlenir. Gerçek hayatta temin süresi rassaldır ve sistem tıkanıklığına veya yükleme derecesine dayalı olarak değişir.
- Tüm değişkenlikleri kapsayan bir temin süresi dikkate alınarak yapılan bir MRP’de, MRP griye doğru bir çizelgeleme yaklaşımı olduğundan işler, daha önce üretilmek üzere imalat sistemine gönderilir. Erken göndermenin sonucunda da imalat sisteminde işyükü ve proses içi stoklar artar, hammadde gereğinden önce sipariş edilebilir ve temin süreleri uzayıp, varyansları artar. Nihayetinde teslim sürelerinde gecikmeler ve üretim maliyetlerinde artışlar olur.
- MRP, prosesin sahibinden uzak bir kontrol sistemidir. MRP, bilgi yoğunudur ve bir yönetim bilişim sistemi veya merkezi planlama bölümünün idaresini gerektirir. Temin süresi varsayımının merkezi durumu, imalat sisteminden temin süresi sorumluluğunun kalkması ile sonuçlanır. Kötümser temin süreleri, planlama prosesinin kabul edilebilir bir parçası olmaktadır. Ayrıca planlama ile üretim

ilemleri arasındaki mesafe, sıklıkla imalat alanı düzeyinde mevcut olan bilginin, daha güvenilir olması ile sonuçlanır. Denetçiler, MRP verisine güvenmek yerine yerel bilgiye daha fazla bel bağlarlar.

- MRP sistemlerinin uygulanmaya alınması ve geçerliliğinin sürdürülmesi, karmaşık ve pahalıdır. MRP'nin maliyeti, bilgisayar donanımı ve yazılımının maliyetinin yanı sıra, eğitim ve uygulamaya alınması maliyetlerini içermektedir. Geçerliliğini sürdürme maliyeti, bilgi tabanının bakımı olduğu kadar, raporların üretimi ve dağıtımını da kapsar.

Taiichi Ohno Amerika'daki süpermarketlerden esinlenerek, bu sistemi tersyüz ederek "Kanban" sistemini ortaya koymuştur. Süpermarketler Kanban sisteminde de mevcut şu karakteristiklere sahiptirler:

- Müşteriler kendi istedikleri ürünü kendileri seçer ve alırlar.
- Müşteriler satın aldıkları ürünü kasalara kendileri taşıyarak, mağaza personelinin sayısını azaltırlar.
- Tahmini bir tedarik planı yerine, sadece satılanları yerine koyarak fazla veya eksik envanter oluşumunu önlerler.
- İkinci ve Üçüncü karakteristikler fiyatları düşürülmesini sağlayarak, satışların artmasını ve bu da karların artmasını sağlar.

Kanban sistemine esas üçüncü karakteristik, yani bir tedarik planı yerine, sadece satılanları yerine koyarak fazla veya eksik envanter oluşumunun önlenmesidir (Shingo,1989). Buna göre Kanban sistemi, bir sonraki üretim aşamasındaki bir işçinin bir önceki aşamaya gidip kendi üretim istasyonu için o an gerekli olan miktarda parçayı almasına, yani "çekme"sine dayanır. Onun bu parçaları çekmesi, bir önceki istasyon için "yeni üretime başla" sinylidir, öte yandan da yeni üretimin ne miktar ve çeşitlilikte olacağını belirtir. Bir önceki aşamada ancak çekilen miktar ve çeşitlilikte parça üretilecektir. Aynı ilişkiler, ikinci istasyonla kendinden önce gelen üçüncü istasyon arasında da gerçekleşir. Dolayısıyla hiçbir aşama, daha önce belirlenmiş miktarda parçanın bir sonraki istasyon tarafından alınmasından önce yeni parça üretimine geçmez ve üretim hiçbir zaman istenilenden fazla ya da eksik olmaz (Okur,1997)

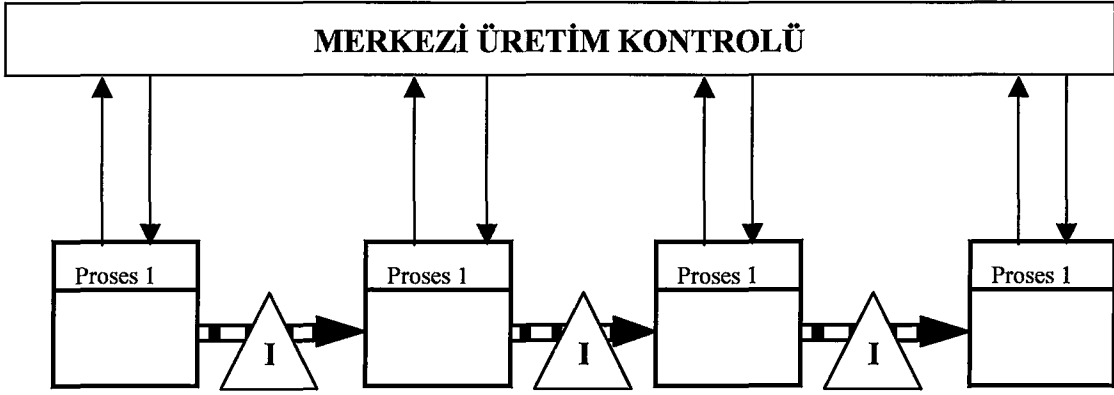
Genellikle son ana montaj hattı veya darboğaz niteliğinde bir proses talebe göre günlük olarak çizelgelenir. Yani yalnızca o hücre merkezi kontrolde iş emri alır, diğer önceki tüm hücreler iş emrini Kanban kartları aracılığı ile alır. İş emrinin gönderildiği hücreye "Pacemaker Hücre" adı verilir. Sonuç olarak bir tedarikçi müşteri ilişkisi, üretimin yapıldığı sahada oluşmaktadır.

Merkezi otoritede bulunan yetki sahaya indirilmiş, merkezi sistem ile saha arasındaki yoğun iletişim ve koordinasyon ihtiyacı yok edilerek sistem basitleştirilmiş, etkinliği artırılmıştır (Durmuşoğlu,2003).

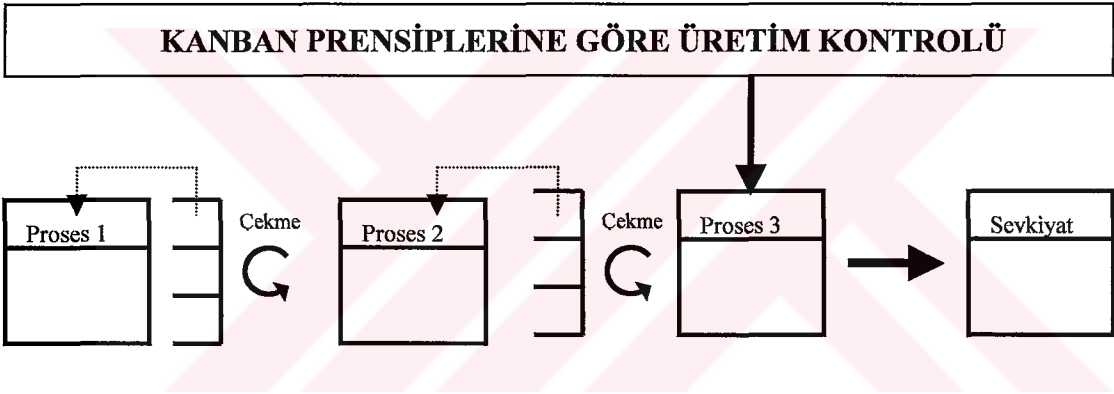
Bu sistemde her safhada sadece sınırlı miktarda stok tutulur. Malzeme hareketleri, programlanmış kullanım oranına göre değil gerçek kullanım oranına göre ayarlanır.

İtme ve çekme sistemleri ana hatlarıyla şu şekilde karşılaştırılabilir (Emre,1995):

- İki sistem arasındaki temel farklılık, çekme sisteminin üretimi mevcut talebe göre yönlendiriliyor olması, itme sisteminin ise üretimi gelecekteki talep tahminine göre yönlendiriyor olmasıdır.
- Talepteki önemli değişiklikler, çekme sistemlerinde sonraki prodesten öncekine artarak geçmesine karşın, itme sistemlerinde her proses için üretim çizelgesini yenilemek çok zor veya imkansız olacağından muhtemelen bu değişiklikler aşırı stoğa veya ölü stoklara neden olmaktadır.
- Çekme sistemleri, proses içi stoğun istenmeyen birikimini yani işlerin gereksiz yere başlatılmasını, problemler ve hatalar ortaya çıkmadan önce çok sayıda hatalı parçanın üretilmesini engelleyen yöntemlere sahiptir. Oysa itme sistemlerinde üretim hızı ve stok düzeyini tüm durumlar için incelemek ve takip etmek zor olduğundan, safhalar arasında emniyet stokları tutulmakta ve üretim çizelgesi bu stokları da içerecek şekilde hazırlanmaktadır. Başka bir deyişle, meydana çıkacak hatalı veya eksik parçaları kaşılamak amacıyla emniyet stoklarının tutulmasına razı olunmaktadır.
- İtme sistemlerinde üretim kontrolü bir merkezden yönetilmekte ve her prosese üretim planlama ve kontrol kısmından iş emirleri dağıtılmakta; böylece birbirinden bağımsız olarak çalışan her prosesin üretimi yine ÜPK kısmı tarafından sürekli olarak planlanan üretim ile karşılaştırılmaktadır. Başka deyişle, bu sistemlerde ÜPK kısmı ile her proses arasında ayrı bir bilgi akışı vardır. Buna karşılık, çekme sistemlerinde ise merkezden sadece bir prosese iş emri verilmekte, önceki prosesler üretimlerini bu hücreye göre ayarlamaktadırlar. Yani üretim kontrolü desantralize edilmiştir ve prosesler arasında çok hızlı bir bilgi akışı vardır.



(a) İtme Sistemi



(b) Çekme Sistemi

Şekil 3.1 Merkezi üretim kontrolü (itme sistemi) ile Kanbana dayalı üretim kontrolünün (çekme sisteminin) karşılaştırılması (Durmuşoğlu,2003).

3.1.1.2 Kanban Kartları

Yukarıda da açıklandığı gibi Kanban sistemi; bir işletmenin her prosesinde ve aynı zamanda işletmeler arasında gerekli zamanda, gerekli miktarlarda, gerekli ürünlerin üretimini uyumlu olarak kontrol eden bir bilgi sistemidir.

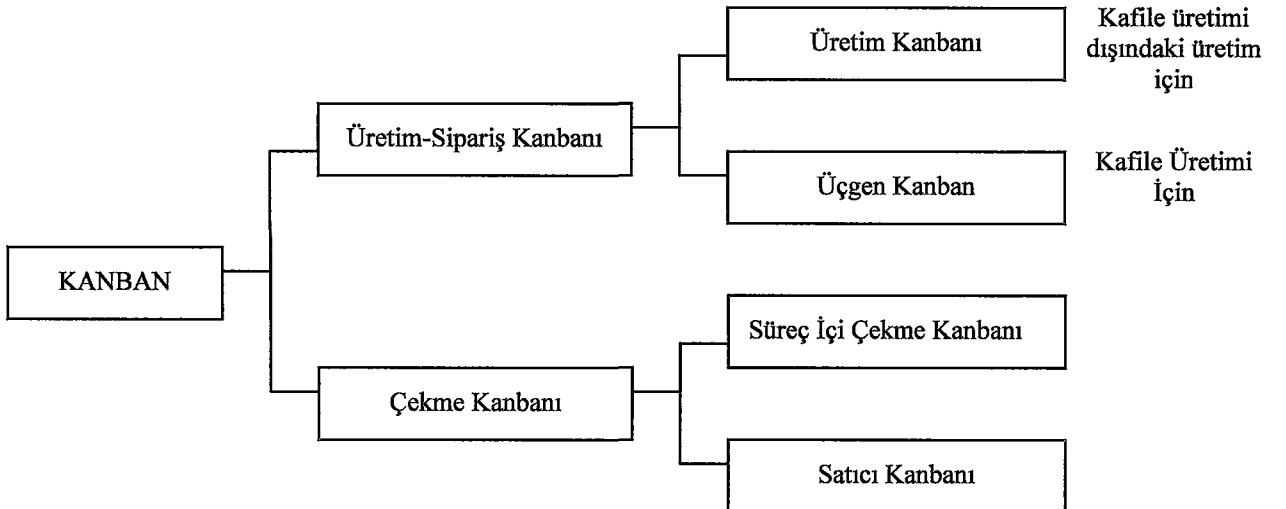
“Kanban” kelimesi Japonca’da “Kart” anlamına gelmektedir. Kanbanlar, genellikle dikdörtgen biçiminde, plastik karton veya metal olan ve üzerinde bilgiler taşıyan kartlardır. Bu bilgiler şunlardır (Emre,1995):

- Kullanıldığı yer
- Parça numarası
- Parça adı
- Parçanın tanımı
- Kanban numarası
- Parça sayısı/kanban oranı
- Kanbanın düzenli olarak konulduğu kutunun tanımlayıcı kod numarası veya ismi
- Kanbanın teslim edileceği iş istasyonunun yeri

İş istasyonları çok sayıda parça üretiyorlarsa, genellikle her parçanın kanbanına ayrı bir renk tahsis edilir. Her parça çeşidi kendi renk koduna ve hatta taşıma konteynırına sahip olur. Böylece hatalı parçaların üretilmesi riski azaltılmış olur.

Modern kanban sistemlerinde fiziksel kanban kartlarının bulunması zorunlu değildir. Eğer bilgisayarlı bir üretim sistemi mevcutsa, kanbanlar elektronik de olabilir (Askin ve Goldberg,2002)

Kullanıldıkları yer ve amaca göre kanbanlar çeşitli türlere ayrılır. Temel kanban türleri Şekil 3.2'deki gibi sınıflandırılabilir.



Şekil 3.2 Kullanılan Kanban Tipleri (Acar,1992)

- **Çekme kanbanı:** Bir sonraki istasyonun, bir önceki istasyondan çekmesi gereken

parça cinsi ve miktarını belirleyen kullanılan karttır Şekil 3.3'te bir çekme kanbanı örneği görülmektedir.

Depo	Parça	Önceki Proses
Raf no: 5e 215	Özet No: A2-15	
Parça No: 356670507		Dövme B-2
Parça Adı: Hareket Pinyonu		
Araba Tipi: 5*50 BC		Sonraki Proses
Kap Kapasitesi 20	Kap Tipi B	Baskı No: 4/8
		İşleme M-6

Şekil 3.3 Çekme Kanbanı Örneği (Emre,1995)

- **Üretim Kanbanı:** Bir önceki istasyonun üretmesi gereken parça cinsi ve miktarını belirler. Şekil 3.4'te üretim kanbanına bir örnek görülebilir.

Depo	Parça	Proses
Raf no: F 26-18	Özet No: A5-34	
Parça No: 56790-321		İşleme SB-8
Parça Adı: Krank Mili		
Araba Tipi: 5*50 BC-150		

Şekil 3.4 Üretim Kanbanı Örneği (Emre,1995)

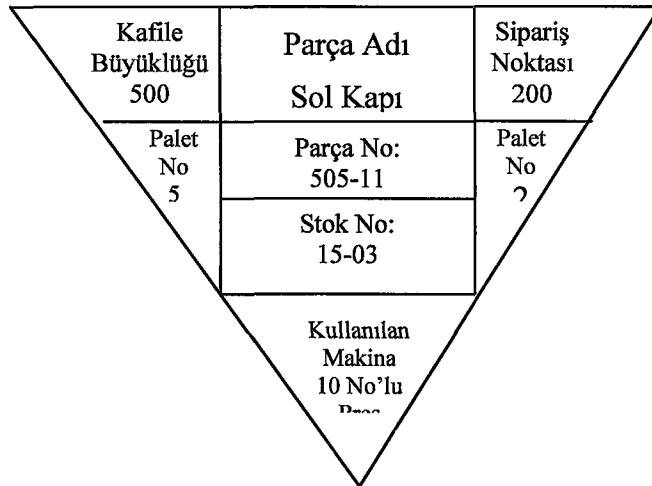
- **Tedarikçi Kanbanı:** Tedarikçilerin gerekli parçaları göndermesi için talimat vermekte kullanılır. Şekil 3.5'te üretim kanbanına bir örnek verilmektedir.

Teslim Saati 8:00 21:00 11:00 24:00 15:00 04:00	Teslim Edileceği Stok Rafı 3S 8-3 (213)			Teslim Alan Tesisin Adı Toyota Tsutsumi Fab.
Satıcının Adı Sumitomo Derko	Parça No 82154-14011-00		5/20	Teslim Alınacağı Yer 36
Satıcının Deposu 4	Parça Arka No 389	Parça Adı ArkaKapı Teli	Kutu Tipi S	
Tesyimat Çev. 1-6-2		Kullanılacağı Araba Tipi Bj-1	Kutu Kapasitesi 10	

Şekil 3.5 Satıcı Kanbanı Örneği (Acar,1992)

- **Sinyal Kanbanı:** Kafile üretimi yapılan üretim ortamlarında kullanılır. Üçgen kanban ve Malzeme İstek Kanbanı olmak üzere iki tip sinyal kanbanı vardır.

“Üçgen Kanban” genel olarak sinyal kanbanı ile eşanlamlı olarak kullanılır. Bu kanban yeni bir kafile üretimi için sipariş verme noktasını belirler. Şekil 3.6’da bir sinyal kanbanı örneği görülmektedir.



Şekil 3.6 Üçgen Kanban Örneği (Acar,2003)

Malzeme istek kanbanı ise, üretim süreçlerine malzemeyi ne zaman, nereden ve ne miktarda temin edileceğini gösterir. Şekil 3.7’de bir malzeme istek kanbanı görülebilir.

Önceki İşlem	Stok 25 $\Rightarrow$ 10 No’lu Pres		Sonraki İşlem
Arka No:	MA36	Malzeme Adı:	Çelik Levha
Malzeme Ebatları:	40*3*5	Konteynır Kapasitesi:	100
Kafile Büyüklüğü:	500	Konteynır No:	5

Şekil 3.7 Malzeme İstek Kanbanı Örneği

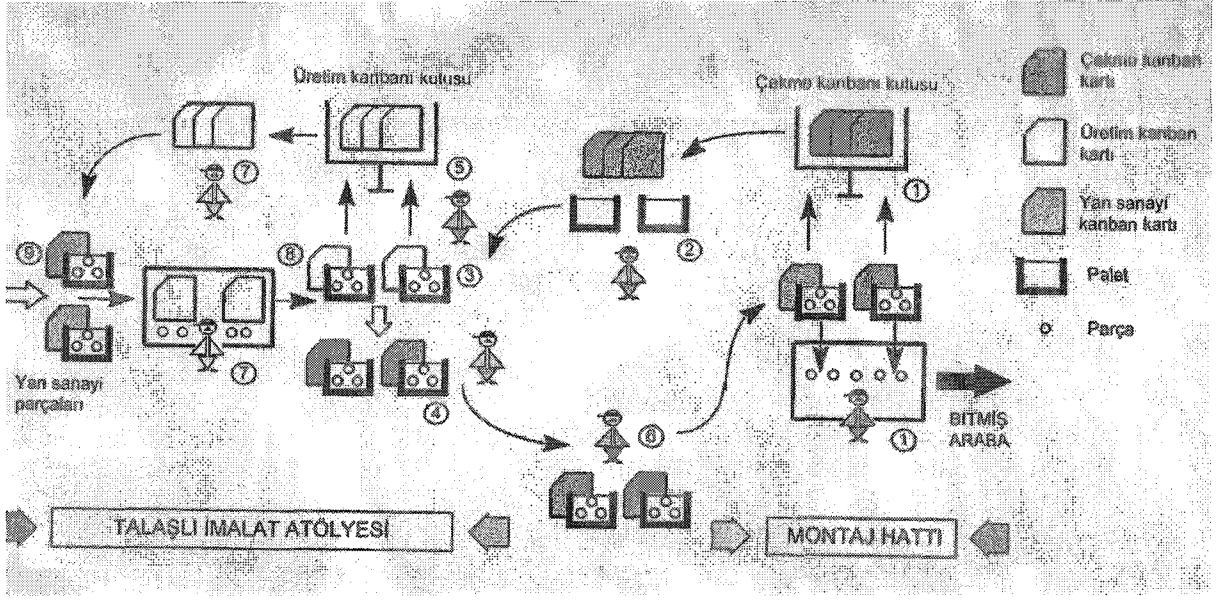
3.1.1.3 Kanban Sisteminin İşleyişi

Üretim yapılan fabrikanın koşullarına ve üretilen ürünlerin özelliklerine göre “Tek Kart” veya “Çift Kart Kanban Sistemleri” tasarlanabilir.

Tek kart sisteminde tedarikçi iş istasyonu bitmiş parça stok alanında her kanban için dolu bir parça konteynırını bulundurmaktadır. Müşteri iş istasyonu parçaya gereksinim duyduğunda, operatör veya malzeme taşıma aracı bu stok alanından ihtiyacı olan kadar parça konteynırını alır ve müşteri iş istasyonuna götürürken, üretim kanbanını tedarikçi iş istasyonunun kanban toplama kutusuna koyar. Tedarikçi iş istasyonundaki operatör işini bitirdiğinde, kanban kutusundaki kartları sırasıyla alır ve bu parçaların üretimine başlar. Bu tip kanban sistemi, iş istasyonları birbirine yakın olduğu, dolayısıyla sık sık malzeme malzeme taşımının fizibil olduğu durumlarda ve özellikle de ardışık iki istasyon birbirinin çıktılarını girdi olarak kullandıklarında uygulanır (Askin ve Goldberg,2002).

Tedarikçi ve müşteri operasyonlar arasındaki mesafe fazla ise, her seferinde bir konteynır almak fizibil olmayacağından, tedarikçi iş istasyonunun çıktı stok alanının yanında, müşteri iş istasyonunun girdi noktasında da bir stok alanı düzenlemesi yapılması gereklidir (Durmuşoğlu,2003). Bu durumda çift kart kanban sistemi uygulanır. Bu durumda çift kart

kanban sistemi uygulanır.



Şekil 3.8 Çift kart kanban sisteminin işleyişi (Okur,1997)

Bu sistemin işleyişi şu şekilde gerçekleşir (Şekil 3.8):

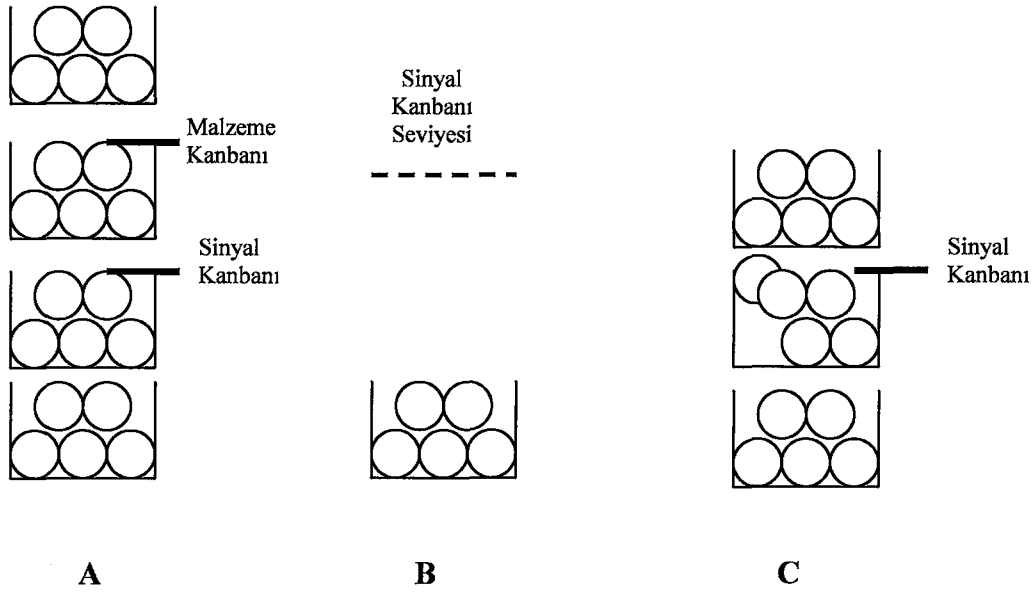
- Müşteri iş istasyonuna tedarikçi iş istasyonundan gelen parçaların üzerinde çekme kanbanı kartları bulunmaktadır. Parçalar konteynırdan alınıp üretimde kullanıldıkça ve her bir konteynır boşaldıkça, üzerlerindeki çekme kanbanları çıkarılıp bir “Çekme Kanbanı Kutusu”na iliştilir.
- Bu kutudaki çekme kanbanları, önceden belirlenmiş bir sayıya ulaştıkça ya da önceden belirlenmiş bir zamanda, müşteri iş istasyonundaki bir işçi, boşalmış konteynırlarla birikmiş kanbanları alıp, tedarikçi iş istasyonuna gider.
- Tedarikçi iş istasyonunda ilk olarak getirdiği boş konteynırları belli bir yere bırakır. Daha sonra o istasyonda yine belli bir yerde hazır beklemekte olan işlenmiş parça konteynırlarına yönelir. Elindeki kanban sayısı kadar konteynırı alır.
- Bu arada, aldığı her parça konteynırının üzerinde bulunan üretim kanbanlarını çıkarıp, her birinin yerine, beraberinde getirdiği ve o üretim kanbanına karşılık gelen bir çekme kanbanı iliştilir.
- Paletlerden çıkardığı üretim kanbanlarını tedarikçi iş istasyonunda bulunan bir “Üretim Kanbanı Kutusu”na yerleştirir. Sonuç olarak, operatörün çektiği parça

konteynırı kadar üretim kanbanı bu kutuya konulmuş olur.

- Dolu parça konteynırlarını alıp, yeniden müşteri iş istasyonuna döner ve böylece yeniden ilk maddeye dönülmüş olur.
- Tedarikçi iş istasyonunda ise üretim kanbanları kutularda belli bir sayıya ulaşınca ya da önceden belirlenmiş bir zamanda, bu atölyedeki bir işçi üretim kanbanlarını alır ve o iş istasyonunda o an birikmiş üretim kanbanları kadar ve değişik ürünlere ait olabilecek bu kanbanların kutudaki sıralamasına da aynen uyularak, tekrar üretime geçilir.
- Üretilen parçalar birer birer üretim kanbanlarıyla birlikte boş paletlere yerleştirilir. Bir müddet sonra müşteri iş istasyonundaki operatör yeniden gelir ve çevrim bu şekilde devam eder (Okur,1997).

Sinyal kanbanı ise minimum bir ekonomik sipariş miktarı sözkonusu olduğunda kullanılabilir. Minimum ekonomik sipariş miktarı, uzun setup zamanları ya da maliyetlerinden kaynaklanıyor olabilir. Yeniden sipariş miktarı, tıpkı standart envanter modellerinde olduğu gibi, temin süresi boyunca talep edilecek miktarla emniyet stoğu miktarının toplanması ile bulunur. Bir parçanın tüm birimleri üst üste yığılır ya da elektronik ortamda toplam miktarı takip edilir. Sinyal kanbanı, yeniden sipariş noktasına yerleştirilir. Envanter bu seviyeye düştüğünde, sinyal kanbanı alınır ve yeni bir minimum ekonomik sipariş miktarında üretim siparişi verilir. Üretilen ürünler stok alanına geldiğinde, sinyal kanbanı yeniden yeniden sipariş noktasına yerleştirilir.

Hammaddelerin temini için önemli miktarda zaman gerektiğinde sinyal kanbanından önce “Malzeme İstek Kanbanı” da kullanılabilir. Malzeme kanbanı sinyal kanbanı tarafından kullanılan malzeme temin zamanını kısaltır. Envanter seviyesi malzeme kanbanının bulunduğu seviyeye indiğinde, parçaların üretiminde kullanılan hammadde sipariş edilir. Ancak parçanın üretimi envanter seviyesi sinyal kanbanının bulunduğu noktaya indiğinde yapılır. Malzeme istek kanbanı ile sinyal kanbanı arasındaki parça miktarı, hammaddenin temin zamanı boyunca yetecek kadardır. Sonra envanter sinyal kanbanı seviyesine indiğinde, hammadde de temin edilmiş olduğundan, üretim hemen başlayabilir. Şekil 3.9’da sinyal ve malzeme kanbanlarının işleyiş biçimlerini şematize etmektedir.



Şekil 3.9 Sinyal ve Malzeme Kanbanlarının İşleyişi (Askin ve Goldberg,2002)

3.1.1.4 Kanban Kuralları

Kanban sisteminin uygulanabilmesi için, üretim sisteminde yerine getirilmesi gereken bazı ön koşullar vardır. Kanban sistemine geçilmeden önce işletmede

- Üretim hızının zaman boyutunda dengelenmesi,
- Süreçlere ilişkin yerleşim planlarının revize edilmesi,
- Üretim yöntemlerinin standardizasyonunun sağlanması gerekir.

Bundan sonra kurulan Kanban sisteminin sağlıklı biçimde işlemesi için ise bazı kurallara uyulması gerekmektedir. Bu kurallar şu şekilde sıralanabilir:

- *Sonraki üretim süreci, önceki süreçten sadece gerekli parçaları, gerekli miktarlarda ve gereken zamanda çekmelidir.*

Bu kural çok basit gibi görünmekle birlikte, aslında üretim sisteminin tümüyle değiştirilmesi anlamındadır. Bu kuralın uygulanabilmesi için, aşağıda belirtilenlerin yapılmasını gerektirir:

- Kanban olmadan herhangi bir parçanın çekilmesine izin verilmemelidir.
- Kanbanların sayısından fazla miktarda parça çekilmesine izin verilmemelidir.
- Fiziksel ürüne daima bir kanban iliştilmiş olmalıdır.

Bu kuralların uygulanması üst yönetimin kararlı olmasını gerektirir.

- *Önceki üretim süreci, sonraki süreç tarafından çekilen miktar kadar üretim yapmalıdır.*

Bu kuralın uygulanması için şunların yapılması gerekir:

- Kanbanların sayısından daha fazla üretim yapılmasına izin verilmemelidir.
- Önceki süreçte farklı parçaların üretimi söz konusuysa, bunların üretimi kanbanların geliş sırasına uygun olarak yapılmalıdır.
- *Hatalı parçalar, hiçbir zaman bir sonraki üretim sürecine geçirilmemelidir.*

Üretim hattı üzerinde herhangi bir istasyonda hatalı parçalar bulunması, ara stokların büyük ölçüde azaltılmış olduğu bu ortamda üretim akışını durduracak ve hatalı parçalar önceki istasyona geri gönderilecektir. Tam zamanında üretim ortamında üretimin kesintiye uğraması, hat üzerinde çalışanlar tarafından derhal fark edilecek ve hatalı üretimin bu denli göze batması, hataların tekrarının önlenmesinde önemli bir rol oynayacaktır.

Bu kural uygulanmadığı takdirde kanban sistemi işlerliğini tamamiyle yitirir.

- *Kanban sayısı minimize edilmelidir.*

Toplam kanban sayısı sistem içindeki süreç içi envanter düzeyini belirlediğinden, tam zamanında üretim ortamında amaç bu sayıyı mümkün olan en az düzeye indirmektir. Kanban sayılarının azaltılabilmesi, üretim parti büyüklüğünün azaltılmasına, dolayısıyla da çevrim zamanlarının azaltılabilmesine bağlıdır. Bu ise tezgah hazırlama işlemlerinin kısaltılmasını gerektirir. Bu bağlamda üretim süreçlerinde sürekli iyileştirmeler yaparak çevrim zamanlarının azaltılması, bu kuralın uygulanmasına yardımcı olacak ve bu oranda da süreç içi envanterler azaltılacaktır.

- *Kanban, talepteki ufak dalgalanmalar karşısında üretim hızını ayarlamak amacıyla da kullanılmalıdır.*

İtme sistemlerinde, üretim çizelgeleri merkezi olarak belirlendiğinden, ani talep değişimleri karşısında tüm üretim birimlerine ayrı ayrı gönderilen çizelgeler değiştirilebilmesi yedi ila on günlük bir süreyi gerektirir. Öte yandan kanban sisteminin kullanıldığı ortamlarda üretim çizelgeleri sadece son üretim aşamasına gönderilir ve diğer tüm istasyonlar, ne üreteceklerini üretim sipariş kanbanının konteynırdan ayrılması ile öğrenirler. Bu durumda üretim miktarındaki olası

değişikliklerin son istasyondan geriye doğru yansıtılması mümkün olabilmektedir. Değişikliklerin anında önceki süreçlere aktarılmasında kullanılan araç ise kanbandır.

Ancak kanbanla üretim hızının düzenlenmesi, talebin belirli sınırlar dahilinde değişmesi durumunda geçerlidir. Örneğin Toyota üretim sisteminde talepte %10 oranında bir değişme olduğunda, toplam kanban sayısını değiştirmeden kanban transfer hızını değiştirerek üretim hızını ayarlamak mümkün olabilmektedir.

Talepte daha büyük mevsimsel dalgalanmalar olması halindeyse, üretim hatlarının yeniden düzenlenmesi gerekecektir. Bu durumda, her üretim aşaması için çevrim zamanları ve işçi sayılarının yeniden belirlenmesi gereklidir. Aksi takdirde, her kanban için toplam sayının azaltılması ya da çoğaltılması şarttır (Acar,2003).

3.1.1.5 Kanban Sayısının Belirlenmesi

Kanban sistemi, imalat süreçlerinin birönceki süreçten parça aldığı ve önceki sürecin alınan parçalar kadar üretim yaptığı bir çekme sistemidir. Bir anlamda, sonraki süreç önceki sürece gerekli parçaları doğru miktarda ve doğru zamanda ısmarlamaktadır. Bu durumda, kanban sistemini bir envanter kontrol sistemi olarak incelemek gerekir.

Bilindiği gibi envanter kontrol sistemleri iki temel sınıfta toplanmaktadır.

- Sabit sipariş miktarı (kafile büyüklüğü) sistemi
- Sabit çevrim zamanı sistemi

Sabit sipariş miktarı sisteminde, sipariş miktarları sabit olup, daha önceden belirlenmiştir. Envanter düzeyi, yeniden sipariş noktasının altına düştüğünde, sabit miktar kadar sipariş verilir. Bu sistemde, sipariş miktarı sabit olup, sipariş tarihleri değişkendir. Sabit çevrim zamanı sisteminde ise, sipariş tarihleri sabit, sipariş miktarları değişkendir. Sabit zaman aralıklarında siparişlerin verildiği bu sistemde sipariş miktarlarının belirlenebilmesi için son sipariştten sonraki kullanım miktarı ile ön süre boyunca beklenen tahmini kullanım miktarının değerlendirilmesi gereklidir. Kanban sisteminde, sonraki süreçte stoklanacak parça sayısının belirlenmesi ile zaman boyunca her çekme noktasında önceki sürece gönderilecek toplam kanban sayısının hesaplanmasında bu iki temel envanter modelinden yararlanılır.

Yalın üretimi uygulayan firmalarda genellikle işletme içinde sabit kafile büyüklüklü sistem kullanılırken, tedarikçilerle ilişkilerde sabit çevrim zamanlı çekme sistemi kullanılmaktadır. İşletme içinde imalat ön sürelerinin ve süreçler arası uzaklıkların kısa olması ve imalat süreçlerinin yeterli düzeyde geliştirilmiş olması sabit sipariş miktarlı çekme sisteminin kullanımını kolaylaştırmaktadır.

Tedarikçi firmalarla olan ilişkilerde ise, imalat ön sürelerinin uzunluğu, fiziksel olarak ana sanayiye uzaklık gibi etmenler sabit çevrim zamanlı çekme sisteminin kullanımını zorunlu kılmaktadır.

- **Sabit Sipariş Miktarlı Çekme Sisteminde Kanban Sayısının Hesaplanması:** sabit sipariş miktarlı çekme sisteminin uygulanmasında üç farklı yaklaşım tanımlamak mümkündür:
 - Kafiye büyüklüğünün fazla olduğu ve tezgah hazırlık işlemlerinin yeterince iyileştirilemediği, dolayısıyla hazırlık zamanlarının yüksek olduğu ortamlar için;

$$\text{TOPLAM KANBAN SAYISI} = \frac{\text{EKONOMİK KAFİLE BÜYÜKLÜĞÜ} + \text{ORTALAMA GÜNLÜK TALEP} * \text{EMNİYET KATSAYISI}}{\text{KONTEYNİR KAPASİTESİ}} \quad (3.1)$$

- Tezgah hazırlık işlemlerinin yeterince kısaltıldığı ve süreçlerarası uzaklığın kısa olduğu ortamlarda;

$$\text{TOPLAM KANBAN SAYISI} = \frac{\text{ORTALAMA GÜNLÜK TALEP} * \text{İMALAT ÖN SÜRESİ} * (1 + \text{EMNİYET KATSAYISI})}{\text{KONTEYNİR KAPASİTESİ}} \quad (3.2)$$

- Yalın üretim için ideal ortam, her sürecin tek bir parçayı üretilip bir sonraki istasyona birer birer aktarıldığı ve ekipman ya da süreçler arasında 1 parçalık güvenlik stoğunun bulundurulduğu ortamdır. Bu durum ise tam anlamıyla eş zamanlı imalatın gerçekleşmesiyle mümkündür. Bu ortamda;
 - Emniyet katsayısı=0
 - Bekleme zamanı=0
 - Kanban toplama zamanı=0
 - Konteynir kapasitesi=1

olacaktır. Bu durumda ardışık iki süreç kanban sistemi yerine bir konveyör hattı ile birleşmiş olacak ve kanban kullanımına gerek kalmayacaktır. Çok sayıda sürecin bu şekilde birleştirilmesi durumunda ise, tek bir kanbanın bu süreçler tarafından ortaklaşa kullanılması söz konusu olacaktır.

- **Sabit çevrim zamanlı çekme sisteminde kanban sayısının hesaplanması:** sabit çevrim zamanlı çekme sisteminde toplam kanban sayısı şu formülle hesaplanır:

$$\text{TOPLAM KANBAN SAYISI} = \frac{\text{ORTALAMA GÜNLÜK TALEP} * (A + B + C)}{\text{KONTEYNER KAPASİTESİ}} \quad (3.3)$$

A = Üretim Çevrim Zamanı(Kanban Çevrim Zamanı)

B = Ön Süre (İşlem + Bekleme + Taşıma + Kanban Toplama Zamanları)

C = Emniyet Stoğu (Zaman Birimi Cinsinden)

Bu formülün uygulanmasında aşağıda verilen tanımların göz önünde bulundurulması gerekir:

- **Üretim çevrim zamanı:** üretim hattına bir iş emrinin gönderilmesi ile bir sonraki iş emrinin gönderilmesi arasında geçen süredir. Gün cinsinden ölçülür. Bu süre aynı zamanda kanban çevrimi olarak da tanımlanır.
- **İşlem zamanı:** İş emrinin gönderilmesi ile üretimin tamamlanması arasında geçen süredir. Gün cinsinde ölçülür. Bu süre, üretim hattında işlenmekte olan ya da tutulan süreç içi envanterin kanban sayısına karşılık gelmektedir.
- **Kanban toplama zamanı:** sonraki istasyonda çıkarılarak kutuya bırakılan kanbanların, kutudan alınmasıyla, önceki istasyonda üretim için iş emrinin veirlmesi arasında geçen süredir. Gün cinsinden ölçülür. Bu süre;
 - Çekme kanbanı kutusu,
 - Kanban kabul kutusu,
 - Üretim kanbanı

kutularındaki toplam kanban sayısını karşılık gelmektedir.

- **Emniyet stoğu süresi:** bu süre atölyede bulundurulmuş emniyet stoğu düzeyine karşılık gelir. Emniyet stoğu genellikle makina arızaları ya da hatalı ürünlere karşı bir könelm alabilmek amacıyla bulundurulur.

Emniyet stoğu düzeyinin belirlenebilmesi için, sorun yaratan her faktörün ortaya çıkma olasılığının tek tek tahmin edilmesi gerekir.

Emniyet stoğu süresi ise, belirlenen emniyet stoğu düzeyinin üretimi için gerekli olan süredir.

Bu ortamda kafiye büyüklüğünün hesaplanması şu şekilde olur:

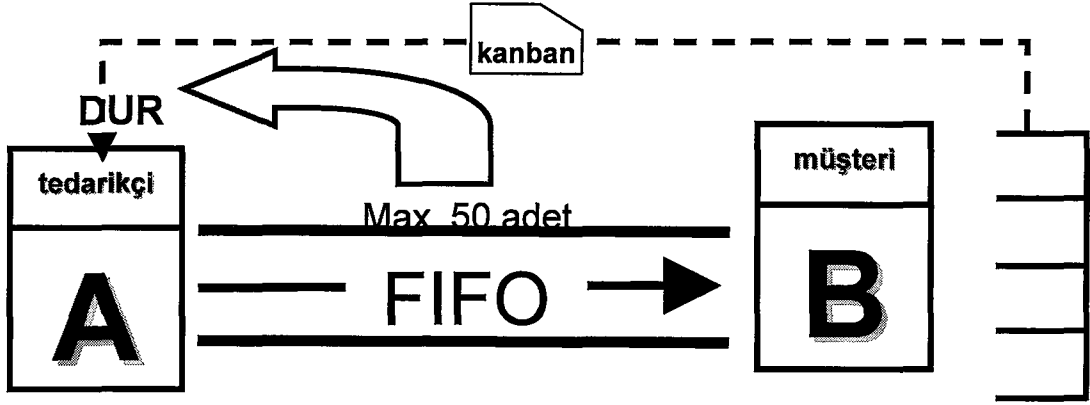
$$\text{KAFİLE BÜYÜKLÜĞÜ} = \frac{\text{ÜRETİM KANBANI SAYISI}}{\text{KANBANI SAYISI}} * \text{KONTEYNİR KAPASİTESİ} \quad (3.4)$$

- **Üretim kanbanı sayısı:** Son kart toplama zamanından sonra normal kart toplama zamanına kadar geçen süre içinde çıkarılan üretim kanbanı sayısıdır.

3.1.2 FIFO Hattı(CONWIP Sistemi)

Çekme sistemleri, birbirine sürekli akış ile bağlanamayan prosesler arasında üretimi kontrol etmek için iyi bir yoldu, fakat bazen süpermarkette bütün olası parça çeşitleri için stok tutmak pratik olmayabilir. Bu gibi durumlara örnek olarak, üretilen her parçanın tek olduğu özel üretim yapılması, parçaların kısa raf ömürlerine sahip olması ve seyrek kullanılan pahalı parçalar üretilmesi verilebilir (Rother ve Shook,1999). Ayrıca, çok çeşitli ürün çıkartan hatlarda her parça numarasını içerecek büyüklükte bir kutu için yeterince yer olmayabilir veya varsa bile yarımamül stokları gerektiğinden daha yüksek olabilir (Spearman et al 1990).

Böyle durumlarda, iki proses arasına parça süpermarketi yerine, akışı sağlayacak FIFO hattı kurulabilir. FIFO hattı, girişinde tedarikçi proses ve çıkışında müşteri proses olan ve belli miktardastok tutabilen bir boru olarak düşünülebilir. FIFO hattı dolarsa, müşteri proses stoğun bir kısmını kullanıncaya kadar tedarikçi proses üretimi durdurur. Bu nedenle FIFO hattı, “Sabit Yarımamül Stoğu Sistemi” (CONWIP-Constant Work-in-process) olarak da adlandırılmaktadır (Rother ve Shook,1999).



Şekil 3.10 FIFO Hattı (Rother ve Shook,1999).

Kanban sisteminde hattın başındaki standart konteynıra bir kanban kartı yerleştirilir, kanban hattın sonunda çıkarılır ve hattın başındaki kuyruğa gönderilir. Kanban’da kartlar, spesifik parça bazında kullanılmaktadır. CONWIP’te ise üretim kartları üretim hattına atanmaktadır. İşler hattın başında bir kartla tetiklendikten sonra, prosesler arasında sırayla itilmektedir. Üretim hattının başında parça numaraları karta tanımlanmakta, üretim hattındaki ilk prosese iş gönderilirken, kuyruktan kart alınmakta ve üretim çizelgesindeki ilk parça numarası işaretlenmektedir. Üretim çizelgesi üretim ve stok kontrol elemanlarının sorumluluğundadır (Spearman et al 1990).

3.1.3 Sıralı Çekme Sistemi

İki proses arasına süpermarket kurulmasının pratik olmadığı bazı durumlarda, “Sıralı Çekme Sistemi” kurulabilir. Sıralı çekme, tedarikçi prosesin, müşteri prosesin siparişi için önceden belirlenen miktarı (genellikle 1 adet) üretmesidir. Bu sistemin çalışması için, tedarikçi prosesin akış süresi, siparişe göre üretim yapabilmesi için yeterince kısa olmalı ve müşteri proses sipariş verme kurallarına çok sıkı bir şekilde uymalıdır.

Sıralı çekme sistemi, tedarikçi prosese üretim emri vermek için bir boru içinde yuvarlanan renkli toplar veya diskler kullanıldığından, “Golf Topu Sistemi” olarak da adlandırılır(Rother ve Shook,1999).

3.1.4 Tedarikçilerle ilişkiler ve Tam zamanında satın alma

Yalın üretim ortamında tedarikçilerin yalın üretimin kısıtlarına uyum sağlamaları ve oluşabilecek ek maliyetleri karşılayabilmeleri için tedarikçilerle olan ilişkiler yeniden düzenlenmelidir.

3.1.4.1 Sık Teslimatlarla Ufak Kafiye Halinde Satın Alma

Yalın üretimin en önemli amaçlarından biri, gerekli ürünleri, gereken miktarda ve gerekli

zamanda bir defada doğru olarak üretiminin sağlanmasıdır. Bu yalnızca stok kontrolü yaparak ve üretim sistemi vasıtasıyla sağlanamaz. Bunun için aynı zamanda satınalma uygulamasında da değişikliğe gidilmesi gerekmektedir. Yalın üretim sisteminde tedarikçi firmalar parçaları küçük partiler halinde üretebilmeli ve alıcı firmanın yakınında herhangi bir depo tutmaksızın, kendi tesisinden küçük partiler halinde, sık sevkiyatlar yapmalıdırlar.

Geleneksel satınalma büyük partiler halinde satınalmaya dayanmaktadır. Bu ise teslimatta ciddi aksaklıklara neden olur. Birçok firma, yük miktarını gözardı eder, nakliye ve indirme bindirme masraflarını sabit kabul ederek, küçük partiler yerine büyük partiler halinde alım yaparlar. Firmalar bu davranışlarına neden olarak düşük nakliye ve indirme bindirme masrafları ile miktar iskontolarını göstermektedirler.

Yalın üretim sistemlerinde uygulanan tam zamanında satınalmada ise, minimum büyüklüklerdeki partiler halinde alım yapılması esastır. Bu sayede gelen parçaların kontrolü kolaylaşır ve hataların erken teşhisi sağlanır. Bu şekilde çalışma, prosesler arası stokları azaltan sıkı bir stok kontrolünün uygulanmasına izin verir. Yani küçük partiler halinde satınalma, yüksek nakliye ve kaybedilen miktar iskontolarından doğan kayıplara karşın, stok maliyetlerini azaltarak ve hataların erken teşhis edilmesini sağlayarak işletmenin kazançlı çıkmasını sağlar (Emre,1995). Buna göre Tam zamanında satınalma, kanban sistemini tamamlayarak, stokların minimize edilmesi hedefine ulaşılmasına yardımcı olur.

3.1.4.2 Uzun Vadeli İlişkiler Kurulması

Yalın üretimde, parçaların kalite kontrolü tedarikçi firma tarafından kaynağında yapılır. Bu sayede parçalar alıcı firmada herhangi bir kontorle tabi tutulmadan direkt olarak imalata verilir (Emre,1995). Bu nedenle Kalite konusunda ya da sevkiyat konusunda yaşanabilecek en ufak bir sıkıntı, emniyet stoğu da tutulmadığından, üretimin durmasına neden olabilir. Bunun için yan sanayicilerle firma arasındaki güven ilişkisi çok önemlidir. Bunun için, yan sanayilerle karşılıklı güven, şeffaflık ve açıklık, karşılıklı çalışma ve dayanışma ilkelerine dayanan uzun süreli ilişkiler kurulmalıdır.

Geleneksel seri üretim sistemlerinde bir ortaklık anlayışı olmadığı, tersine “herkesin kendisinden sorumlu olduğu” anlayışı hakim olduğu için, yan sanayicilerin herhangi bir iş garantisi yoktur. Sözleşmeler, en fazla bir yıllıktır ve bir yıl sonunda ana sanayici herhangi bir yan sanayi firmasından vazgeçip, daha düşük fiyat veren bir başka firmayla iş yapmaya başlayabilir. Bu durum sürdüğü müddetçe, taraflar arasında “hedef maliyet” uygulamasının gerektirdiği şeffaflığı sağlamak mümkün olmaz.

Yalın üretimde ise tedarikçi firmalar uzun vadeli bir ortak gibi düşünülür ve firmanın

Çalışanları gibi sabit maliyet olarak algılanır. Sözleşmeler de buna göre 2-5 yıllık dönemleri kapsayacak biçimde ve tarafların uzun vadeli birlikteliğini garanti altına alıcı tüm koşulları içerecek biçimde hazırlanır (Okur,1997). Bu tür bir ilişki, firma ile yan sanayi firmasının iş stratejilerini paylaştıkları ve yüksek ürün kalitesi, verimlilik, karlılık ile büyüme gibi amaçlara ulaşmak için birlikte çalıştıkları bir işbirliği ortamının doğmasına neden olur (Emre,1995).

Aynı zamanda uzun süreli sözleşmeler, tedarikçinin ana sanayiye yönelik yatırım yapmasını mümkün kılarak, ana sanayinin isteklerini gerçekleştirme konusunda daha büyük olanaklar sağlar.

İki taraf arasındaki karşılıklı güven anlayışının pekiştirilmesindeki bir başka etken de, ana sanayinin tedarikçi firmaya yaptığı ödemelere hassasiyet göstermesi, ödemeleri geciktirmemesidir. Bu da tedarikçinin hiçbir şekilde ana sanayi tarafından kullanıldığını kendisine adil davranılmadığını hissetmemesi açısından önemlidir.

Japonya'da 1956 yılında yürürlüğe giren yasanın yalın üretimdeki ana sanayi-tedarikçi ilişkilerinin bugünkü düzeyine gelmesinde önemli rol oynadığı söylenebilir. Japonya'da bu tarihte çıkarılan ve sonraki yıllarda çok daha sıkılaştırılan yasanın hükümlerine göre; ana sanayi firmaları tedarikçilere yapmaları gereken ödemeleri geciktiremezler, tedarikçi ile makul olamayan fiyat pazarlığına girişemezler, hammadde ve diğer girdilere gelen ve dolaysısıyla maliyetleri tedarikçinin isteği dışında yükselten zamanların tedarikçi fiyatına yansıtılmasını engelleyemezler, ve senetle ödeme yapamazlar. Eğer demeleri geciktirirlerse, ana sanayi tedarikçiye gecikme süresi kadar faiz vermek zorundadır. Ana sanayici yasa hükümlerine uymadığı takdirde, haklarında dava açılır ve üstelik bir sosyal cezalandırma olarak ismi kitle yayın organlarında yayınlanır

Karşılıklı güven ilişkisinin oluşmasında bir diğer etken de ana sanayinin piyasa dalgalanmaları sırasında tedarikçiye karşı gösterdiği tutumdur. Geleneksel seri üretim sistemlerinde talep ve dolaysısıyla da üretimde düşüş belirtileri ortaya çıktığında ana sanayi firmaları önceden haber vermen, tedarikçilerine verdikleri siparişleri birdenbire azaltır, hatta tümüyle durdurabilirler. Bu ise tedarikçilerin krizle kendi başlarına mücadele etmek zorunda kalmalarına neden olacağından, zor durumda kalmalarına neden olur.

Yalın retimde ise, eğer piyasadaki dalgalanmalar nedeniyle üretim düşüşü bekleniyorsa, ana sanayi firması tedarikçi firmaları birkaç ay öncesinden siparişlerinde düşüş olabileceği konusunda uyarır. Eğer retimdeki düşüşün tedarikçi firmaları zor durumda bırakacak düzeyde olacağı tahmin ediliyorsa, ana sanayi firması yan sanayicilerine kriz süresince geçici müşteriler bulmalarında da yardımcı olur. Kriz dönemi atlatılıp piyasa yeniden canlandığında

ise, tedarikçiler gösterdikleri özverilerin karşılığında, kar marjlarının artırılması veya sipariş miktarlarının kriz öncesinden de yüksek düzeye çıkarılmasıyla ödüllendirilirler (Okur,1997).

3.1.4.3 Tedarikçi Firma Sayısının Azaltılması

Yalın üretimi uygulayan firmaların temel özelliklerinden biri de az sayıda ve fiziksel olarak yakın tedarikçi firmalar ile çalışıyor olmalarıdır. Tedarikçi sayısının azaltılmasındaki temel amaç, satın alma fonksiyonunun tamamen kontrol altında tutularak satıcılara güçlü ve uzun dönemli ilişkiler kurulması ve bu ilişkiler çerçevesinde kalitenin iyileştirilmesidir (Acar,2003).

Geleneksel seri üretim sistemlerinde bir yandan tedarikçiye iş verme oranı, yani maliyet içinde tedarikçiden alınan parçaların payı yalın üretime göre daha düşüktür, öte yandan da çalışılan toplam tedarikçi sayısı yalın üretime göre çok daha yüksektir. Örneğin 1987'de Amerikan General Motors şirketinin tedarikçiye iş verme oranı %30, fabrika başına düşen tedarikçi sayısı ise ortalama 1500 dolayında iken, 1985'te tedarikçiye iş verme oranı %70'le General Motors'un iki katından fazla olan Japon Toyota firmasında fabrika başına düşen tedarikçi sayısı sadece 170 civarındadır (Okur,1997).

Geleneksel sistemlerde çok sayıda tedarikçi firma ile çalışılmasının avantajları şöyle sıralanmaktadır:

- Teknik açıdan esneklik sağlanması,
- Tedarikçi firmada meydana gelecek aksaklıklarda malzemesiz kalma riskini azaltması,
- Tedarikçi firmalar arasındaki rekabet nedeniyle en iyi fiyatın ve ürünün temin edilmesi.

Tam zamanında satın alınmanın az sayıda kaynaktan yapılmasının avantajları ise şöyle sıralanabilir:

- Alıcı firmanın, tedarikçi firma ile olan ilişkilerinde daha az kaynak ve zaman harcaması
- Alıcı firmanın az sayıda tedarikçi firma ile çalışması halinde, ürün dizaynının başlangıcından itibaren tedarikçi firmanın katılımının sağlanması ile yüksek kaliteli ürünlerin ortaya çıkmasının mümkün olması
- Toplu olarak tedarikçi firmadan alınan parça miktarının büyük olmasından dolayı, düşük maliyetin temin edilmesi

- Alıcı firmanın tedarikçi firma içindeki payının büyük olması nedeniyle tedarikçi firma ile alıcı firmaya özel önem göstermesi
- Bütün siparişlerin tek bir tedarikçi firmaya verilmiş olması nedeniyle sevkiyatların kolaylıkla ayarlanabilmesi
- Alıcı ile tedarikçi firma arasında uzun dönemli ilişkilerin kurulması, bu sayede tedarikçinin bağlılığının artırılması ve parça sevkiyatının kesintiye uğrama riskinin azaltılması.

Bu son avantaj, az sayıda kaynak ile çalışılmasının en önemli nedenidir (Emre,1995).

Ne var ki, yalın üretimde ana sanayinin daha az sayıda tedarikçi firma ile çalışması, sadece ana sanayi ile doğrudan ilişkide olan tedarikçi sayısının düşük olması anlamındadır. Bunun dışında sisteme entegre olmuş daha pek çok tedarikçi firma da vardır. Ancak bu diğer firmalar tedarikçinin tedarikçisi, ve bunların da tedarikçileri biçiminde sistemin daha alt katmanlarında yer alırlar. Bu şekilde, tedarikçiler katmanlı bir organizasyon ile ana sanayiciye bağlandıklarından, buna “Katmanlı Entegrasyon” denilir. Bu modelde, ilk katman tedarikçiler mutlaka bir ürünün temel sistem parçalarını üretmekle veya monte etmekle yükümlüdürler. İlk katman tedarikçilere hiçbir zaman talaşlı imalat, dövme, pres gibi yalın işleme süreçleri verilmez. Sistemin mantığı, yapılan işlerin alt katmanlara inildikçe basitleşmesidir

Katmanlı entegrasyon modelinin uygulanmasının avantajlarından ilki, ana sanayi ile yan tedarikçinin ekip çalışması bazı yoğun ilişkileri en az maliyetle geliştirmesini mümkün kılar. İkincisi ise, çok sayıda tedarikçi firma ile ilgilenmenin getirebileceği koordinasyon bozukluklarının da önüne geçmesidir (Okur,1997).

3.1.4.4 Tedarikçilerden Alınan Toplam Parça Sayısının Azaltılması:

Geleneksel üretim sistemlerinde bir yandan ürünlerde kullanılan parçaların büyük bir kısmını tedarikçilere üretilmeleri, öte yandan da bu parçaların toplam sayısının muazzam rakamlara çıkabilmesidir. Eğer bir ana sanayi firması bu tabloyu aynen koruyup, tedarikçi firmaların sayısını indirmeye kalkışrsa, etkin bir sonuç elde edemez. Nitekim birçok firmanın katmanlı entegrasyon modeline geçemediği görülmüştür. Bunun nedeni, tedarikçilerin azaltılması noktasında hangi tedarikçisinden vazgeçeceğine karar vermekte zorlanacak olması, karar verse dahi vazgeçtiği firmada üretilen çok sayıdaki parçanın başka tedarikçilere aktarılmasından kaynaklanacak koordinasyon zorluklarıdır.

Firmanın tüm bunları aşip tedarikçi sayısını azaltması durumunda dahi, tedarikçilerden aldığı toplam parça sayısı hala eski yüksek düzeyinde kalmaya devam ediyorsa, tedarikçi sayısını

indirmekteki başarısı maliyetlerine ve ürün kalitesine yeterince yansımayacaktır. Çünkü yüksek parça adedi bir yandan firmanın potansiyel düzeyinin kat kat üstünde masraf yüklenmeye devam etmesi, öte yanda da ne kadar uğraşılsa uğraşılsın, ürün performanslarında da kayda değer bir iyileşme sağlanamaması anlamına gelecektir (Okur,1997).

3.1.4.4 Tedarikçilerin Tasarım Sürecine Dahil Edilmesi

Yalın üretim tasarım süreci, yeni ürünün belli başlı sistem parçaları için performans standartları saptamaları ile başlar. Bu aşamada saptanan standartlar sistem parçasının temel özellikleri düzeyindedir. Örneğin kaplayacağı yer ve büyüklüğü, kalitesi, dayanıklılığı gibi. Performans standartları saptandıktan ve hedef maliyetler belirlendikten sonra, sistemin saptanan koşulları sağlayacak şekilde ayrıntıda tasarımı ilk katman tedarikçi firmalara aittir. Buna yalın üretim terminolojisinde “Black Box Design” denir. Çünkü tedarikçiye hemen hemen içi boş bir kara kutu verilmekte, kutunun içini doldurma görevi ise tedarikçi firmaya bırakılmaktadır.

Yalın üretimde tedarikçinin üreteceği parça tasarımı her ne kadar tedarikçinin görevi ise de, tedarikçi tümüyle bağımsız çalışmaz. Parçanın istenilen maliyette üretilebilir hale getirilmesinde ana sanayi mühendisleri de katkıda bulunurlar, hatta gerektiğinde tedarikçi firma kendine bağlı ikinci katman yan sanayileri de seferber eder. Dolayısıyla söz konusu olan, ilk katmanların liderliği altında oluşan bir takım çalışmasıdır. Böylece hem ürün maliyetlerinin düşük tutulması sağlanır, hem de ürün geliştirme çok daha az personel ile çok daha kısa sürede gerçekleştirilir. Örneğin 1980’lerin ortasında yeni bir otomobilin geliştirilmesi için geçen süre Japon üreticilerde 46,2 ay iken, bu süre Amerikalı üreticiler için 60,4 ay; Avrupalı üreticiler için ise 57,3 aydı.

Ancak ürün tasarımı tamamlandıktan ve ürün piyasaya sürüldükten sonra da tedarikçilerden gelen üretim mühendisleri ana sanayi firmasında kalmaya devam ederler; ekibin diğer elemanları ise firmalarına geri dönerler. Bunlara “Ana sanayide çalışan konuk tedarikçi firma personeli” anlamında “resident” denir. Ana sanayide “Resident olmaya devam eden mühendislerin bu aşamadan sonraki görevleri, tedarikçilerin ürettiği herhangi bir parçada ortaya çıkabilecek işleyiş bozuklukları, üretim hatası ya da montaj hattında çıkabilecek bir montaj problemini yerinde gözlemleyip, hataların giderilmesi için yeni öneriler geliştirmek ve kendi firmalarına bildirmektir. Ana sanayi ve yan sanayi arasındaki şeffaflık, açıklık anlayışı gereği “resident” mühendisler aynı zamanda ana sanayinin uzun vadeli üretim stratejilerini öğrenip, zamanında hazırlık yapabilmeleri için kendi firmalarını aydınlatmakla da yükümlüdürler. Kısacası zamanlarının %50-70’ini ana sanayi fabrikasında geçiren “resident”

mühendisler yan sanayi firması için müşterileri hakkında birinci el bilgi kaynağı olma rolünü üstlenmektedirler (Okur,1997).

3.1.4.5 Tedarikçi Dernekleri

Yalın üretimde ana sanayi ile tedarikçiler arasında ve tedarikçilerin kendi aralarında bir ilişkiler ağı kurup güçlendirmek, yalın üretim tekniklerinin yaygınlaşmasını sağlamak ve bir takım çalışması anlayışı içinde ar-ge çalışmalarını hızlandırmak amacıyla başvurulacak yöntemlerden biri de, ilk katman yan sanayicilerden oluşan firma bazlı tedarikçi dernekleridir. Japonca'da "Kyoryokukai" denilen tedarikçi derneklerine Japon ana sanayi firmalarının çoğunda rastlamak mümkündür. Örneğin 1986 yılı itibariyle Toyota'nın ilk katman tedarikçilerini şemsiyesi altında toplayan ve sırasıyla 62,136 ve 35 iyeeye sahip üç bölgesel tedarikçi derneği vardır. Aynı şekilde Nisan'ın da iki bölgesel tedarikçi derneği vardır. Yalnızca ilk katman sanayicileri değil, bunların tedarikçileri de birer dernek çatısı altında örgütlenmişler ve piramit modeli ile bu alt kademelere kadar yayılmıştır.

Tedarikçi derneklerinin işlevleri arasında ilk sırada gelen, yalın üretim tekniklerinin yaygınlaştırılması için tedarikçilere gerekli teknik yardımın verilmesidir. Bu amaçla dernek bünyesinde düzenli yalın üretim eğitimleri verilir ve sistemin daha da geliştirilmesi için ana sanayi ve tedarikçileri arasında grup çalışmaları yapılır. Toplantılara ana sanayinin deneyimli bir üretim mühendisi yönetir. Bu mühendisin görevi bir yandan yalın üretim yöntemleri konusunda seminer vermek, diğer yandan da yeni önerilerin getirilmesi için gerekli tartışma ortamını hazırlamaktır.

Tedarikçiler maliyet düşürme konusunda geliştirdikleri yöntemleri birbirleriyle paylaşırlar. Ana sanayinin her bir tedarikçi firmayla ilişkisi uzun vadeli bir ortaklık anlayışına dayandığı için, tedarikçinin işini kaybetmek gibi bir korkusu olmadığından, kendi geliştirdiği bir yöntemi başkalarıyla paylaşmakta sakınca görmez.

Bunun yanında tedarikçi dernekleri sosyal bir klüp olarak da işlev görürler. Buralarda tedarikçi ile ana sanayi personeli arasında futbol, basketbol maçları; eğlence geceleri düzenlemek gibi faaliyetlerle ortaklık anlayışının soyuttan somuta dönüşmesine yardımcı olurlar (Okur,1997).

3.1.4.6 Tedarikçi Seçimi

Yalın üretimde en önemli noktalardan birisi tedarikçi firmaların seçimidir. Geleneksel seri üretim sistemlerinde çok sayıda firma ile çalışıldığından, en düşük fiyatı veren firma veya firmalar işi alırlar. Buradaki temel amaç, çeşitli firmalar arasındaki en düşük fiyatı elde etmektir. Alıcı firmalar temin etmek istediği parça için çok kesin ve belirli spesifikasyonlar

belirler, dolayısıyla geriye karar vermek için sadece fiyat kalır. Bunun üzerine tedarikçi firmalar da çok kısa süreli anlaşma için rekabet edebilir bir fiyat verirler.

Oysa düşük fiyat artık tedarikçi seçimi için bir kriter olmaktan çıkmıştır. En ucuza alınan malzeme uzun vadede en az maliyetli olacak anlamına gelmez. Kötü kaliteden dolayı hattın durması, ekstra işçilik, hurda, garanti kapsamındaki ürünlerin onarımı için harcanan işçilik vb. kayıplar en ucuz malzemeyi en pahalı malzeme haline getirebilir. Bu nedenle yalın üretim sisteminde firma seçimi sırasında yalnızca en düşük fiyatın elde edilmesi değil, aynı zamanda tedarikçi firma ile uzun dönemli, karşılıklı güvene ve şeffaflığa dayalı ilişkilerin kurulması amaçlanır. Sürekli yüksek kaliteli ürün temin edebilecek, gönderdiği malların kalite kontroluna gerek duyulmayacak, zamanında sevkiyat yapabilecek, alıcı firma ile birlikte problemlerin çözümü için çalışabilecek ve her iki taraf için açık bir fiyatlandırma modeli üzerinde mutabık kalacak tedarikçi firmalar tercih edilir.

Coğrafi yakınlık tercih edilmekle birlikte, toplam maliyet üzerinde çok büyük bir etkiye sahip olmadığından, çok da önemli değildir. Asıl önemli olan, sık ve küçük partiler halinde sevkiyat yapabilme yeteneğidir.

Tedarikçi seçiminde bir diğer kriter ise, firmanın yenilik getirici olması ve bunu sağlayacak teknolojiye, problemlerin çözümüne yardımcı olacak teknik bilgi ve beceriye sahip olmasıdır (Emre,1995).

3.1.4.7 Tedarikçilerin Değerlendirilmesi

Yalın üretimde tedarikçilerin gelişmesini teşvik için kullanılan yöntemlerden biri tedarikçilerin performanslarının bir değerlendirmeye tabi tutularak notlanmasıdır. İlk kez 1960'larda Japonya'da görülmeye başlanan tedarikçi değerlendirilmesi, günümüzde Türkiye dahil dünyanın hemen hemen her ülkesinde uygulanan bir yöntem haline gelmiştir.

Ne var ki çoğu ülkede karmaşık formatlarda gerçekleştirilen tedarikçi değerlendirilmesi Japonya'da sadece üç temel alanda yapılmaktadır:

- Hatalı parça sayısı,
- İstenilen miktarda ve sıklıkta ve zamanında gerçekleştirilen sevkiyat yüzdesi,
- Maliyetleri düşürme konusundaki performans

Firmalar her bir tedarikçisine yukarıdaki her bir madde için bir not, bir de bu üç notun bileşimi olan bir toplam not verirler. Değerlendirme bu kadar basit olduğu için de genellikle her üç ayda bir tekrarlanır.

Değerlendirme sonucu her yan sanayi firmasına mutlaka kendi notu ve rakiplerinin notu bildirilir, ama tedarikçi kendi başına bırakılmaz. Ana sanayi mühendisleri ile tedarikçi firmanın elemanları birlikte çalışarak tedarikçinin problem alanlarını saptayıp, çözümleri geliştirirler. Bir tedarikçi firma ancak ısrarlı bir şekilde performansını iyileştirememeye devam ederse işini kaybeder. Öte yandan, performansında belirgin bir iyileşme gösteren tedarikçiler ise sipariş miktarları artırılarak, sözleşme süreleri uzatılarak ve sorumlulukları artırılarak ödüllendirilirler. Ödüllendirmenin bir başka yolu da iyi not alan tedarikçilere sertifika vermektir. Ayrıca en iyi not alanlara parasal bir ödül ve şilt verilmekte, başarıları gazete ve dergilerde kamuya duyurulmaktadır (Okur,1997).

3.1.4.8 Sözleşmeli Nakliyeciler

Yalın üretim ortamında tedarikçilerden ana sanayiye malzeme taşıyan nakliye şirketleri de sistemin bir parçası olarak değerlendirilmek zorundadır. Özellikle tedarikçilerin belirli bir bölgede toplanmadığı ve işletmeler arasında “fiziksel uzaklığın” söz konusu olduğu ortamlarda tam zamanında teslimatları sağlayabilmek için genel nakliyecilerden sözleşmeli nakliyecilere geçmek ve tedarik sistemini bir bütün olarak koordine etmek çok önemlidir.

Bu uygulama ile taşıma maliyetleri azaltılmış olacak ve nakliyecilerin çok daha yakından kontrol edilmeleri sağlanmış olacaktır.

Yalın üretim ortamında nakliye konusuyla birlikte ele alınması gereken bir diğer konu da ambalajdır. Envanter düzeylerinin azaltıldığı bu ortamda artık uzun süreli koruyucu ambalaja gerek yoktur. Paketlemenin ürün maliyetlerini %20 dolaylarında artırdığından, bu önemli bir kazançtır. Yalın üretim ortamında ambalajlar ürünü sadece gerekli olduğu süre boyunca koruyacak şekilde geliştirilmektedir ve bu da karton kutular ya da konteynırlar gibi yeniden kullanılabilir paketleme şekillerinin kullanımını yaygınlaştıracaktır (Acar,2003).

3.2 Jidoka (Otonomasyon) ve Poka-Yoke

Yalın üretimde hatalı hiçbir parçanın bir sonraki prosese geçmesinin önlenmesi esastır (Tapping et al,2002). Çünkü kalitesizliğin çeşitli maliyetleri vardır:

- Eğer bir firma ürünlerinin tümünün istenilen kalitede üretildiğini garanti edemiyorsa, sürekli kalite kontrol faaliyeti içinde bulunmak zorunda kalır, oysa kalite kontrol aslında ürüne hiçbir değer katmayan, tersine birçok elemanın değerli zamanını alarak işgücü maliyetini artıran bir faktördür.
- Kalitesiz üretim, bazı ürünlerin hatalı olarak çıkmaları dolayısıyla onarılmalarını

gerektirir. Oysa onarım, işgücü ve amortisman maliyetini gereksiz yere artıran bir diğer faktördür.

- Kalitesiz üretim, üretilen birçok ürünün tamamıyla ıskartaya çıkarılması anlamına gelir. Bu durumda o ürüne üretilmeleri için harcanan işgücü ve makina zamanı boşa harcanmış olacaktır.
- Kalitesinden tam olarak emin olunmayan ürünlerin müşteriye ulaşması durumunda, kullanım sırasında ortaya çıkması kuvvetle muhtemel arızalanmalar, gereksiz birçok masrafın üstlenilmesini gerektirir.

1950’li yıllarda Japon üretim sektöründeki istatistiksel kalite kontrolün önde gelen savunucularından olan Shingo, daha sonra istatistiksel yaklaşımın, üretimdeki hataları hiçbir zaman sıfıra indiremeyeceği görüşüne varmıştır. İstatistiksel kalite kontrol gibi istatistiğe dayanan teknikler problemleri belirlemeyi sağlar ancak hataları önlemez. İstatistiksel örnekleme bazı ürünlerin test edilmeden gönderilmesine ve bunun sonucu olarak belli bir oranda hatalı ürünün müşteriye ulaşmasına neden olmaktadır. Müşteri için hatalı bir ürün, o ürünün %100 hatalı olduğu kanaatine dayanır ve kabul edilebilir hata seviyesi onun için geçerli değildir. Shingo 1960’lı yıllarda yanlış ve hata konusunda kritik bir ayrım yaptı. Yanlış kaçınılmazdır; insanın doğası gereği yaptığı işe sürekli olarak tam konsantre olması veya verilen talimatları tam olarak yerine getirmesi beklenemez (Baraçlı,1998). Hata ise, yapılan yanlış 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.

“Poka-Yoke”, Shingo tarafından, geliştirilmiş bir kavramdır (Feld,2001). Poka-Yoke teriminde “Poka” kasıtlı yapılmayan bir hatayı, “Yoke” de önlemeyi ifade etmektedir (Baraçlı,1998). Poka-Yoke birçok biçimde olabilir ancak tümünde geçerli olan temel ilkeler şunlardır:

- Her ürün kontrol edilmelidir,
- Hatalar, hatanın kaynağına olabildiğince yakın bir noktada tespit edilmelidir,
- Bir hata tespit edildiğinde üretim hattı hemen durdurularak, hatanın bir daha tekrarlanmaması için gerekli olan önlemler alınmalı,
- Proses hataların yapılmasını önleyecek biçimde dizayn edilmelidir (Askin ve

Goldberg,2002).

Poka-Yoke'nin temel ilkesi, hatayı üzerinden süre geçtikten sonra saptamak yerine, kaynağında ve anında saptayıp önleyerek, hiçbir hatalı ürünün üretilmemesini sağlamaktır. Poka-Yoke'nin uygulamaya geçirilmesi, makinalara hatalı herhangi bir işlemi anında otomatik olarak saptayan ve bu durumda makinayı yine otomatik olarak durduran cihazlar yerleştirilerek gerçekleştirilir. Makina durduktan sonra bir zil çalar veya ışık yanar, böylece makinanın kendisi çalışan kişilere bir aksama olduğunu anında bildirir. Bu noktada yapılan, işçi ile mühendislerin birlikte çalışarak hatanın nedenini saptamaları ve yine hemen düzeltmeleri yapmalarıdır. Böylece hatalı parçanın bir sonraki sürece geçmesi önlendiği gibi, hata nedeni de oradan kaldırılarak bir daha tekrar etmemesi de sağlanmış olur.

Ancak poka-yoke'nin tek işlevi sıfır hataya ulaşmak değildir. Poka-Yoke aynı zamanda işçiyi makinaların çalışma süreleri içinde hata olup olmadığını kontrol etme zorunluluğundan kurtararak, işçiye birden fazla makinadan sorumlu olabilmesi için gerekli zamanı da kazandırır. Dolayısıyla hücreli üretimde üretkenliğin yüksek olması için de poka-yoke şarttır (Okur,1997).

Ayrıca tüm tezgahların sadece hatasız parçalar üretmesi ve istenilen üretim miktarına ulaşıldığında otomatik olarak durması, otomasyon yoluyla fazla envanterlerin ortadan kaldırılmasını, tam zamanında üretimin gerçekleştirilmesini ve talep dalgalanmalarına hızla uyum sağlamayı olanaklı kılar (Acar,2003).

Poka-yoke ya da otomasyon son derece etkin bir sistem olmasına karşın, çoğu kez pahalı bir yatırım olarak algılanır, bu yüzden de bir çok firma poka-yoke'yi uygulamaktan çekinir. Oysa poka-yoke sanılanın pahalı cihazlarla değil, elektronik gözler ve limit anahtarları gibi görece basit donanımlarla gerçekleştirilen bir uygulamadır ve bu tür donanımlar mevcut her makinaya takılabilir (Okur,1997).

Poka-yoke tekniklerinden bazıları şu şekilde sıralanabilir:

- **Kontrol Listeleri ve Operatörün Kendi Yaptığı İş Kontrolü:** Her operatöre kendi yaptığı işi kontrol etme sorumluluğunun verilmesi faydalı olabilir. Bununla birlikte bunun hataları ortadan kaldıracağından emin olunamaz. Çünkü insanlarda kendi yaptığı işin doğru olduğunu kabul etme gibi bir eğilim vardır. Bununla birlikte, neyin kabul edilebilir bir parça olduğu noktasındaki yargı veya eğitim hataları da kontrolün yanlış yapılmasına neden olabilir. Operatör, üretilen her parça için kontrol listesinde yer alan maddelerin tümüyle yerine getirildiğinden emin olmalıdır. Bu operatörlerin işlem sırasında yer alan bazı görevleri yerine

getirmeyi unutmasını engelleyebilir. Bununla birlikte, proses kontrolünün otomatik hale getirilmesi daha etkili bir yöntemdir. Örneğin, birkaç parçanın montajını gerçekleştiriyor olsun. Operatör bir parçanın montajına başladığında, bir düğmeye basar ya da bir barkodu tarayarak, yeni parçanın üretimine başladığını gösteren kırmızı bir ışığın yanmasını sağlar. Monte edilmesi gereken sayıda parça, parça besleyiciden alındığında, ışık yeşile döner. Böylece işçi doğru sayıda parçanın montajını yaptığından emin olabilir.

- **Ardışık Kontrol Sistemi:** Ardışık kontrol sisteminde her işçi yapacağı işe başlamadan önce gelen parçaların kontrolünü yapmakla görevlendirilir. Bu, hatalı parçaların, üzerinde daha fazla kaynak harcamadan önce belirlenmesini sağlar. Ardışık operasyonda hatalar tespit edildiğinde, bir önceki operasyonda yeralan işçiyle derhal iletişim kurulmalı, üretim devam etmeden önce hataların neden olduğu belirlenmelidir.
- **Parçaların ve Fikstürlerin Hataları Önleyecek Şekilde Dizayn Edilmesi:** Parçalar yalnızca belli bir biçimde fikstüre uyabilecek şekilde dizayn edilmelidirler. Ya da parçalara prosese başlamadan önce, fikstürlere doğru biçimde oturup oturmadığını kontrol etmekte kullanılabilecek fonksiyonu olmayan delikler delinebilir. Ayrıca parçalar yanlış yerleştirilmeleri mümkün olmayacak şekilde asimetrik dizayn edilebilir ya da parçaların üretimleri sırasında karıştırılmalarını önleyecek biçimde özel bir işaret ya da kullanımları sırasında okunup kontrol edilmelerini sağlayacak özel bir kimlik numarası verilebilir.
- **Ölçüm İşleminin Makinaya Entegre Edilmesi:** Operasyona giren ve çıkan parçaların ölçümleri operasyonlara entegre edilerek giren ve çıkan parçaların kaliteli olmaları temin edilmelidir. Parçanın boyutları belirlenen spesifikasyonlar dahilinde değilse, parçaların yüklenemeyeceği ya da çözilemeyeceği boyut ölçüleri yerleştirilerek mekanik parçaların istenilen ölçülerde olması sağlanabilir. Eğer hatalı bir parça üretilirse proses hatalı parçanın manuel olarak alınması sağlanacak biçimde durdurulmalıdır. Boyut yanında kalınlık, ağırlık, direnç,vb. özellikler de kontrol edilebilir (Askin ve Goldberg,2002).

3.3 Karışık Yükleme ve Üretimde Düzenlilik

Yalın üretim, gereksiz envanter tutulmamasını öngörür. Bu ise hedef üretimin tam zamanında gerçekleştirilmesiyle sağlanabilir. Tam zamanında kavramı, sadece satılabilir ürünlerin,

satılabilir miktarda üretilmesi anlamına gelir. Bu durum üretimin talebe uyumlandırılmasını gerektirir. Yalın üretim sisteminde üretimin değişken talep koşullarına uyumlandırılması “Üretimde Düzenlilik” olarak adlandırılır. Üretimde düzenlilik için bir üretim hattının tek tip bir ürünün yüksek hacimlerde üretimine ayrılması söz konusu olamaz. Tam tersine, üretim hatlarının talepteki değişimlere uyumlu olarak, aynı gün içinde çeşitli ürün tiplerini ufak miktarlarda üretebilecek şekilde düzenlenmesi gerekir (Acar,2003). Buna ise “Karışık Yükleme” denir. Üretimin dengelenmesi ve karışık yüklemenin en önemli işlevi, talep çeşitliliğine çok daha iyi yanıt verilmesini sağlamaktır (Ohno,1998). Ayrıca, aynı hatta birden fazla modelin monte edilmesi, gereken toplam hat sayısını ve dolayısıyla toplam fabrika alanını da azaltır. Bir üçüncü işlevi de, ürünlerin bayilere ve müşterilere istenilen sipariş bileşimine erişildikten hemen sonra sevk edilebilmelerini sağlayarak, üreticileri gereksiz stok alanı bulundurma zorunluluğundan kurtarmaktır (Okur,1997).

Karışık yüklemenin avantajları şu şekilde sıralanabilir:

- İşgücünü çizelgelemek kolaydır,
- Tüm düzeylerdeki üretim daha alışılmış hale gelir,
- Kaliteyi geliştirmek üzere yönetmeler geliştirmek kolaydır,
- Elde daha az envanter bulundurulur.
- Ürünler dış müşteriye daha hızlı bir şekilde gönderilir (Durmuşoğlu,2003).

Üretimin dengelenmesinde ilk aşama, bir yıl içinde aylık talep dalgalanmalarına adaptasyon yani “Aylık Adaptasyon”; ikinci aşama ise bir ay içinde günlük talep dalgalanmalarına adaptasyon yani “Günlük Adaptasyon”dur. Aylık adaptasyonda öncelikle bir sonraki yıl kaç adet araba yapılıp satılacağını gösteren yıllık üretim planlarında, 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 sonra da kesinleşmiş 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 hazırlanacaktır. Yalın üretim sisteminde günlük üretim çizelgelerinin hazırlanması özellikle önemli bir konudur, çünkü, dengelenmiş üretim kavramı bu çizelgeler aracılığıyla sisteme entegre edilmektedir. Günlük üretim çizelgeleri her üretim hattı için hat üzerinde işlenecek parçaların sırasını gösteren çizelgelerdir ve bunlar “Dizi Çizelgesi” olarak adlandırılır.

Dizi çizelgeleri yalnızca son montaj hattının başlangıç noktasına gönderilir, diğer istasyonlara ise üretim miktarlarını ilişkin tahmini bilgiler iletilir. Bu bilgiler imalat süreçlerinin ustabaşları tarafından değerlendirilir ve bir sonraki ay için işgücü ihtiyaçlarının karşılanmasına yönelik düzenlemeler yapılır. Bu durumda son montaj hattında operasyonlar başladığında kullanılan parçalardan çekme kanbanları çıkarılacak ve bu kanbanlar bir önceki istasyondan parçaları çekmek için kullanılacaktır. Bir istasyondan parça çekilmesi, orada çekilen miktar kadar üretim yapılması için çalışmaların başlamasını sağlayacaktır. Bu şekilde son montaj hattından önceki istasyonlara ayrıca bir üretim çizelgesi gönderilmesine gerek kalmayacak, kanbanlar üretime ilişkin tüm talimatların adım adım sondan başa doğru iletilebilmesini sağlayacaktır (Acar,2003).

Ancak karışık yükleme uygulamasında dikkat edilmesi gereken bazı noktalar vardır. İlk olarak, yan sanayicilerden ya da fabrika içi atölyelerden üretime mal çekilmesi söz konusu olduğunda, bunun mutlaka belli bir düzen içinde gerçekleştirilmesi zorunluluğudur. Aksi takdirde, önceki üretim istasyonları ve yan sanayiciler yedek WIP stoğu bulundurmamak zorunda kalacaklardır. Örneğin, son montaj hattı bir önceki istasyonlardan A,B ve C tipi ürünlere ait parçaları kanbanlar kanalıyla hep ikişer palet halinde çekiyorsa, üretim kanbanları da önceki üretim istasyonlarının kanban kutularında bu adette ve sıralamada birikecek, dolayısıyla üretim de bu adet ve sıralamada gerçekleşecektir. Eğer bir sonraki devirde çekme birden bire 5'er palet çıkarsa, önceki istasyonlarda fazladan 3'er palet bulunmayacağına göre, üretim aksayacaktır. Üretimin aksamaması için getirilebilecek tek çözüm, önceki istasyonlar ve yan sanayilerin yedek WIP stoğu tutmalarıdır.

İşte yalın üretimde bu tür olasılıklarla karşılaşmamak için, son montaj hattında karışık yüklemenin her zaman belli bir düzen içinde gerçekleştirilmesi ve ürünlerin hattan mümkün olan en küçük partiler halinde çıkarılması sağlanmalıdır. Karışık yükleme düzeninin ne olacağını tayin eden ise, müşteri talep miktarı ve bileşimidir. Örneğin bir firma aylık sipariş bileşimine göre, bir ay içinde aynı montaj hattından çıkacak A,B ve C tipi ürünlerinden 6000 palet A, 3000 palet B ve 3000 palet de C ürünü üretmek zorundadır. Ayda ortalama 20 çalışma günü olduğuna göre, söz konusu bileşim, günde 300 A, 150 B ve 150 C parçasına tekabül eder. Birçok firmada bu bileşim en iyimser tahminle günün ilk yarısında A, geriye kalan ilk ¼'lük kısımda B ve son ¼'lük kısımda da C paletleri üretmek biçiminde değerlendirilir. Yalın üretimde ise, ürünler son montaj hattından A,B,A,C,A,B,A,C palet sıralamasına göre çıkarılır ve bu sıralama ilke olarak gün boyu korunur. Yani bir yandan her üç ürünün de talep bileşimindeki paylarını yansıtacak frekansta üretilmeleri sağlanır; öte yandan da her bir üründen mümkün olduğunca birer palet ve hatta birer adet üretilir. Böyle

bir sistem, hem günlük üretim adetlerinin tutturulmasını sağlar, hem de bir önceki istasyonları montaj hattının belli bir düzene dayanmayan çekiş yapması durumunda yedekte bulundurmamak zorunda kalacakları WIP stoğu tutmalarını önler.

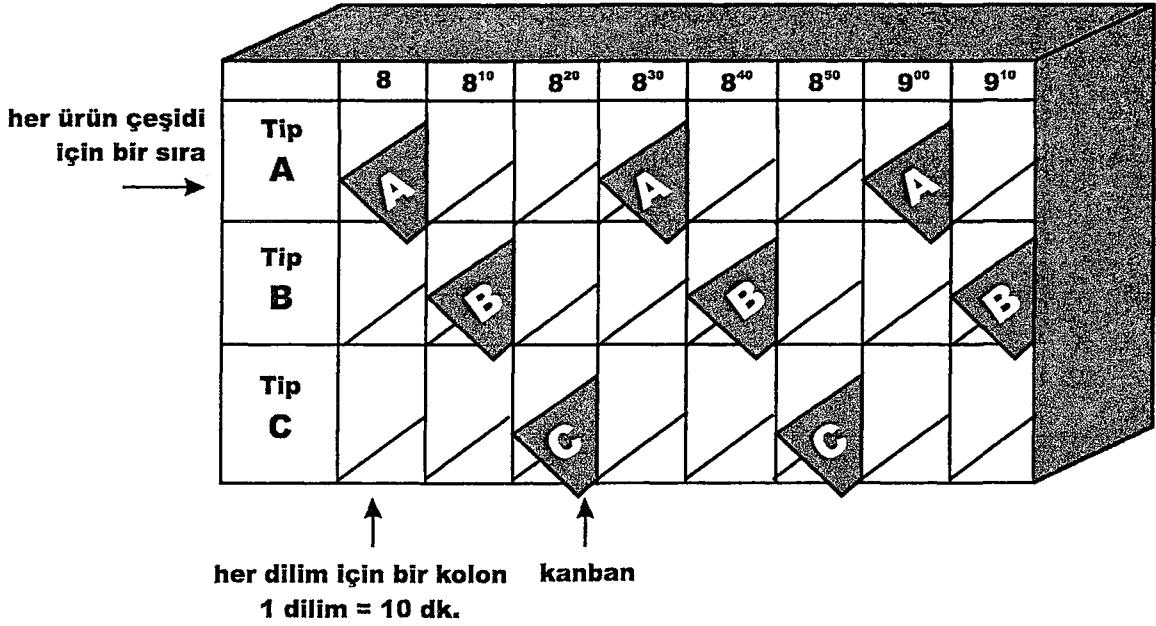
Aynı örnekte herhangi bir gün ortasında bayilerden ya da müşterilerden gelen acil bir talep değişikliğine göre, günlük toplam ürün adedinin düşürülmesi gereği ile karşılaşıldığını, ancak üretilmesi gereken ürünlerin birbirine oranının değişmediğini varsayalım. Bu durumda son montaj hattında yine A,B,A,C,A,B,A,C düzeni devam edecek, ancak hat yavaşlatılacaktır. Bunun için hattaki işçi sayısı azaltılır. Son montaj hattının yavaşlaması ile kanbanların önceki istasyonlara daha yavaş bir tempoda birikmesine ve sonuçta aynı zaman diliminde üretilen miktarın azalmasına yol açar. Aynı şekilde talebin artması durumundaysa, montaj hattı hızlandırılır. Bunun için de çalışan işçi sayısı artırılır.

Üretimde düzenlilik talep değişikliği adet olarak değil, ürün bileşiminde yaşanması durumunda da, sorun yaşanmasını önler. Örneğin gün ortasında birdenbire ürün bileşiminin gün sonunda 300 A, 150 B ve 150 C paleti değil de; 150 A, 225 B ve 225 C paleti olması gerektiği öğrenildiğini varsayalım. Bu durumda gün ortasına gelindiğinde halihazırda A-B-A-C-A-B-A-C düzenine göre 150 palet A, 75 palet B ve 75 palet C üretilmiş olacağın dan, günün ikinci yarısında A ürünü üretimi durdurularak, yalnızca B ve C tiplerine yönelerek gün sonunda gerekli miktar yakalanabilecektir. Kısa süre içinde diğer istasyonlar da B-C-B-C sistemine geçecekleri için hiçbir istasyonda WIP birikmesi söz konusu olmayacaktır.

Eğer talep değişimi hem toplam adet, hem de ürün bileşimini aynı anda kapsayacak olursa, bu durumda da son montaj hattından başlayarak bir yandan üretim hızını değiştirmek, öte yandan da çekiş bileşimini değiştirmek yeterli olacaktır (Okur,1997).

Küçük ve düzenli miktarda ürünü çekmenin birçok yolu vardır. Bazı şirketlerde kullanılan ve hem ürün karmasını hem de üretim hacmini düzenlemeye yardımcı olan bir araç “Heijunka Kutusu”dur (Rother ve Shook, 1999). Heijunka Kutusu, düzgünleştirilmiş üretimi belli bir zaman dilimi boyunca yönetmeyi sağlayan fiziksel bir araçtır (Tapping,2002). Bu kutunun sütunları her bir “Dilim” aralığına, satırları ise her ürün tipine karşılık gelir. Kanban kartları, çizelgeye göre uygun bölmelere konulur.

“Dilim”, ürünün kaçlık paketler halinde sevk edildiğini belirten “Paketleme Miktarı” ile vardiya başına çalışma süresinin, vardiya başına müşteri talebine bölünmesiyle bulunan “Takt Zamanı”nın çarpımına eşittir. Takt zamanı, müşteri isteklerini karşılamak için satış seviyesine bağlı olarak bir parça veya ürünü hangi sıklıkta üretmemiz gerektiğini belirtir (Rother ve Shook,1999) Şekil 3.11’de bir Heijunka kutusu örneği görülmektedir.



Şekil 3.11 Yük seviyelendirme kutusu (Rother and Shook, 1999)

Bu sistemde kanban sadece üretilecek olan miktarı değil, aynı zamanda o miktarı üretmek için kullanılacak zamanı da gösterir. Kanban kartları ürün tipine göre istenen sırayla heijunka kutusuna yerleştirilir. Daha sonra, malzeme taşıyıcı bu kanbanları alarak, her bir dilim aralığında bir tane olmak üzere ilgili üretim istasyonuna götürür (Rother ve Shook, 1999).

Örneğin bir işletme, A,B,C,D ve E olmak üzere beş çeşit ürün üretmektedir. Bu ürünlerin günlük talep miktarları 300 A, 200 B, 200 C, 50 D ve 50 E şeklindedir. Her bir ürün için paketleme büyüklüğü standart 25 adettir. buradan da anlaşılacağı üzere toplam talep 800 birim ve iki vardiya üzerinden günlük çalışma zamanı 52800 saniyedir. Buna göre:

$$\text{TAKT ZAMANI} = \frac{\text{Vardiya Başına Kullanılabilen İş Zamanı (sn.)}}{\text{Vardiya Başına Müşteri Talebi (adet)}} \quad (3.5)$$

Takt zamanı=52800/800

Takt zamanı=66 saniye

$$\text{DİLİM} = \text{TAKT ZAMANI (sn.)} * \text{PAKETLEME MİKTARI (adet)} \quad (3.6)$$

Dilim=66*25

Dilim=1650 saniye (veya 27,5 dk.)

Buna göre her 25 ürün 27,5 dakikada bir sevkedilmelidir.

Gün boyunca işletme 12 palet A, 8 palet B, 8 palet C ve 2 şer palet de C ile D üretmelidir.

Buna göre A:B:C:D:E oranı 12:8:8:2:2 şeklindedir. Bu oranlar 3:2:2:0,5:0,5 şeklinde küçültülebilir.

Çizelge 3.1 Heijunka Kutusu-Dilim aralıkları (Tapping et al,2002)

DİLİM ARALIKLARI	ÜRÜN
6:30-6:40	Birinci vardiyanın başlangıcı ve Operatörlerin otonom bakım kontrolleri.
6:40:00-7:07:30	A
7:07:30-7:35:00	A
7:35:00-8:02:30	A
8:02:30-8:30:00	B
8:30-8:40	MOLA
8:40:00-9:07:30	B
9:07:30-9:35:00	C
9:35:00-10:02:30	C
10:02:30-10:30:00	A
10:30-11:00	ÖĞLE YEMEĞİ
11:00:00-11:27:30	A
11:27:30-11:55:00	A
11:55:00-12:22:30	D
12:22:30-12:50:00	B
12:50-1:00	MOLA
1:00:00-1:27:30	B
1:27:30-1:55:00	C
1:55:00-2:22:30	C
2:22:30-2:50:30	E
2:50:30-3:00:00	Birinci vardiyanın sonu ve 5S kontrolleri.
3:00-3:10	İkinci vardiyanın başlangıcı ve operatörlerin otonom bakım kontrolleri.
3:10:00-3:37:30	A
3:37:30-4:05:00	A
4:05:00-4:32:30	A
4:32:30-5:00:00	B
5:00-5:10	MOLA
5:10:00-5:37:30	B
5:37:30-6:05:00	C
6:05:00-6:32:30	C
6:32:30-7:00:00	D
7:00-7:30	YEMEK
7:30:00-7:57:30	A
7:57:30-8:25:00	A
8:25:00-8:52:30	A
8:52:30-9:20:00	B
9:20-9:30	MOLA
9:30:00-9:57:30	B
9:57:30-10:25:00	C
10:25:00-10:52:30	C
10:52:30-11:20:00	E
11:20-11:30	İkinci vardiyanın sonu ve 5S Kontrolleri.

3.4 Tek Parça Akışı

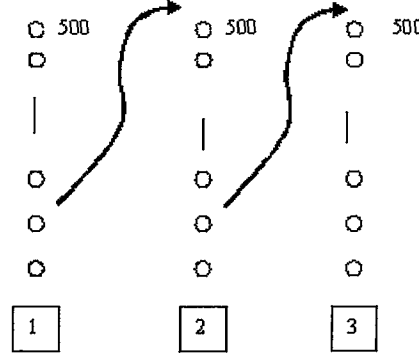
Yalın üretim sistemlerinde ürün temin zamanlarının mümkün olduğunca azaltılması, üretim sürecinde gerek bitmiş, gerekse işlenmekte olan parçaların bekletilmemeleri gerekir. İşlenmekte olan parçaların beklememesi, bir parçanın bir operasyondan diğerine hemen geçmesi anlamına gelir. Yalın üretimin bu zaman harcamasına bulduğu çözümlerden biri, herhangi bir atölye içinde bir parçanın nihai halini alması için gereken tüm makinaların, parçaların işlenme akışına göre yerleştirilmeleri ve parçanın bir önceki süreç için gereken makinadan bir sonraki süreçte kullanılacak makinaya hiç beklemeden geçmesidir. makinaların bu şekilde yerleştirilmelerine “Süreç-Bazlı Yerleşim” ve parçaların süreçler arasında beklemeden teker teker aktarılmasına da “Tek Parça Akışı” denir. Tek parça akışı, operasyonlar arasındaki aktarma lotunun bir adete indirilmesiyle makina yanı stoğun sıfırlanması olarak da tanımlayabiliriz (Okur,1997) Suzaki, her seferde tek bir parça üreten operasyonların, yalnızca bir sonraki operasyon ihtiyaç duyduğunda tek parçayı transfer eden “görünmez bir konveyör” ile birbirine bağlanan bir üretim sistemini ideal üretim sistemi olarak tanımlar (Levinson et al,2002).

Operasyon zamanları takt zamanı bazında dengelenerek tek parça akışı yaratıldığında, büyük partilerle akışın yerine tek parça akışının ne denli avantajlı olduğu görülmeye başlanır. Tek parça akışıyla, toplam temin zamanı, toplam envanter azalır ve kalite konusunda biriktir-ve-beklet sisteminde olduğundan çok daha iyi bir geri bildirim alınır. Biriktir-ve-beklet sisteminde bir operasyonda tekil parçalar tamamlandıktan sonra, bir sonraki operasyona gitmek için tüm partinin tamamlanmasını beklerler. Bu sonraki operasyonlarda da aynı şekilde devam eder. Tek parça akışında ise, bir operasyonda üretilen ürünler, tek parça halinde bir sonraki operasyona geçerler (Feld,2001). Böylece hem toplam üretim süresi, hem de işlenmekte olan parça envanteri azalır. Bu şöyle bir örnek üzerinde açıklanabilir. Bir atölyede işlenecek bir parçanın nihai şeklini alması için üç değişik makinanın kullanıldığı üç farklı işlemden geçmek zorunda olduğunu ve her bir işlemin bir dakika sürdüğünü varsayalım. Biriktir-ve-beklet sistemine göre çalışmada makinalar yan yana olsalar bile birbirlerinden bağımsız çalışırlar. Birinci makina durmadan işlemini sürdürür ve örneğin işlediği parça sayısı 500’e ulaşıncaya, bu 500 parça birinci makinadan alınıp ikinci makinaya aktarılır. Yani aktarma lotu 500 parçadan oluşmaktadır. İkinci makina da yine aynı şekilde 500 parça işleyince bu parçaları üçüncü makinaya aktarılır. Birinci makinaya da işleyeceği parçaların başka bir atölyeden yine 500 parçalık sandıklar halinde geldiğini varsayalım.

Bu durumda herhangi bir parça üç işlemten geçtiğinde ve her bir işlem 1dakika tuttuğuna göre, 500 parçanın herhangi bir işlemi tamamlaması 500 dakika, 3 işlemden geçip nihai halini

alması da $3 \times 500 = 1500$ dakika tutacaktır.

Tek parça akış durumunda ise makinalar birbirlerine bağlı çalışmakta, bir makina “n.” parçayı işlerken, bir önceki makina “(n+1).” parçayı işlemekte ve işlemi tamamlar tamamlamaz parça bir sonraki makinaya aktarılmaktadır.



Şekil 3.12 Sıralayıp Bekletme Durumu (Okur, 1997)

“t₀” anında ilk makinanın işleyeceği parçanın diğer bir atölyeden ulaştığını varsayalım. Buna göre;

t₁= 1.makina ilk parçayı işliyor, 2. ve 3. makinalar bekliyorlar (1.dakika)

t₂=1.makina ikinci parçayı,2.makina birinci parçayı işliyor,3.makina bekliyor(2.dakika)

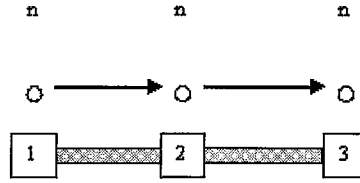
t₃=1.makina üçüncü parçayı,2.makina ikinci parçayı,3.makina birinci parçayı işliyor(3.dakika)

t₅₀₀=1.makina 500.parçayı, 2.makina 499.parçayı, 3.makina 498. parçayı işliyor.

t₅₀₁=1.makina 501.parçayı, 2.makina 500.parçayı, 3.makina 499.parçayı işliyor(501.dakika)

t₅₀₂=1.makina 502. parçayı, 2.makina 501.parçayı, 3.makina 500.parçayı işliyor(502.dakika)

Bu durumda 500 parçanın nihai halini alması, 1500 değil sadece 502 dakika tutmuştur. Eğer işin başlangıcında 2.ve 3. makinaların yanında birer adetlik bir stok bulundurulsa, her üç makina da “t” anında aynı anda çalışmaya başlayabilecek, böylece 2 dakikalık daha tasarruf yapılarak, 500 parçanın işlenme süresi 500 dakikaya inmiş olacaktır (Okur,1997).



Şekil 3.13 Tek Parça Akışı (Okur, 1997)

Tek parça akışı aynı zamanda kalite konusunda da faydalar sağlar. Tek parça akışında çok daha az parça yeniden işlenir ya da ıskartaya çıkarılır; eğer bir hatalı parça tespit edilirse, anında geribildirim yoluyla düzeltici önlemler alınır. Biriktir-ve-beklet sisteminde ise bu haftalar alır (Feld,2001).

3.5 Toplam İş Denetimi

Tek parça akışının gerçekleştirildiği süreç-bazlı hatlar makina ya da hat yanı stoğunun azaltılması ya da sıfırlanması için geliştirilmiş etkin sistemlerden biridir. Ancak süreç bazlı hatların gerçekten etkin olabilmeleri için, aynı hattı oluşturan makinaların çalışma tempoları ya da kapasitelerinin yani bir işlemi tamamlanmaları için gereken sürelerin de denkleştirilmeleri gerekir. Örneğin, hattaki bir önceki makinanın bir parçayı işleme süresi 1 dakika, sonrakinin işleme süresi ise 4 dakikaysa; bir sonrakinin tek bir parçayı işleme süresinde bir önceki makina 4 parça birden işleyecek ve eğer makinalar durmadan çalıştırılırsa, sonraki makinanın yanında öncekinden gelen parçalar giderek artan miktarda birikmeye başlayacaklardır. Bu durumda beklemesiz üretim olan tek parça akışı gerçekleşemeyecektir.

İşte yalın üretimde bu sorun hatta bulunan makinaların birbirine senkronize edilmesi ile yani tüm makinaların aynı süre içinde aynı miktarda parça işlemeleri sağlanarak çözülmüştür. Bunun için, kapasitesi yüksek olan yani herhangi bir parçayı işleme süresi diğerlerinden daha kısa olan makinalara, belli bir miktar parçayı işledikten sonra kendi kendini otomatikman durduran “Limit Anahtarları” yerleştirilmiştir. Hattaki bir sonraki makina bu yüksek kapasiteli makinadan parçaları çektikçe, yüksek kapasiteli makinadaki limit anahtarı makinayı yine otomatik olarak başlatmakta, dolayısıyla makina gün boyu çalışma-durma sekansı içinde işleyerek, kapasitesi düşük makinalara adapte olmaktadır. Yüksek kapasiteli makinaların düşük kapasiteli makinalara bu şekilde senkronize edilmelerine yani makina kapasitelerinin birbirlerine yaklaştırılmasına “Toplam İş Denetimi” denir.

Toplam iş denetimi uygulandığında bazı makinalar tam kapasite ile çalışmazlar. Ancak parçaların hat ya da makina yanı stokta beklemelerinden kaynaklanan kazanç, aslında makinaların tam kapasite çalışmalarından elde edilecek kazançtan daha büyüktür.

Çoğunlukla, makinalar arası yığılmaları önlemek için, belli bir hatta kapasitesi yüksek bir makina varsa, bu makinadan bir sonraki prosesi gerçekleştiren makinaların sayısı artırılma yoluna gidilir. Oysa yalın üretimde, eğer kapasitesi düşük makinaların verimi o gün içinde gerçekleştirilmesi gereken ürün miktarının tutturulmasına yetiyorsa, o durumda gereksiz ürün üretmektense, yüksek kapasiteli makinaları toplam iş denetimi yoluyla düşük kapasiteli makinalara adapte etmek daha doğrudur.

Yalın üretimde tek parça akışı anlayışı atölyelerle sınırlı kalmayıp atölyeler arası akışa da uyarlanmışsa, senkronizasyon da sadece tek bir atölye içindeki süreç bazlı hatlarda değil, atölyeler arasında da uygulanmalıdır. Yani farklı atölyelerin kapasiteleri bu anlayışa göre birbirlerine yaklaştırılmakta, aynı zaman süresi içinde aynı miktar üretme ilkesi atölyeler arasında da hayata geçirilmektedir. Dolayısıyla, örneğin pres hattı, kaynak hattı ve boya hattı da birbirine senkronize hale getirilmelidirler (Okur,1997).

3.6 Operasyonların Standardizasyonu

Değer akımı boyunca akışın sürekli kılınması için işçiler gerçekleştirdikleri iş elemanları için takt zamanına uygun, tutarlı çevrim zamanlarını yakalayabilmelidirler. Bir operatör bir işi 45 saniyelik bir çevrim zamanında gerçekleştirirken, diğer operatörün bunu 60 saniyede gerçekleştirmesi istenmeyen bir şeydir. Bu operasyon için belirli bir çevrim süresi tespit edilip, bu işi herkesin aynı metotla ve aynı zamanda yapmasını sağlanması gerekir. Bu ise işlerin standardize edilmesiyle mümkündür (Tapping,2002).

Standardizasyon ilk kez Taylor tarafından vurgulanmış bir kavramdır ve onun kullandığı şekliyle “işçilerin beyinlerini fabrika girişinde bırakmalarını” ifade eder. Standardizasyon bir işi yapmanın en iyi yolunun bulunup dökümanite edilmesi ve bunun tüm organizasyona yayılması anlamına gelir (Levinson,2002).

Yalın üretim sisteminde operasyonların standardizasyonu ile gerçekleştirilmek istenen üç temel hedef vardır:

- Standart operasyonların ilk hedefi, el işçiliklerinde israf olarak tanımlanan gereksiz hareketleri ortadan kaldırarak, verimliliği artırmaktır. Bu hedefin gerçekleştirilmesinde “Standart Operasyon Sıralaması” olarak tanımlanan ve her

işçinin farklı operasyonları hangi standart sırada gerçekleştireceğini belirleyen formlar çok önemlidir.

- İkinci hedefi, üretim zamanlaması açısından tüm süreçler arasında hat dengesinin sağlanmasıdır. Bu noktada çevrim zamanı kavramının standart operasyonlara entegre edilmesi gerekmektedir.
- Üçüncü ve son hedefi ise, süreç içi envanter düzeylerinin minimize edilmesidir. Bu bağlamda işçilerin standart operasyonları gerçekleştirebilmeleri için gerekli olan minimum süreç içi envanter düzeyi standart süreç içi envanter miktarı olarak tanımlanmaktadır. Belirlenecek bu standart miktar, fazla süreç içi envanterlerin azaltılmasına önemli miktarda katkıda bulunacaktır.

Öte yandan operasyonların standardizasyonu sırasında gerek iş güvenliği ve gerekse kalite kontrol konularının da göz önünde bulundurularak, ürün kalitesinin ve iş güvenliğinin hangi noktalarda ve hangi sırayla kontrol edileceğinin standart hale getirilmesi de operasyonların standardizasyonunun ikincil hedefleridir.

Standart operasyonların belirlenmesi amacıyla şu çalışmaların yapılması gereklidir:

- **Çevrim zamanlarının belirlenmesi:** Çevrim zamanı, bir birim ürünün üretilmesi için gereken zaman olarak tanımlanmaktadır.

Çevrim zamanının hesaplanabilmesi için, söz konusu üründen günlük talep edilen miktar ile günlük efektif çalışma zamanının bilinmesi gereklidir.

$$\text{ÇEVİRİM ZAMANI} = \frac{\text{GÜNLÜK EFEKTİF ÇALIŞMA ZAMANI}}{\text{GÜNLÜK TALEP EDİLEN ÜRÜN MİKTARI}} \quad (3.7)$$

Yalın üretim sisteminde bu formülün uygulanmasında, günlük efektif çalışma zamanı hesaplanırken; tezgah arızası ve malzeme beklemek için geçen boş zamanlar ile dinlenme zamanları göz önüne alınarak herhangi bir indirim yapılmaz. Ayrıca günlük talep edilen çıktı miktarı belirlenirken de fire oranları göz önüne alınarak ilaveler yapılmamalıdır.

- **Birim başına tamamlama zamanının belirlenmesi:** Birim başına tamamlama zamanı, tek bir parçanın işlenmesi için gereken zaman olarak tanımlanır.

El işçiliği operasyon zamanı ile otomatik tezgah işleme zamanlarının kronometre ile belirlenmesi gerekmektedir. El işçiliği operasyon zamanları belirlenirken yürüme ve benzeri hareketler için harcanan zamanlar göz önüne alınmalıdır. Bu aşamada, el işçilikleri için gereken hız ve beceri düzeyleri ustabaşı tarafından belirlenmelidir.

$$N = \frac{T}{C + m} \quad \text{veya} \quad N = \frac{T - m.N}{C} \quad (3.8)$$

N = Çıktı adedi cinsinden üretim kapasitesi

C = Birim başına tamamlanma zamanı

M = Birim başına hazırlık zamanı

T = Toplam operasyon zamanı

$m.N$ = Toplam hazırlık zamanı

- **Standart operasyon sıralamasının belirlenmesi:** Çevrim zamanı ve her operasyon için birim başına el işçiliği işlem zamanlarının hesaplanmasından sonra, her işçi tarafından gerçekleştirilecek farklı operasyonların sıralamasının belirlenmesi gerekir. Bu çalışma ile öncelikle işçilerin bir tezgahta işleri hangi sırada yapacakları belirlenir. İkinci olarak ise, çok fonksiyonlu işçilerin çevrim zamanı içinde farklı tezgahlarda hangi sıralama ile çalışacakları saptanmış olur (Acar,2003).

Operatörlerle birlikte çalışarak veya yapılan işi gözlemleyerek en efektif iş yapma biçimi belirlenmeli ve sonuçta belirlenen operasyon sıralaması konusunda konsensüs sağlandığından emin olunmalıdır. Bunun için gerekirse daha efektif olduğu düşünülen operasyon sıralaması da işi yapacak olan operatörlerle birlikte tartışılarak revize edilmelidir. Çalışanlara yeni standartlar ve prosedürleri dikte ederek onların tepkisini çekmemek gerekir (Tapping et al,2002).

Standart operasyon formlarının hazırlanmasında şu aşamalar izlenmelidir:

- Çevrim zamanı, formun zaman ekseninde kırmızı ya da kalın bir çizgiyle belirtilir.
- Bir işçi tarafından gerçekleştirilecek işlemlerin kapsamı yaklaşık olarak

tahmin edilebilir. Yaklaşık olarak çevrim zamanı eşit olan, toplam operasyon zamanının hesaplanmasında parça üretimi kapasite formu kullanılacaktır. Bu aşamada tezgahlar arasında yürütmek için gerekli olan zamanların kronometre ile saptanarak bir yere kaydedilmesi gerekir.

- Parça üretimi kapasite formlarından ilk tezgah için, el işçiliği ve tezgah işlem zamanları belirlenerek form üzerinde belirtilir.
- Süreç sırası her zaman için operasyon sırası ile aynı olmayacağından, bu aşamada bir sonraki operasyonun doğru olarak belirlenmesi önem kazanmaktadır. Yine bu aşamada tezgahlar arası yürütme mesafesi, ürün kalitesinin kontrol edileceği noktalar ve varsa özel güvenlik önlemlerinin göz önünde bulundurulması gereklidir. Eğer yürütme zamanları söz konusuysa, bu zamanlar form üzerinde önceki operasyonun el işçiliği zaman noktasından sonraki operasyonun el işçiliği zamanı başlangıç noktasına uzanan kesikli bir çizgiyle gösterilecektir.
- Üçüncü ve dördüncü aşamalar tüm operasyonların sıralaması belirleninceye kadar tekrar edilecektir. Bu aşamaları gerçekleştirirken, herhangi bir tezgah işlem zamanı bir sonraki operasyonun el işçiliği zamanı ile çakışırsa söz konusu sıralama değiştirilerek, yeni bir sıralamanın hazırlanmasında çalışacaktır.
- Operasyon sıralaması ikinci aşamada belirlenen tüm süreçleri içerecek şekilde hazırlanacağından, sıralamanın bir sonraki çevrimin başlangıç operasyonunda tamamlanması gerekmektedir.
- Eğer son tamamlanma noktası, çevrim zamanı belirleyen kalın çizgi ile birleşiyorsa, söz konusu sıralamanın ideal bir çözüm olduğunu söylemek mümkündür. Eğer operasyon, çevrim zamanı çizgisinden önce tamamlanıyorsa, daha başka operasyonların bu araya ilave edilip edilemeyeceği araştırılmalıdır. Son operasyonun çevrim zamanı çizgisinden sonra tamamlanması durumunda ise, söz konusu zaman aşımını kısaltmak amacıyla işinin gerçekleştirdiği çeşitli işlemlerin iyileştirilmesi gerekecektir.

Bundan sonra ustabaşı hazırlanan standart operasyon sıralamasını uygulamak üzere gerekli önlemleri almalıdır. Bu amaçla, ustabaşının öncelikle kendisinin çevrim zamanı içinde operasyonları rahatlıkla tamamlayabilmesi ve daha sonra bunu işçilere

öğretmesi gerekmektedir.

Farklı operasyonların işçilere dağıtımında iki temel konunun göz önünde bulundurulması gereklidir:

- Her işçi kendine verilen işlemleri çevrim zamanı içinde tamamlayabilmelidir.
- Süreçlerin yerleşimi planlanırken, her işçinin aynı çevrim zamanına sahip olmasına ve bu şekilde süreçler arasında hat dengesinin kurulmasına dikkat edilmelidir (Acar,2003).

Standart operasyon sıralama formları yeni işçilerin eğitiminde de kullanılır. Bu formlarla eğitim bir operasyon içindeki kritik noktaların öğretilmesinde özellikle efektiftir. Bu formların kullanılması sayesinde Toyota'da yeni işçilerin eğitim süresi üç güne kadar inmiştir (Shingo,1989)

- **Standart süreç içi envanter miktarının belirlenmesi:** Standart süreç içi envanter miktarı, üretim hattında gerekli olan minimum miktar olarak tanımlanır. Bu minimum miktar; tezgahlar arasında tutulan ve tezgahlarda işlenmekte olan parçaları da içerir. Ancak, üretim hattının tamamlanmış ürünler stoğunda bulunan parçalar bu miktara dahil edilmez. Belirlenen bu envanter olmaksızın, üretim hattı üzerindeki değişik tezgahların ritmik operasyonlarına devam etmeleri mümkün değildir.

Standart süreç içi envanter miktarının belirlenmesinde şu faktörler göz önünde bulundurulmalıdır:

- Eğer operasyon sıralaması süreç akışı ile uyumluysa, sadece tezgahlarda işlenmekte olan parçalar yeterli olacak, tezgahlar arasında envanter tutulmasına gerek kalmayacaktır. Eğer operasyon sıralaması süreç akışına ters yönde ise, tezgahlar arasında en azından bir birimlik envanter bulundurmak gerekli olacaktır.
- Sürecin belirli noktalarında ürün kalitesini kontrol etmek için gereken miktar
- Eğer varsa, bir önceki süreçten gelen parçaların ikinci süreç için gerekli olan koşullara gelebilmesi için gerekli miktar.

Standart süreç içi envanter miktarının minimum düzeyde tutulması çok önemlidir.

- **Standart operasyon formlarının hazırlanması:** Operasyonların standardizasyonunda yapılacak en son çalışma standart operasyon formlarının hazırlanmasıdır. Bu formlarda şu bilgiler yer alır:

- Çevrim zamanı
- Operasyon sıralaması
- Standart süreç içi envanter miktarı
- Net operasyon zamanı
- Ürün kalitesi kontrol noktaları
- İş güvenliğinde dikkat edilmesi gereken noktalar

Genelde standart operasyon formları, süreçteki tüm işçilerin görebileceği biçimde asılı bulunurlar (Acar,2003).

STANDART OPERASYON FORMU						
OPERASYONUN KAPSAMI		TARİH				
KALİTE KONTROL	GÜVENLİK ÖNLEMLERİ	STANDART YARIMAMUL STOĞU	STANDART YARIMAMUL STOK MİKTARI	TAKT ZAMANI	ÇEVİRİM ZAMANI	OPERATÖR NUMARASI
★	+	●	3	30	30	1-1

Şekil 3.14 Standart operasyon formu (Tapping et al,2002).

3.7 Hücresel Üretim

Yalın üretim yaklaşımında bir fabrikanın işleyişinde olabilecek en büyük israflardan biri de, operatörlerin bir yerden bir yere gitme, makinaların çalışmasını kontrol etme ya da makina başında makinanın devrinin bitmesini bekleme gibi ürüne hiçbir değer katmayan pasif eylemlerin getirdiği zaman kayıplarıdır.

Yalın üretim sisteminin temel mantığı, makinaların doğru çalışıp çalışmadığının kontrolü, makinaya parçayı yerleştirme, işlenmiş parçayı alma gibi eylemleri mekanikleştirerek ve otomatikleştirerek, kazanılan zamanı her operatörün birden fazla makinayı çalıştırması şeklinde değerlendirmektir. Böylece bir yandan aynı işi çok daha az sayıda operatörle gerçekleştirmek mümkün olmakta, diğer yandan da talep yükselmesi veya düşmesi durumlarında sadece işçi sayısı ile oynanarak üretim verimini talepteki esnekliğe adapte etme olanağı elde edilmektedir.

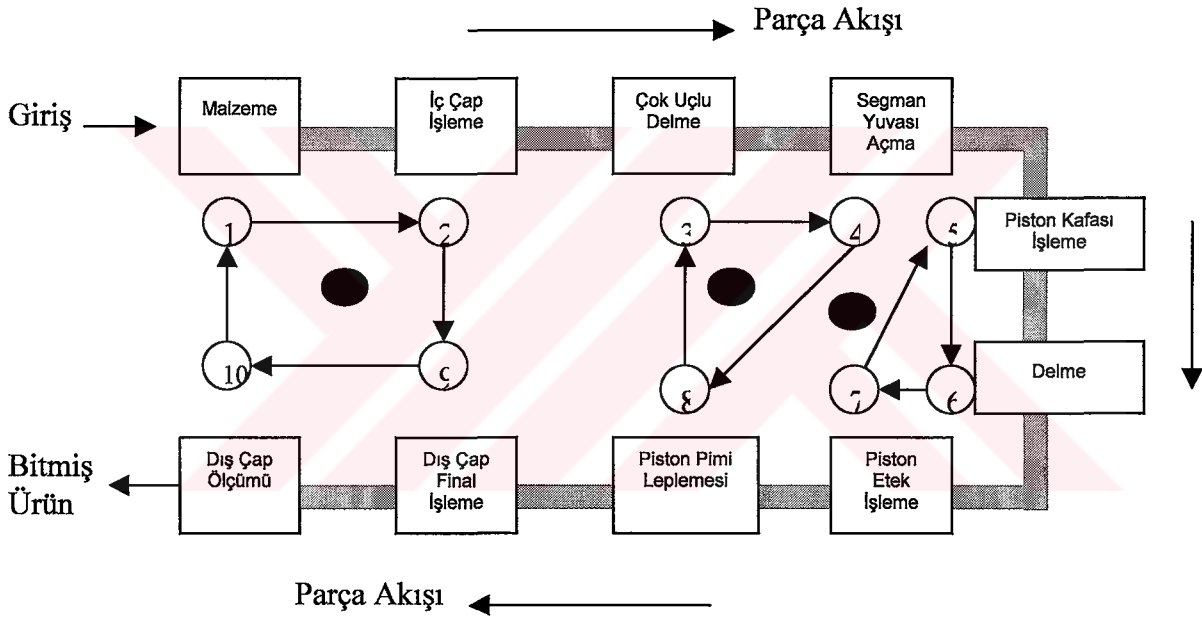
Yalın üretimdeki bir işçinin birden fazla makinadan sorumlu olması ilkesi, tek parça akış ve süreç bazlı yerleşim anlayışı birleştğinde karşımıza “Hücresel Üretim” kavramı çıkar (Okur,1997). Hücresel üretim, parçaların benzer geometrik veya operasyonel özelliklerin göre aileler halinde sınıflandırılmaları ve sonra da bu ailelere uygun olarak seçilen makina gruplarında üretilmeleri olarak tanımlanabilir. Bir parça ailesinin tamamen işlenmesini sağlayacak gerekli tüm makinaların bir araya getirilmeleriyle oluşturulmuş makina gruplarına üretim hücreleri adı verilir.

Hücresel üretimde esas amaç, fabrika içindeki malzeme akış sisteminin basitleştirilmesidir. Basit iş akışı ile makina önündeki iş parçası bekleme zamanları kısaltılarak veya ortadan kaldırılarak proses içi stok maliyetinin düşürülmesi ve daha kısa imalat temin sürelerine ulaşılması sağlanmaktadır (Emre,1995). Ayrıca hücresel üretim sistemi, operasyon bazında hazırlık zamanlarını da bariz bir şekilde düşürür veya ortadan kaldırır. Çünkü, hücre içindeki makinalar, bu hücrede imal edilecek parça ailesi için bir tip parçadan diğerine çok hızlı geçecek şekilde yeniden donatılmışlardır. Böylece küçük parti üretimi mümkün olabilmektedir. Genel felsefe de mamüllerin sistemin içerisinde su gibi akması istenir, hücresel imalat mantığında bu felsefeye yaklaşım vardır.

Hücresel üretim, mamül kalitesinde de bir iyileşmeye sebep olur; çünkü parti üretiminin hücre düzeninde bir işgören, bir parçayı direkt olarak diğer işgörenden alabilir. Böylece, eğer parça kusurlu ise, işlem neyin yanlış gittiğini anlamak için durdurulur. Kalite geri beslemesi derhal

gerçekleştirilip yüksek kalite kolaylıkla sağlanabilir. Bundan başka, hücreye giren parçaların tüm işlemleri aynı hücre içerisinde gerçekleştirildiğinden, işgören için parçanın bütünü için kalite sorumluluğu taşımak mümkün olacaktır (Kulak,2003).

Farklı hücre şekilleri olabilmekle birlikte, üretim şekli olarak verdikçe, hücrelerde “U” tipi yerleşim tercih edilmelidir. Bu düzenin en önemli yanı, giriş ve çıkışın beraber olmasıdır. Bu tip yerleşim, uzaklığı minimize ederek işgücü esnekliği, daha iyi haberleşme, hatalı parçaların yeniden gönderilip düzeltilme kolaylığı ile malzeme ve takım iletiminde kolaylık sağlar (Emre,1995). Bunun yanında talepteki artış veya azalış durumunda işçi sayısı değiştirilerek üretim miktarının artırılıp azaltılabilesini de mümkün kılarak esnekliği artırır. Şekil 3.11’de bir hücre örneği görülmektedir.



Şekil 3.15 Hücresel Yerleşim Örneği (Okur,1997)

Bu hücrelerde makinalara otomatik olarak para yerleştiren ve işlem bitince yine otomatik olarak makinadan alıp kızaklara ileten donanım olmasa da, mutlaka makinaların doğru çalışıp çalışmadığını kontrol eden donanım, yani otonomasyon bulunmalıdır. Böylece bir makina çalışırken, işçi o makinaları kontrol etmek zorunda kalmadan, başka bir operasyonu gerçekleştirebilir (Okur,1997).

Hücreler tasarlanırken şu ilkeler dikkate alınmalıdır:

- Makinalar operasyon sırasına göre dizilmelidir,

- İşçinin hücre boyunca hareketi sırasında sağ elini kullanmasını sağlayacağından, hücre içi akış saat yönünün tersi yönünde olacak şekilde düzenleme yapılmalıdır.
- Malzeme ve el hareketlerini de göz önünde bulundurarak, makinalar olabildiğince birbirine yakın yerleştirilmelidir.
- Son operasyonu gerçekleştiren makina ilk operasyonu gerçekleştirene yakın olmalıdır (Tapping et al,2002).

Hücresel üretimde bir işçi birden fazla makinadan sorumlu olduğu ve beklemeyle hiç vakit kaybetmeden ürüne değer katıcı işlemleri birbiri ardına gerçekleştirmesi, doğal olarak net aktif çalışma süresini artıracak, dolayısıyla işçi sürekli olarak çok yüksek bir tempoda çalışmak zorunda kalacaktır. Bu durumun iş stresini artırıcı olduğu ve işçilerde memnuniyetsizliğe neden olabileceği düşünülebilir. Ancak yalın üretim sistemini yıllarca incelemiş uzmanlar özellikle belirtmektedirler ki, çalışan kişinin birden fazla makinadan sorumlu olması ve gereksiz hiçbirşey yapmaması, aslında o kişide emeğinin lüzumsuz eylemlerle harcanmadığı duygusunu uyandırmaktadır. Ayrıca hücresel üretimde işçilerin becerileri de artacağı için, çalışanlar yaptıkları işlerden öncesine nazaran çok daha fazla tatmin olmaktadır. Bu noktada Shingo, artan iş yükünün öğle tatili dışında işçilere her saat başı 5'er dakikalık molalar verilmesiyle hafifletilebileceğini söylemektedir (Okur,1997).

3.8 Shojinka, Çok Fonksiyonlu İşçiler ve İş Rotasyonu

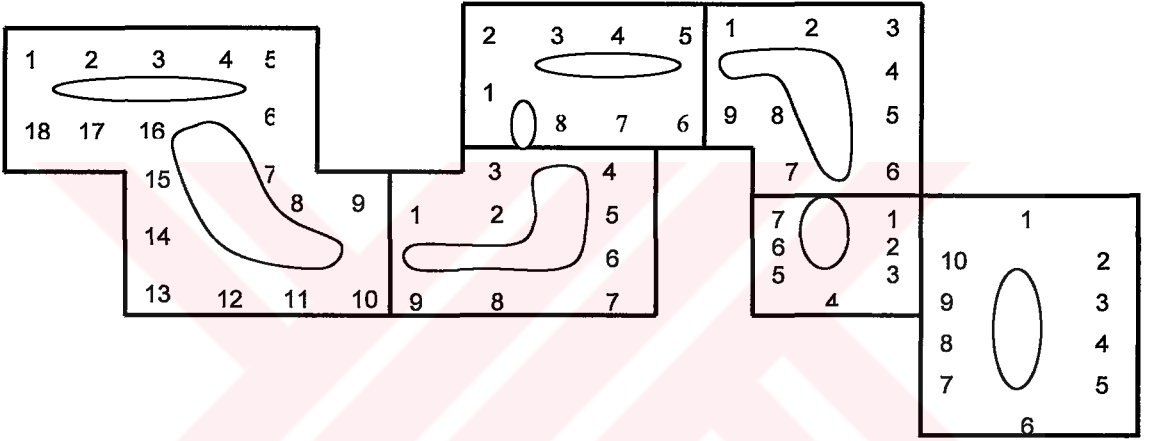
Atölyede çalışan işgücü sayısını talepteki azalma ve artışa paralel olarak azaltmak ya da artırmaya “Shojinka” denir. Shojinka kavramı, özellikle talep azalmasına bağlı olarak işgücü sayısının azalması durumunda daha belirgin bir önem kazanmaktadır. Örneğin bir üretim hattında beş işçi belirli sayıda çıktı üretirken, talep miktarı bunun %80'ine inerse, işçi sayısı da 4'e ($=5 \cdot 0,80$) inecek; talep miktarı %20'sine indiğindeyse işçi sayısı 1'e ($=5 \cdot 0,20$) düşecektir.

Shojinka'nın gerçekleştirilebilmesi için üç temel önkoşul vardır:

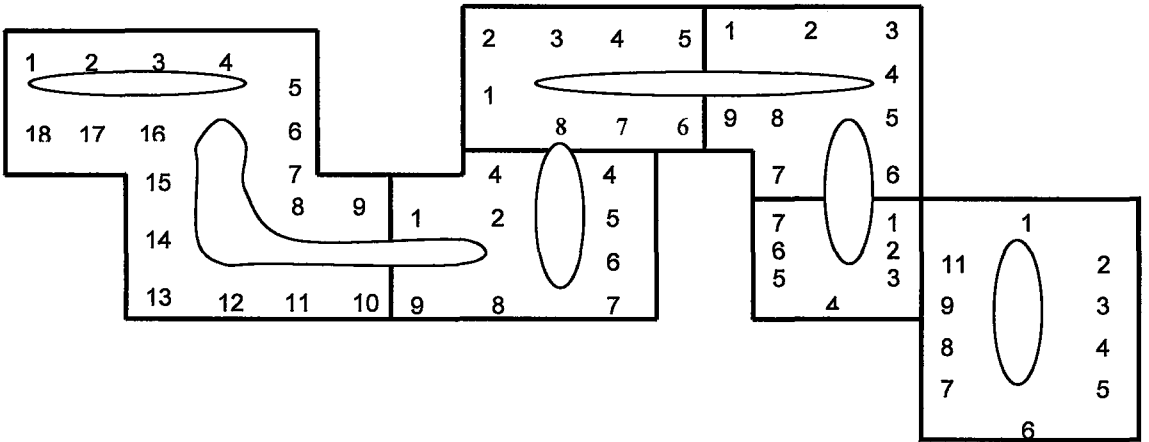
- Uygun tezgah yerleşim planlaması,
- Çok fonksiyonlu işgücü,
- Standart operasyon sıralarının sürekli olarak değerlendirilmesi ve düzenli olarak revize edilmesi (Acar,2003).

Shojinkanın uygulanabilmesi için makinaların hücresel üretime uygun olarak yerleştirilmeleri

gerekir. Özellikle “U” tipi hatlar, talebin artması ya da düşmesi durumunda üretimin artırılıp düşürülebilmesine de rahatlıkla adapte olabilen son derece esnek sistemlerdir. Bu hatlarda makinalar olabilecek en yüksek üretim adedine yanıt verebilecek sayıda bulundurulurlar; hatta çalışacak işçi sayısı saptanırken ise, olabilecek en düşük üretim adedi gözönüne alınır. Öyle ki, talep düşük olduğunda hatta az işçi çalıştırılmakta, bu durumda her bir işçi oldukça fazla sayıda makinadan sorumlu olacağından, hattın üretim hızı düşmekte, sonuç olarak üretim adetleri de kendiliğinden talebe yanıt verecek şekilde azalmaktadır. Hattaki ürünlere talep arttıgındaysa, hatta çalışan işçi sayısı artırılmaktadır. Bu durumda da her bir işçinin sorumlu olduğu makina sayısı azalacağından, üretim hızı ve dolayısıyla da üretim adedi de talebe yanıt verecek şekilde otomatikman artmaktadır.



Şekil 3.16 Talebin çok olduğu dönemde operasyonların operatörler arasında dağılımı (Acar,2003).



Şekil 3.17 Talebin Düşük olduğu dönemlerde operasyonların operatörler arasında dağılımı (Acar,2003).

Shojinkanın uygulanabilmesi için gerekli bir diğer ön koşul ise, çalışanların çok fonksiyonlu olmaları ve kendilerine herhangi bir zamanda yeni bir makina çalıştırma sorumluluğu verildiğinde, yeni düzene hemen adapte olabilmeleridir. İşte iş rotasyonu bu noktada önem kazanmaktadır. İşçiler farklı zamanlarda, o an gerekme bile, farklı makinalar arasında gidip gelmelidirler ki, gerçekten gerektiği anlarda herhangi bir makinaya hemen uyum sağlayabilsinler (Okur,1997).

İşçiler sık sık rotasyona tabi tutulduklarında daha az sıkılırlar, sürekli gelişim için yeni fikirlerin ortaya çıkar, aynı takım içindeki iletişimin artıracak bir ortam oluşur, bireylerin kendi işlerini yaparken bütünün hangi parçasını yaptıklarını daha iyi kavramalarını sağlar, yorgunluk ve sürekli aynı iş yapmadan kaynaklanan iş kazaları azalır. Bunun yanında, yalnızca talep artıp azalmalarında değil, ürün karmasından veya makina bozulmalarından kaynaklanan geçici darboğazların oluşumu durumunda darboğaz oluşan istasyonlara işçi kaydırılması gibi durumlarda da üretimde esnekliği sağlar (Askin ve Goldberg,2002).

3.9 5S

Aşamaların Japoncada “S” harfiyle başlayan beş kelimenin isimlerini oluşturması nedeniyle bu ismi alan “5S” tekniği, efektif işyeri organizasyonu ve standart iş prosedürlerine odaklanan bir tekniktir [4]. Bu yaklaşımı oluşturan aşamalar şunlardır:

- Seiri (Sınıflandırma)
- Seiton (Düzen)
- Seiso (Temizlik)
- Seiketsu (Standartlaştırma)
- Shitsuke (Disiplin)

Düzen, temizlik, çalışma disiplini ve işyeri organizasyonu, birçok insan için çekici olmayan konular arasındadır. Ancak bir fabrikada ortaya çıkan ıskarta sayısı, arıza sayısı, kaza sayısı, işe gelmeme sayısı, stok düzeyi ve iyileştirme önerileri sayısı ile o fabrikada uygulanan 5S arasında çok sıkı bir bağ vardır (Durmuşoğlu,2003). Temiz bir fabrikada problemler daha kolay görülür. Örneğin kirli bir fabrikada hatalı bir ekipman bile gözden kaçabilirken; temiz bir yüzeyde bir sızıntı bile olsa göze çarpacaktır (Askin ve Goldberg,2002). Bununla birlikte 5S ile başarmaya çalışılan yalnızca görünüşü temiz zeminler ya da iyi organize edilmiş raflar

elde etmek değildir Uygulanan faaliyetlerin son hedefi israfları ve dolayısıyla ürün maliyetlerini azaltmaktır (Durmuşoğlu,2003).

Ayrıca 5S sistemi, çalışanlara keyifli ve güvenli çalışma koşulları sağlar. Çalışanlarda, işyeriyle "gurur duyma" ve işyerine "ait olma" duygusu artar, Ekip çalışması ve uyum içerisinde çalışma anlayışı gelişir. Böylece çalışanların işyerleriyle ilgili olarak yaratıcı katkıları artar [1].

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 bir kavramdır.

3.9.1 Sınıflandırma (Seiri)

Sınıflandırma, iş ortamında bulunan gerekli ve gereksiz malzemelerin ayrıştırılarak, mevcut üretim faaliyetleri için gerekli olanların dışındaki makina ve malzemelerin çalışma yerinden uzaklaştırılması anlamına gelir.

Çalışanlar, üretim için gerekli olup olmadığına bakmaksızın, makina ve malzemelerin yakın gelecekte gerekli olabileceğini düşünerek onları tutma eğilimindedirler. Böylece eldeki teçhizat stoğu giderek artar ve bunlar da günlük üretim faaliyetlerine katılırlar. Zamanla ve giderek işletmenin tümünü işgal eden geniş bir makina ve malzeme stoğu oluşur [1]. İş ortamında bulunan bu gereksiz veya seyrek kullanılan malzeme ve ekipmanlar kapladıkları yer nedeniyle işyeri düzeninin bozulmasına ve çalışma veriminin düşmesine neden olabilirler. Gereksiz olan malzemeler kaldırıldığında, operatör için çalışmak, malzeme akışı ve hareket etmek daha kolay hale gelecek, buna ek olarak, alandan daha iyi yararlanılabilecektir (Feld,2001).

İş ortamındaki gereksiz parçaların belirlenmesinde kullanılan etkili bir yöntem, “Kırmızı Etiket” yöntemidir. Çalışma ortamında gerçekleştirilmekte olan işin yapılması için gerekli olmayan tüm parçalar üzerine kırmızı bir etiket yerleştirilir. Bu parçaların tümü daha sonra merkezi bir toplama alanına taşınır. Bu noktada kırmızı etiketle işaretlenmiş parçaların değerlendirilmesi yapılır [4].

3.9.2 Düzenleme (Seiton)

İhtiyaç duyulan gereçlerin kolayca kullanımını sağlayacak şekilde yerleştirilmesi ve arandığında kolayca bulunacak biçimde etiketlenmesi anlamına gelir. Kısaca “her şey için bir yer ve her şey kendi yerinde” olarak ifade edilir (Levinson,2002). Yani her malzeme için sadece bir yer ayrılmalı, bu yer herkes tarafından bilinmeli ve malzeme oradan alınıp, kullanıldıktan sonra yine oraya konulmalıdır [1].

İşyerinin düzenlenmesinde şu sorulara cevap aranmalıdır:

- İşin gerçekleştirilmesi için nelere ihtiyaç vardır?
- Bu parçalar nereye yerleştirilmelidir?
- Bu parçalardan ne miktarda kullanılması gerekmektedir?[4]

İşyerinin düzenlenmesiyle, işletmedeki mevcut alanın en etkin biçimde kullanımı gerçekleştirilecek, taşıma sayı ve mesafelerinin en aza indirilmesi sağlanacaktır. Böylece, üretim faaliyetlerinde gereksiz hareketten kaynaklanan israflar, malzeme ve takım aramadan kaynaklanan zaman kayıpları ve malzeme sayısının fazlalığından kaynaklanan kayıplar gibi birçok kaybı önlenecektir. Ayrıca bu tip işlerde yitirilen zaman işçide strese yol açtığından, çalışma verimini de olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu nedenle düzenli yerleşimin çalışma verimini artırmada da önemli etkisi vardır.

Düzenlilik daima organize olma ile birlikte uygulanmalıdır. Herşey organize olduğunda ortada yalnızca gerekli olanlar kalır. Bundan sonra yapılacak iş bu kalanların nereye ait olduğunun belirlenmesidir. Çalışanlar neyi, nerede bulacaklarını ve işleri bittiğinde nereye bırakacaklarını bilmelidirler. Organize olma ve düzenlilik, sıfır hata, maliyetlerin azaltılması, sıfır kaza koşullarına ulaşmak için temel faktörlerdir [1].

3.9.3 Temizlik (Seiso)

İşyerindeki toz, kir ve atıklar; hatalı ürün ve iş kazalarına neden olabilirler. Bunun için yerlerin temizlenmesi, makina aksamının silinmesi ve genel anlamıyla fabrika alanındaki her şeyin temiz tutulması gerekir. Fabrikalarda temizlik, aynı zamanda çalışanlardaki stres ve gerginliği azaltır [1].

Çalışma alanı her vardiyanın sonunda temizlenmelidir. Ancak bu süre vardiyanın %2'sinden daha az olmalıdır (Feld,2001). İşletme temizlik alanlarına ayrılmalı ve her alan için kişiler görevlendirilmelidir. Hangi alanların hangi günlerde, günün hangi saatlerinde, kimin sorumluluğunda temizleneceğini gösteren çizelgeler hazırlanmalıdır [1].

3.9.4 Standartlaştırma (Seiketsu)

Standartlaştırmadaki amaç, organize olma, düzenlilik ve temizlik uygulaması ile elde edilen kazançlarda bir gerileme olmasını engellemek üzere bu üç aşamayı alışkanlık şekline dönüştürerek uygulamaların korunmasını sağlamaktır [1]. Eğer 5S çalışmaları kurumsallaştırılmazsa işçiler hemen önceki duruma dönecek, işyerinin temizliği ve düzenliliği sürdürülemezdir.

Standartlaştırmmanın en önemli yararı, herkesin görebileceği ve kolaylıkla anlayabileceği

şekilde uyarı ve kontrol tabloları kullanarak; herhangi bir iş istasyonundaki anormalliklerin ya da işlem hatalarının ilk bakışta görünmesini sağlayacak bir sistemi kurmasıdır (Feld,2001).

3.9.5 Disiplin (Shitsuke)

Bu son adım tüm aşamalar içinde uygulanması en zor olandır. İnsan doğası gereği değişime direnir ve genellikle insanlara yeni bir şeye alışmaya çalışmaktansa işleri eski biçimde yürütmek çok daha kolay gelir [4]. Bu adım, tüm personelin 5S'i alışkanlık olarak benimsemelerine yönelik yöntemlerin geliştirilmesini içerir. 5S'in önemini çalışanların anlamasını sağlamak ve disiplinli bir şekilde uygulanmasını sağlamak yönetimin sorumluluğudur. Yönetim 5S'in önemli olduğunu ifade etmeli, beklentilerini açık bir şekilde ifade etmeli; arada sırada fabrikada dolaşarak yapılanları kontrol etmeli ve düzenlemelere uyanları ödüllendirirken, uymayanları disipline altına alacak önlemler almalıdır (Feld,2001)

3.10 Toplam Üretken Bakım

Yalın üretimi destekleyen en önemli faaliyetlerden biri de "Toplam Verimli Bakım"dır. Bir üretim ortamında makineler en önemli elemanlardan biridir. Yalın üretimde stok seviyeleri azaltıldığından, makinelerin güvenilirlikleri daha fazla önem kazanmaktadır. Rassal makina bozulmalarına karşı çok az stok olduğundan, makina bozulduğunda tüm üretim hattı durur. Bu nedenle TPM programı yalın üretimin kurulması sırasında uygulanması gereken bir tekniktir (Feld,2001).

Bugünkü anlamıyla TPM, Japon imalat işletmelerinde 1970'lerin sonunda başlamış olup, o zamandan beri işletmelerin bakım çalışmalarında bir sistem olarak sürekli gelişmektedir (Tajiri ve Gotoh,1996). Toplam verimli bakım kısaca, küçük grup aktiviteleri vasıtasıyla tüm çalışanların katıldığı verimli bakım çalışmaları olarak tanımlanabilir. Toplam verimli bakım programının amacı, çok modelli küçük parti üretimi sisteminde toplam teçhizat kullanım etkinliğini artıracak teçhizat eksikliklerini, hatalarını ve kazalarını azaltmak, kalite ve verimlilikte genel iyileştirmeler sağlamak ve çalışma ortamında daha iyi bir atmosfer yaratmaktır (Hasan,2001).

Toplam verimli bakımda "Toplam" kelimesi üç anlamda kullanılmaktadır:

- **Toplam Etkinlik:** Kullanılan ekipmanın verimliliğini/etkinliğini artırıcı çalışmaların, ekipmanın alınışından ıskartaya çıkarılincaya kadarki tüm ya da "toplam" ömrü boyunca sürdürülmesi.
- **Toplam Bakım Sistemi:** Ekipmanın çalışmadan beklemesine neden olan "tüm" etkenlerin kontrol altına alınması. Bu etkenler şu şekilde sıralanabilir:

- Ekipmanın bozulup durması,
 - Kalıp değiştirme süreleri,
 - Başka nedenlerle ekipmanı kısa sürelerde durdurmak zorunda kalınması,
 - Ekipmanın hızının düşmesi,
 - Ekipmanın veriminin, hatalı ürün dolayısıyla düşmesi.
- **Çalışanların Toplam Katılımı:** Ekipmanın verimini artırma çalışmalarına, genel müdürden hat personeline kadar firmada görev yapan “tüm” personelin katılması.

Özellikle bu üçüncü anlam, TPM’in kilit taşıdır denilebilir. Çünkü TPM, firmada üst yönetimden başlayan bir TPM politikası oluşturulmasına ve atölyelerde oluşturulacak küçük işçi ekipleri vasıtasıyla hayata geçirilmesine dayanır. Ekipler TPM’in çekirdek birimlerindirler. TPM’i önleyici bakımdan ayıran ana özellik budur, çünkü önleyici bakımda ekipmanların güvenilirliklerini artırma görevi işçilerin değil, bakım uzmanlarının görevidir (Okur,1997).

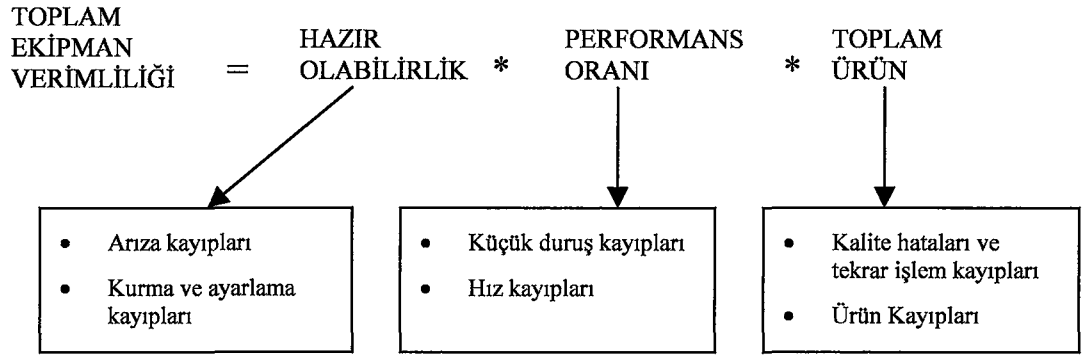
Genel olarak Toplam verimli bakım altı önemli faaliyeti içerir:

- **Üretim, bakım ve mühendislik departmanlarınca organize edilen proje grubunun, altı büyük kaybı ortadan kaldırması:** TPM’de ekipman etkinliğinin düşmesine neden olan altı büyük kaybın olduğu görülür:
 - *Onarım gerektiren ekipman hatalarının neden olduğu duruş kayıpları:* örneğin işçilik, ekipmanı tamir etmek için gerekli yedek parçaların olmayışı,vb. Bu kayıplar makina duruşu olarak ölçülür.
 - *Ekipmanı Kurma ve Ayarlama Kayıpları:* Bu kayıplara işletme koşullarındaki değişimler sebep olur. Bunlardan bazıları, her üretim veya vardiya başlangıcındaki üretim akışındaki değişiklikler, ürünlerdeki ve üretim koşullarındaki değişikliklerdir. Bu tür kayıplar, makina duruşları, kod değişim ayarları (ekipman değişiklikleri, kalıp, düzene, el aletleri değişimleri), üretim başlangıcı ve ayarlar oluşturur. Bunun da büyüklüğü duruşla ölçülür.
 - *Küçük duruş kayıpları:* Bir makinada meydana gelen durdurma, sıkışma ve boşa çalışma gibi olaylardan kaynaklanır. Genelde, bu tür kayıplar, elde yeterli aletler olmadığı için kaydedilemez. Bu kayıplar, bundan dolayı

formülü temel alınarak değerlendirilir. Operatörler belirlenen zaman içinde küçük duruşları önleyemediklerinde, ekipmanda herhangi bir hasar olmamasına rağmen, birçok firma, bu tür küçük duruşların önemini vurgulama açısından, makina duruşu olarak dikkate alır.

- *Hız Kayıpları:* Üretim hızındaki azalmadan dolayı meydana gelir. Ekipman orijinal veya teorik hızda çalıştırılmaz. Yüksek çalışma hızında, kalite hataları ve küçük duruşlar sık sık oluşur. Bundan dolayı, ekipmanın düşük hızda çalıştırılması istenir. Hız kayıpları, teorik çalışma hızının, gerçek çalışma hızına oranı ile ölçülür.
- *Kalite Hataları ve Tekrar İşleme Kayıpları:* Tanım dışı veya normal operasyon sırasında üretilen hatalı ürünlerden kaynaklanır. Bu ürünler ya tekrar işlenmeli ya da ıskartaya çıkartılmalıdır. Burada, ürünler tekrar işlenirken harcanan emek ve ıskartaya giden malzeme kayıpları sözkonusudur. Bu kayıpların niceliği, kaliteli ürünün toplam üretilen ürüne oranı olarak ölçülür. Bu kayıpları, makinaları ilk devreye alma ve ayarlama çalışmaları sırasında meydana gelen kalite hatalarından veya normal çalışmada oluşan hatalı ürünlerden ayırmak gerekir.
- *Ürün Kayıpları:* Standartlara uymayan veya özürlü, ıskartaya gitmiş ve artan hammaddelerden oluşmaktadır. Ürün kaybı iki gruba ayrılır. Birincisi, ürün tasarım, imalat metotları, ekipman sınırlamasının sonucundan kaynaklanan hammadde kayıplarıdır. Diğer grup ise, operasyon değişikliği veya operasyon başlangıcındaki koşulların kararlılığı ile ilgili kalite hatalarından kaynaklanan ayarlama kayıplarıdır.

Bu altı büyük kayıp, “Hazır Olabilirlik”, “Performans Oranı” ve “Toplam Üretim Oranı”nı oluşturur (Şekil 3.18)



Şekil 3.18 Toplam Ekipman Verimliliği (Tajiri ve Gotoh,1996)

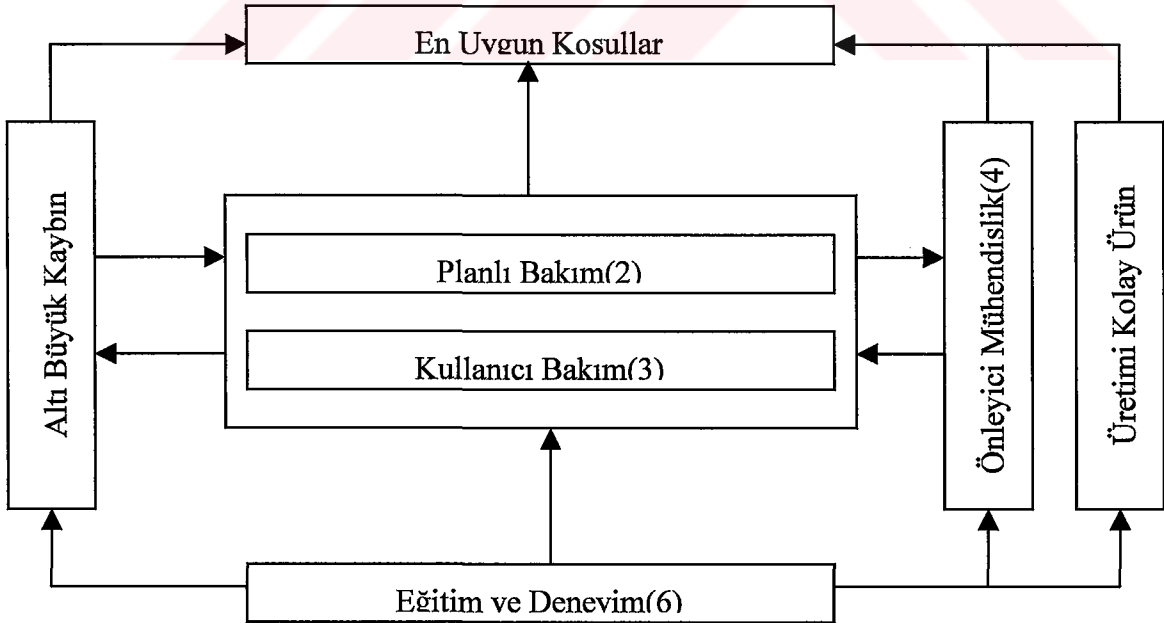
Bu kayıpların ortadan kaldırılmasında en etkin yöntem, üretim, bakım ve mühendislik departmanlarından çekilen uygun sayıda üyelerden oluşan proje gruplarının oluşturulmasıdır. Bu grupların çalışmaları genellikle üretim personeli tarafından yönetilir.

- **Bakım departmanının planlı bakımı yürütmesi:** planlı bakım sistemi bakım departmanı tarafından oluşturulur. Planlı bakım, makina bozulmalarının henüz gerçekleşmeden önce önlenmesini amaçlar ve bunun için ekipmanlara rassal olarak değil, önceden planlanmış bir takvime göre bakım çalışmalarının yapılmasını içerir. Bu çalışmaların başarılı olmasında bakım departmanı personelinin uyumlu ve hızlı çalışması önemlidir (Tajiri ve Gotoh,1996).
- **Üretim departmanının otonom bakımı yürütmesi:** Toplam verimli bakımın en önemli karakteristiklerinden biri de operatörlerce yürütülen otonom bakım faaliyetleridir. Burada otonom bakımla kastedilen şey, her operatörün kendi makinasını ciddi sorunlar yaratmaması için önleyici bakımlar uygulayarak korumasıdır. Bu yaklaşımın altında yatan düşünce ise, makinayı kullanan kişinin düzgün çalışmasını sağlamak amacıyla yapılan günlük önleyici faaliyetleri, temizliğini, yağlanması ve denetimlerini yapabilecek en uygun kişi olduğudur (Hasan,2001).

Otonom bakım faaliyetleri ile bakım departmanı tarafından yürütülen planlı bakım faaliyetleri dikkatlice koordine edilmelidir. Otonom bakım sisteminin kurulması için minimum üç yıl, bazen dört yıl gereklidir. Hayli zaman alıcı olmasına rağmen, bütün çalışanların katıldığı işletme çapındaki bu faaliyet, önemli etkiler ve

yararlarla sonuçlanacaktır.

- **Mühendislik hizmetleri departmanının önleyici mühendislik faaliyetlerini yürütmesi:** Ekipmanlar işlev ve diğer etkenler açısından incelenerek, uygun olmayan nitelikleri belirlenmelidir. Bu gözden geçirme, ekipman güvenilirliğini, kolay bakım olanaklarını, ekonomikliğini, kolay çalıştırılabilirliğini ve güvenliği içine alır. Bu geçmişteki deneyimlere dayanarak, mevcut sorunların keşfini ve yeni ekipmanların geliştirilmesini sağlar (Tajiri ve Gotoh,1996) Bu şekilde geliştirilen ekipmanların, daha uzun ekipman yaşam süresi ve daha yüksek güvenilirlik oranına sahip olması sağlanır (Feld,2001).
- **Ürün tasarım departmanının imalatı kolay ürün tasarım faaliyetlerini yürütmesi:** Sadece işletme içindeki çabalarla, çözümü zor imalat güçlükleri, daha ürün tasarım aşamasında kolay imalat ve kalite güvenilirliği tesis edilerek bertaraf edilebilir.
- **Bu çalışmaların eğitim ile desteklenmesi:** Tüm çalışanlar toplam verimli bakımla ilgili her eğitim faaliyetini değerlendirerek, gerekli bilgi ve becerilerini geliştirmelidirler. Esas olarak, yetersiz eğitimle Toplam verimli bakımın hiçbir prensibi başarılamaz (Tajiri ve Gotoh,1996).



Şekil 3.19 Altı önemli toplam verimli bakım faaliyeti (Tajiri ve Gotoh,1996).

3.11 Bir Dakikada Kalıp Değişirme (SMED)

SMED(Single Minute Exchange of Dies) sistemi, ekipman hazırlık ve değişirme zamanlarının on dakikanın altına indirilmesi tekniğidir.

Müşteriler birçok çeşitte ürünü kendi ihtiyaç duydukları miktarlarda; yüksek kalite, düşük fiyat ve zamanında teslimat olacak şekilde talep ederler. Birçok işletme ürünlerini büyük lotlar halinde üretir çünkü, çok uzun hazırlık zamanları, ürünlerin sıkça değiştirilmesini çok maliyetli kılar. SMED işletmelerin bu müşteri talebini en az israfla, küçük lotlar halinde üreterek karşılamalarını sağlar.

SMED, makina hazırlık zamanlarının çok uzun olacağı varsayımını değiştirir. Hazırlık zamanlarının kısaltılması, ürünlerin istenildikleri zaman, istenilen sıklıkta üretilmelerini mümkün kılar. Bu işletmelere birçok avantaj sağlar:

- **Esneklik:** işletmeler müşteri talebini aşırı stok tutmadan karşılayabilirler.
- **Hızlı Teslimat:** Küçük lotlar halinde üretim lead time ın kısaltılması ve müşterinin daha az beklemesi anlamına gelir.
- **Daha Yüksek Kalite:** Düşük envanter miktarı, depolamadan kaynaklanan daha az hatanın oluşması anlamına gelir. SMED hazırlık hatalarından kaynaklanan ürün hatalarını ve yeni ürün denemelerinden kaynaklanan hataları da azaltır.
- **Yüksek Verimlilik:** Kısa hazırlık zamanları, ekipmandan yararlanma oranını ve aktif olarak üretimde geçen süreyi artırır (The Productivity Press Development Team,1996).

Makina hazırlıkları, bir parça üretildikten sonra bir başka parça çeşidini üretmek için gerekli olan tüm işlemleri kapsar ve bir önceki lotta son üretilen parçanın bitiminden, bir sonraki lotta ilk kabul edilebilir parçanın üretimine kadar geçen süreyi kapsar. Makina hazırlık operasyonları incelendiğinde, bu işlemlerin temel olarak iki farklı tipte olduğu görülür:

- **İçsel Hazırlık:** Kalıpları bağlamak ve sökmek gibi, yalnızca makina durduğunda gerçekleştirilebilecek işlemlerdir.
- **Dışsal Hazırlık:** Bir önceki işlem için kullanılan kalıpların depoya veya yeni işlem için gerekli olan kalıpların makinaya taşınması gibi makina çalışırken gerçekleştirilebilecek işlemlerdir.

Hazırlık prosedürlerinin genellikle operasyon tipine ve kullanılan ekipmanın tipine bağlı olarak değiştiği düşünülür. Bu prosedürler bir başka bakış açısıyla incelendiğinde, tüm hazırlık zamanlarının birbirine benzer aşamalardan oluştuğu görülür. Bu aşamalar şöyle

sıralanabilir:

- **Hazırlık, Proses sonrası Ayarlamalar, Malzemelerin ve Aletlerin Kontrol Edilmesi, vb.:** Bu adım tüm parça ve aletlerin olmaları gerektiği yerlerde olup olmadığının ve doğru biçimde fonksiyonlarını yerine getirip getirmediğinin kontrol edilmesini kapsar. Bu adım ayrıca proses sonrası periyotta bu parçaların depoya götürülmesi, makinanın temizlenmesi gibi işlemleri de kapsar (Shingo,1985).

Geleneksel bir hazırlık faaliyetinde, hazırlık aşamasında gerekli olan parçaların hazırlanması, makina durduktan sonra gerçekleştirilir. Bu aşama dışsal hazırlık haline getirilmelidir (The Productivity Press Development Team,1996).

- **Takımların ve Parçalarının Bağlanıp Sökülmeleri:** Bu adım parça ve takımların proses sonrasında sökülmeleri ile bir sonraki lot için gerekli olan takım ve parçaların bağlanmasını kapsar (Shingo,1985).

Bu aşamada genellikle makinanın durması gereklidir. Bu nedenle bu aşama içsel hazırlığa girer. Bu aşama gerçek hazırlık faaliyeti olup aslında hazırlık zamanının çok küçük bir kısmını oluşturur (The Productivity Press Development Team,1996).

- **Ölçüm, Ayar ve Kalibrasyon:** Bu adım üretimin gerçekleştirilebilmesi için gerekli olan merkezleme, boyut belirleme, sıcaklığın ve basıncın ölçümü gibi tüm ölçüm ve kalibrasyon faaliyetlerini içerir (Shingo,1985).

Bu aşamada ekipman genellikle durdurulmak zorunda olsa da, SMED sistemi ile bu adımda gerçekleştirilen faaliyetleri ekipman çalışırken hızlı biçimde gerçekleştirecek tekniklerin geliştirilmesini öngörür (The Productivity Press Development Team,1996).

- **Deneme Üretimi ve Ayarlama:** Bu adım ise bir test parçası işlendikten sonra yapılan ayarları içerir. Hazırlık işleminin en zor kısmı, ekipmanın ayarlanmasıdır. Bir önceki adımda ölçüm ve kalibrasyon ne kadar hassas yapılırsa, bu ayarlamalar o denli kolay olacaktır. Deneme üretimi ve ayarlama prosedürlerinin süresi vesikliği hazırlıkla ilgilenen mühendisin yeteneğine bağlıdır (Shingo,1985).

Geleneksel hazırlıkta bu adım tamamlanıncaya kadar makina uygun parça üretmez, dolayısıyla içsel bir hazırlık olarak değerlendirilir. SMED sistemi bu adımın tamamıyla ortadan kaldırılarak makina ilk çalıştırıldığında doğru parçaların üretilmesini öngörür (The Productivity Press Development Team,1996).

SMED sisteminde hazırlık zamanlarının azaltılması dört aşamada gerçekleştirilir:

- **Hazırlık Aşaması: Hazırlık Operasyonlarının Analiz Edilerek İçsel ve Dışsal Hazırlıkların Belirlenmesi:** Geleneksel hazırlık operasyonlarının uzun sürmesinin en temel nedeni, içsel ve dışsal hazırlıkların karışmış olmasıdır. Makina çalışırken yapılabilecek birçok işlem, makina durduğu zaman gerçekleştirilmektedir.

Daha sonraki üç adımda hazırlık zamanlarının kısaltılması için, bu adımda mevcut hazırlık operasyonlarının nasıl gerçekleştirildiğini ve bu işlemlerin ne kadar zaman aldığı belirlenmesi gerekir.

Bu adım, SMED iyileştirmelerinin nasıl uygulanacağını belirlenmesini sağlar. Hazırlık zamanlarının analizi üç temel aşamadan oluşur:

- Hazırlığı gerçekleştiren kişinin el, göz ve vücut hareketlerine odaklanarak hazırlık operasyonunun tümünün videoya alınması.
 - Hazırlığı gerçekleştiren kişiye ve ekipmanla ilgilenen diğer kişilere videonun gösterilerek gerçekleştirdiği hareketlerin amacını öğrenmek. Grubun işlem hakkındaki düşüncelerini paylaşmak.
 - Videonun ayrıntılı olarak incelenerek, hazırlık sırasında gerçekleştirilen hareketlerin ve bu hareketlerin zamanlarının belirlenmesi için kronometrenin kullanılarak; adım adım yazılması (The Productivity Press Development Team,1996).
- **Birinci Aşama: İçsel ve Dışsal Hazırlığın Birbirinden Ayrılması:** SMED uygulamasının en önemli aşaması içsel ve dışsal hazırlığın birbirinden ayrılmasıdır.
- Hazırlık için gerekli olan parçaların hazırlanması, bakımı gibi işlemler, makinalar çalışırken gerçekleştirilmelidir.
- Bir hazırlık operasyonunu dışsal hale getirmek için bilimsel bir çalışma yürütüldüğünde, içsel hazırlık için, yani makina durduğu zaman gerçekleştirilmesi gereken işlemlerin %30 ile %50 arasında azaldığı görülecektir. Bu nedenle içsel ve dışsal hazırlıkların birbirinden ayrılması, SMED'in en önemli aşamasıdır.
- **İkinci Aşama: İçsel Hazırlıkların Dışsal Hale Dönüştürülmesi:** Her ne kadar içsel ve dışsal hazırlıklar birbirinden ayrılarak hazırlık zamanları %30-50 oranında düşürülebilirse de, bu düşüş SMED'in amacına ulaşmak için yeterli değildir. İkinci aşama, iki önemli ilkeyi içerir:

- Operasyonların gereksiz olarak içsel biçimde nitelendirilmiş hazırlık

adımlarının olup olmadığının yeniden incelenmesi,

- Bu adımları dışsal hazırlığa çevirmenin yollarının bulunması.

Genellikle, operasyonların gerçek fonksiyonlarının ne oldukları incelenerek bunların dışsal hazırlığa çevrilmeleri mümkündür.

• **Üçüncü Aşama: Hazırlık Operasyonlarını Kolay ve Akıcı Hale Getirmek:**

Hazırlık zamanlarını daha fazla azaltmak için, hazırlık operasyonunun temel elemanları detaylı olarak analiz edilmelidir. Bu analizin sonucunda içsel ve dışsal hazırlıkların kolay ve akıcı hale gelmesi sağlanmalıdır (Shingo,1985). Bu kapsamda yapılabilecekler şu şekilde örneklendirilebilir:

- Kalıp değiştirmede hem bir önceki kalıbın çıkarıldıktan sonra üzerine hemen yerleşeceği, hem de aynı anda bir sonraki kalıbı taşıyan ve yerine takılmasını kolaylaştıran rulmanlı sistemler ya da taşıyıcılar (arabalar) kullanılmalıdır. Bu tür “mekanizasyon” bir kalıptan ötekine geçiş süresini kısıltacaktır.
- Kalıp bağlama sırasında makinayı ayarlama gereğini önlemek de zaman tasarrufu sağlayacaktır. Bunun için bağlama sürecinde kullanılan kalıp ve makina bölümlerinde standartlaşmaya gitmek önemlidir. Örneğin, kalıpların makinaya bağlantı kısımları standart hale getirilirse yani aynı boyut ve şekilde olursa, kalıplar bağlanırken aynı bağlayıcılar ve takımlar kullanılabilir. Böylece standartlaşan kalıp değiştirme işi daha az süre tutacaktır.
- Mengene ve bağlayıcıları vida ve cıvata gerektirmeyecek şekilde tasarlamak da zaman tasarrufu sağlar. Böylece işçiler çok daha kısa sürece sıkıştırma ve gevşetme işlemlerini yapabileceklerdir. Örneğin, bağlamada vida yerine “armut” şeklindeki deliklere oturtma yöntemi tercih etmek daha doğrudur.
- Kalıp değiştirme süresinin %50 kadarı, bir kalıp takıldıktan sonra yapılan ayarlama ve deneme çalışmalarıyla harcanır. Oysa bu zaman kaybı, kalıbın ilk anda tam gerektiği şekilde yerine oturması sağlanırsa, kendiliğinden önlenmiş olacaktır. Burada kullanılabilecek yöntemler arasında kalıbın bir dokunuşta yerine oturabileceği kaset sistemleri ya da makinaya eklenecek limit anahtarları sayılabilir. Böylece kalıp takıldıktan sonraki ayarlama işlemine gerek kalmaz.
- Kalıpları, makinalardan uzak depolarda saklamak, taşıma ile vakit kaybedilmesine yol açar. Bunun çaresi sık kullanılan kalıpları makinaların

hemen yanlarında tutmaktır (Okur,1997).

3.12 Kaizen

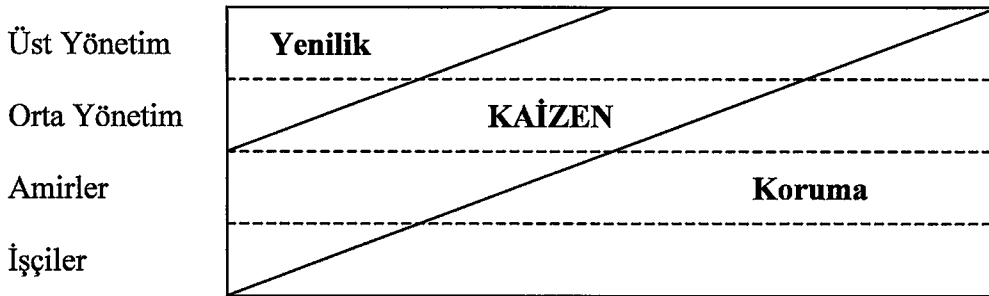
Yalın üretim asla gelinen noktayla yetinmeyi öngören bir sistem değildir. Her zaman daha da etkinleştirilmesi, olabilecek tüm zaman kayıplarının ve israfın adım adım saptanıp gerekli önlemlerin alınmasına yönelik “sürekli iyileştirme” çalışmaları yapılır (Okur,1997). “Sürekli iyileştirme” kavramı; ürünlerin, proseslerin veya hizmetlerin zamanla israfın azaltılması amacıyla azar azar iyileştirilerek, fabrika fonksiyonelliğinin, müşteri memnuniyetinin ve ürün performansının artırılmasını ifade eder [2].

Sürekli gelişim Japonca’da “Kaizen” kelimesiyle ifade edilir. Kaizen yöneticilerden işçilere herkesi içeren sürekli iyileştirmedir. Kaizen felsefesinin verdiği mesaj, şirketin herhangi bir biriminde herhangi bir gelişmenin olmadığı tek bir gün bile geçmemesi gerektiğidir.

3.12.1 Kaizen ve Yönetim

Yönetimin “Koruma” ve “İyileştirme” olmak üzere iki temel unsuru vardır. Koruma; teknoloji, yönetim ve işleyişle ilgili mevcut standartların sürdürülmesine yönelik faaliyetleri anlatır. İyileştirme ise, mevcut standartların iyileştirilmesine yönelik faaliyetleri kapsar. Japonların yönetim anlayışı tek kuralla özetlenebilir: standartları korumak ve iyileştirmek.

İyileştirme ise, Kaizen ve Yenilik olarak ikiye ayrılır. Kaizen, sürekli çabaların sonucunda mevcut durumda görülen küçük çapta iyileştirmeleri anlatır. Yenilik ise yeni teknolojiye veya araçlara yapılan büyük yatırımlar sonucu mevcut durumun köklü biçimde değiştirilmesidir. Şekil 3.20, Japonların yönetim anlayışı doğrultusunda koruma, kaizen ve yenilik arasındaki ilişkiyi göstermektedir.



Şekil 3.20 Japonların İş Fonksiyonları Algısı (Imai,1996)

En kötü şirketler, koruma dışında hiçbir şey yapmayan, yani hiçbir kaizen veya yenilik girişiminde bulunmayan, değişikliklerin ancak Pazar koşulları ve rekabet ile yönetimin zorlandığı zaman ele alındığı, yönetimin nereye gittiğini bilmediği şirketlerdir.

Kaizen işletmede yer alan herkesin katılımını gerektiren sürekli bir proses olduğu için, hiyerarşideki herkes faaliyeti sırasında Kaizenle iç içedir.



Çizelge 3.2 Kaizen'e katılımda hiyerarşi (Tarhan,2000).

ÜST YÖNETİM	ORTA KADEME YÖNETİM VE PERSONEL	AMİRLER	İŞÇİLER
Kaizen'i bir şirket stratejisi olarak başlatma kararlılığındadır.	Kaizen hedeflerini üst yönetim tarafından belirlenen politika yayılımı ve fonksiyonlar arası faaliyetler ile yayar ve yürütür.	Fonksiyonel rollerde Kaizen'i kullanır.	Öneri sistemi ve küçük grup faaliyetleri ile Kaizen'e katılır.
Kaynak sağlayarak Kaizen'e destek ve yön verir.	Fonksiyonel faaliyetlerde Kaizen'i kullanır.	Kaizen için planlar hazırlar ve işçilere rehberlik eder.	İşyerinde disipline uyar.
Kaizen için politikayı ve fonksiyonlar arası hedefleri oluşturur.	Standartları oluşturur, korur ve iyileştirir.	Çalışanlarla iletişimi güçlendirir ve yüksek moral sağlar.	Problemleri daha iyi çözebilmek üzere kendisini sürekli geliştirir.
Kaizen hedeflerine ulaşmak için politika yayılımı ve denetlemeler gerçekleştirir.	Eğitim programları ile çalışanlara Kaizen bilincini aşılar.	Kalite çemberleri gibi küçük grup çalışmalarını ve bireysel öneri sistemlerini destekler.	Çapraz eğitim faaliyetleri ile yetenek ve tecrübesini geliştirir.
Kaizen'e yönelik sistemler, işlemler ve yapılar kurar.	Yetenekleri ve problem çözme araçlarını geliştirmede çalışanlara yardım eder.	İşyerinde disiplin sağlar. Kaizen önerileri oluşturur.	

Kaizen çalışmaları Yönetim öncelikli, Grup Öncelikli ve Birey Öncelikli Kaizen olarak üçe ayrılabilir (Tarhan,2000).

3.12.2 Yönetim Öncelikli Kaizen

Kaizen'in ana dayanaklarından ilki ve hayati olanı, yönetim öncelikli kaizendir. Çok nemlidir çünkü en önemli lojistik ve strateji konular üzerinde yoğunlaşır; ilerleme ile morali sürekli diri tutan gücü verir.

Yönetimin üzerinde çalıştığı kaizen konuları meslek ve mühendislik bilgilerini, karmaşık problem çözme yeteneğini gerektirmekle birlikte, bazen basit istatistiksel araçlar yardımıyla da çözümlenebilir. Bunlar yönetimin asli görevidir ve çoğu kez proje gruplarında olduğu gibi ortak problemlerin üzerinde birlikte çalışan farklı departmanlardan kişileri içerir.

Yönetim öncelikli kaizen aynı zamanda kaizen takımları, proje takımları ve çalışma takımları gibi grup yaklaşımlarını da kullanır. Bununla birlikte bu gruplar kalite çemberlerinden oldukça farklıdır, çünkü bunlar yönetim ve destek personelinin oluşmaktadır ve faaliyetleri yönetim görevinin rutin bir parçası olarak kabul edilir.

Yönetim çabalarını yönetim öncelikli kaizen'in en önemli görevlerinden olan sistemlerin iyileştirilmesine yöneltmelidir. Sistemlerin iyileştirilmesi planlama ve kontrol, karar alma prosesleri, organizasyon ve bilgi sistemleri gibi çok önemli yönetim alanları ile ilgilidir. Bu ihtiyacı karşılamaya yönelik yeni yönetim kavramları arasında fonksiyonlar arası yönetim, politika yayılımı ve kalite yayılımı bulunmaktadır. Toplam kalite yönetimi araçlarının yeni yedi araç grubu sistemlerin iyileştirilmesi ile ilgili projelerde kullanılmaktadır.

Yönetimin böyle bir sistem kurmadığı ve bunun yerine çabalarını rasgele ve bütünlükte uzak bir halde, öneriler ve kalite çemberleri gibi alanlara yöneltildiği durumlarda başarı çoğu kez kısa sürelidir. Bu yüzden kaizen çalışmaları üst yönetim tarafında tam anlamıyla sahiplenilmelidir.

Kaizen işçinin işyerindeki çalışma şekline başlayıp makina ve tesislerde iyileştirmelerde geçerek, sonuçta sistem ve proseslerdeki ilerlemeleri etkileyerek, işin tüm yönlerini içerir. Kaizen her zaman her yerde vardır, bu nedenle birçok Japon üst düzey yöneticisi, kaizenin %50 yönetimin görevi olduğuna inanmaktadır.

3.12.3 Grup Öncelikli Kaizen

Grup çalışmasında kaizen, kalıcı bir yaklaşım olarak kalite çemberleri, ve problemleri çözmek için çeşitli istatistiksel araçlar kullanan diğer küçük grup faaliyetleri ile yürütülür.

Kalite çemberleri, kalite kontrol faaliyetlerini gönüllü olarak gerçekleştiren küçük gruplardır.

Bu küçük gruplar çalışmalarını sürekli olarak, şirket çapında uygulanan kalite kontrol, özgeleşim, karşılıklı eğitim ve iş akışının denetimi ile ilgili programın ve atölye içi iyileştirmenin bir parçası olarak sürdürür.

Kalite çemberleri incelendiğinde, çember faaliyetlerinin maliyet, iş güvenliği ve verimlilik gibi alanlarda yoğunlaştığı, bu faaliyetlerin ara sıra ve ancak dolaylı olarak ürün kalitesini iyileştirmekle ilgili olduğu görülür. Çember faaliyetleri çoğunlukla atölye içine dönük iyileştirmeyi amaçlar (Imai,1996).

Tipik bir kalite çemberi gönüllü olan çalışanların bir araya gelmesi ile kurulduktan sonra şu aşamalardan geçerek problemleri çözüme kavuşturur:

Öncelikle çember üyeleri gerekli eğitimlerden geçerler. Bu eğitimlerde, beyin fırtınası, veri toplama teknikleri, neden sonuç analizi gibi problem çözme teknikleri öğrenilir. Daha sonra grup, kendi kararıyla üzerinde çalışılacak problemleri seçer. Arkasından, problemlerle ilgili veriler toplanır ve analiz edilir. Daha sonra, probleme yol açan nedenler grup üyeleri tarafından tartışılır. En önemli olarak görülen nedenin çözülmesi için öneriler geliştirilir. Gerekli incelemeler ve denemelerden sonra çözüm gerçekten işe yarıyorsa yönetime sunuş yapılır. Çözüm, yönetim tarafından kabul edilirse uygulamaya geçilir. Bütün bu çalışmalar, yaklaşık 3-4 ay süren ve haftada bir kez yapılan bir buçuk saatlik çember toplantılarında gerçekleştirilir.

Bu uygulama biçimi kalite çemberlerinin nasıl etkili bir araç olduğu konusunda fazla bir ipucu vermemektedir. Kalite çemberlerinin özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

- **Kalite çemberlerinde problemin seçimi çember üyelerince gerçekleştirilir:** problem seçiminde hiçbir yönetici hiçbir şekilde karışamaz. Grup tamamiyle kendi arzuladığı problem üzerinde çalışma hakkına sahiptir. Bu kuralın amacı açıktır. Hatırlanacağı gibi yöneticiler, çalışanların çemberlerinde, üyeler kendi istedikleri problemi seçerek bunu yerine getirmektedirler. Üstelik bunu kendi aruzları ile yapmaktadırlar. Bilindiği gibi insanlar kendi seçtikleri konularda daha istekli bir biçimde çalışmaktadırlar. Öte yandan, daha önce söz edildiği gibi, çalışanların önemli ihtiyaçlarından biri de benlik ihtiyacıdır. Yönetim, çemberlere, “istediğiniz problemi seçebilirsiniz.” Diyerek, onlara farkında olmadan “siz o kadar güvenilir insanlarsınız ve konularınızı o kadar iyi biliyorsunuz ki, biz sizin en iyi konuyu seçeceğinize güveniyoruz. O yüzden istediğiniz problemi seçebilirsiniz.” demiş olmaktadır. Bu durum onların yönetime güven duymalarını da sağlamaktadır.

- **Kalite Çemberlerinde problemin analizi de grup üyeleri tarafından yapılır:** Çemberler, problemin hangi sonuçlara yol açtığını, nelerden kaynaklandığını, nasıl giderileceğini, en iyi çözümün ne olduğunu, çözümün nasıl deneneceğini, çözümün nasıl uygulanacağını,vb. hep kendileri kararlaştırırlar. Çemberler, kendi işleri üzerinde çalışabilirler. İlke olarak başkalarına ait, başkalarının ilgi alanlarına giren konularda çalışma hakları yoktur. Bu durumda bir çember üyesi kendi işi ile ilgili ayrıntıları, işin girdisini çıktısını, önemli yanlarını, kaliteye en çok etki eden yanlarını kendi çabaları ile bulmaktadır. Üstelik de bunların kendi seçmiş olduğu problemi çözmek için yaptığından sanıldığından daha dikkatli davranmaktadır.

Bu durum çalışanın kendi kendini kontrol etmesini sağlamaktadır. Böylece yönetimin istemiş olduğu, işini daha iyi yapma ve yaratıcı düşünciyi ortaya koyma davranışı açığa çıkarılmış olur. Öte yandan çalışan, bütün bu işleri kendi çabası ile oluşturulduğundan kendini gerçekleştirme konusunda önemli bir tatmin elde eder. Diğer yandan çember üyeleri problemi çözebilmek için birçok bilgiyi elde etme olanağı bulurlar. Bu durum iletişimin açık hale gelmesini de sağlamaktadır.

- **Çözüm yönetimin katıldığı bir toplantıda grup üyeleri tarafından sunulur:** çemberler denemelerden sonra çözümlerini üst düzey yönetimin de hazır bulunduğu bir toplantıda sunarlar. Bu sunuş çember faaliyetlerinde motivasyonun en yüksek olduğu noktadır. O güne kadar görüşlerine çok fazla değer verilmemiş olan bir alt düzey çalışan kuruluşun en üst düzeydeki kişilere kendi önerilerini aktarmaktadır. Bu, çalışanların benlik ihtiyaçları giderilirken diğer yandan da yaratıcı düşünceler ortaya konulmaktadır. Ayrıca, iletişimin çok yönlü olması da sağlanmaktadır. En alttaki çalışan en üste düşüncelerini anlatabileceği bir sisteme kavuşmuştur.
- **Çember faaliyetlerine katılım gönüllülük temelindedir:** kalite çemberlerine katılmaya kimse zorlanamaz. Kişiler kendi istedikleri için çember üyesi olurlar. Öte yandan istediklerinde çemberlerden ayrılmak da en doğal haklarıdır. Bu durum, çalışanlara sonsuz bir güven duygusu aşılamaktadır. Öte yandan, yönetim onlara bu hakkı tanıyarak onlara güvendiğini ve değer verdiğini göstermiş olmaktadır. Bu da onların benlik ihtiyaçlarının giderilmesine yol açar.
- **Ortaya çıkan maddi tasarrufun paylaşılması:** Buraya kadar anlatılan özellikler kalite çemberlerinin tüm dünyada uygulandığı ya da uygulanması gerektiği biçimidir.

Bilindiği gibi çemberlerin çözdüğü problemlerin bir kısmı doğrudan maddi katkılara yol açmaktadır. Fire oranlarından düşme, girdilerde tasarruf elde edilmesi,vb. türünden

çözümler bu anlamda önemli miktarların oluşmasında yol açmaktadır. Bütün bu miktarların hesaplaması ve belirlenmesi de öncelikle çalışanların analizleri ile ortaya çıkarılmakta ve yönetimin işbirliği ile kesinlik kazanmaktadır.

Bu amaçla geliştirilen yöntem şöyledir: Oluşan tasarrufun bir kısmı yönetime bırakılmaktadır. Diğer kısmının belli bir bölümü tüm çalışanlara yani çember üyesi olanlara ve olmayanlara bırakılmakta kalan küçük bir kısım ise yalnızca çemberlere verilmektedir. Bu durumda çalışanlar, ortaya çıkardıkları maddi zenginlikten belli bir pay alırken bu, kuruluştaki bütünlük ve işbirliği zedelenmeden gerçekleştirilmiş olmaktadır.

Böylece, çalışanların temel ihtiyaçlarının giderilmesinde bir katkıda bulunulmuş olur ve hakkaniyet duygusu diye ifade edilebilecek; işi başarıya teşekkür etme olayı da gündeme gelmiş olur. Üstelik sistem bütün ayrıntıları ile ve önceden açıklandığından da objektiftir ve bu nedenle parasal ödüllerde rastlanan dedikodu, küsme ve çekememe gibi durumlara rastlanmamaktadır (Bozkurt,1996).

3.12.4 Birey Öncelikli Kaizen

Öneri sistemi birey öncelikli kaizen'in gerçekleştirilmesine ve kişinin daha çok değil, daha akıllıca çalışmasını sağlamaya yönelik bir araçtır. Öneri sistemi birey öncelikli kaizen'in temel parçasıdır. Dinamik bir öneri sisteminin yaratılabilmesi için üst yönetim iyi tasarlanmış bir plan uygulamalıdır.

Birey öncelikli kaizen çoğu kez moral kazandırıcı olarak görülür ve yönetim her zaman önerilerde ekonomik kârlılık aramaz. İşçilerin işlerini daha iyi yapma yollarını aramak üzere düşünen işçiler olabilmeleri için yönetimin dikkatli ve heveslendirici olması zorunludur.

Çalışanlara kaizen bilinci aşılamanın yanı sıra öneri sistemleri işçilere, kendi aralarında konuştuklarını amirleriyle de konuşabilme fırsatını vermektedir. Aynı zamanda yönetimin işçilere problemlerini çözebilmeleri konusunda yardım etmesi için de fırsat tanımaktadır. Böyle öneriler, işçinin öz gelişimi için olduğu kadar, işyerindeki çift yönlü iletişim için de değerli bir olanaktır.

Öneri sistemi, mevcut yönetim sisteminin de ayrılmaz bir parçasıdır ve işçilerden gelen öneri sayısı, bu işçilerin amirlerin performansı gözden geçirilirken başvuru alan çok önemli bir kriterdir. Amirlerin üstündeki yöneticinin de, işçilere daha fazla öneri getirmelerine yardımcı olmalarını sağlamak üzere, amirleri yönlendirmesi beklenir.

Öneri sisteminin bir başka önemli yönü de, uygulanan her önerinin mevcut standardın gözden

geçirilmesine yol açmasıdır. Örneğin bir işçinin önerisiyle makineye eklenen basit bir parça, o işçinin daha farklı ve zamanla daha dikkatli çalışmasını sağlayabilmektedir.

Yeni standart kendi iradesi ile oluştuğu sürece işçi bu standartla gurur duyacak ve izlenmekte istekli olacaktır. Diğer taraftan, yönetimin belirlediği standardı izlemesi söylendiğinde, işçi onu uygulamakta isteksiz olacaktır (Imai,1996).

Çizelge 3.3 Kaizen'in Üç Ayağı (Imai,1996)

	Yönetim Öncelikli Kaizen	Grup Öncelikli Kaizen	Birey Öncelikli Kaizen
Araçlar	• Yedi araç(Pareto diyagramı, sebep-sonuç diyagramı, histogramlar, kontrol tabloları, saçılma diyagramları, grafikler, kontrol çizelgeleri) • Yeni yedi araç • Profesyonel yetenekler	• Yedi araç • Yeni yedi araç (İlişki diyagramı, Yakınlık diyagramı, ağaç diyagramı, matris diyagramı, matris veri analiz diyagramı, proses karar program tablosu, ok diyagramı)	• Sağduyu • Yedi araç
Kapsam	Yöneticiler ve profesyoneller	Kalite çember üyeleri	Herkes
Hedef	Sistem ve işlemler üzerine odaklanır.	Aynı saha içerisinde	Herkes kendi alanında
Çevrim	Proje süresince devam eder.	Tamamlamak için dört veya beş ay	Herhangi bir zaman
Kazanım	Yönetim ne kadar seçerse	Yılda 2-3	Çok sayıda
Destekleyici sistem	Hat ve kurmay proje takımı	• Küçük grup faaliyetleri • Kalite çemberleri • Öneri sistemi	Öneri sistemi

Gerçekleştirme maliyeti	Bazen kararı gerçekleştirmek için küçük yatırım gerekir.	Çoğunlukla pahalı değildir.	Pahalı değildir.
Sonuç	Yeni sistem ve tesisin iyileştirilmesi	İlerlemiş iş yönetimi standardının yenilenmesi	Yerinde iyileştirme
Ek katkı	Yönetim performansında iyileşme	• Yüksek moral • Katılım • Deneyim kazanma	• Yüksek moral • Kaizen duyarlılığı • Özgeleşim
Yön	• Kademeli ve görölür iyileşme • Mevcut durumda belirgin iyileşme	Kademeli ve görölür iyileşme	Kademeli ve görölür iyileşme

3.13 Görsel Fabrika

Görsel fabrika konseptinin temel dayanağını “Bir resim, bin kelimeye bedeldir.” gerçeği oluşturur. Gerekli olduğu anda ve yerde gerekli olan miktarda bilgiyi sağlayabilen bir resim, binlerce kelimeye eşdeğerdir. Bu nedenle görsel fabrikanın özü, “Tam zamanında bilgi”yi sağlamaktır (Tapping,2002).

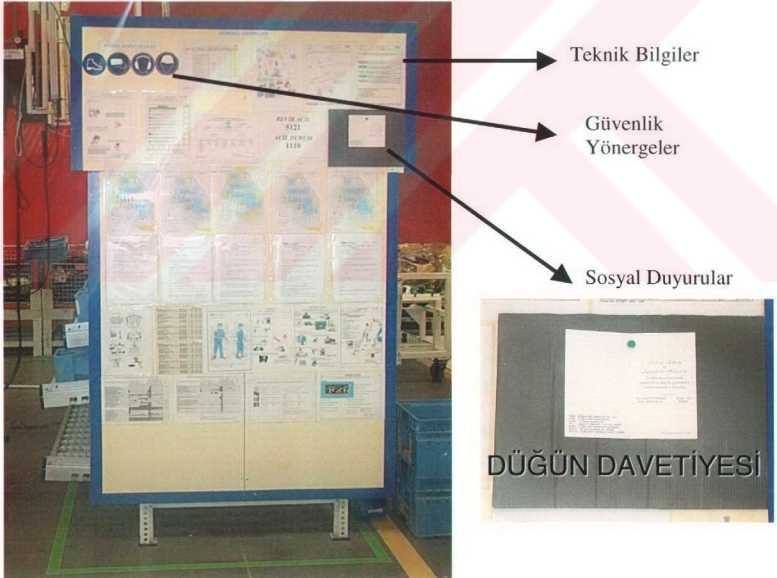
Görsel fabrikanın amacı, işyerini işaretler, etiketler, renkli levhalar,vb. ile donatarak, prosesi hiç bilmeyen birinin dahi birkaç dakika içinde fabrikada neler yapıldığını, prosesin nasıl işlediğini ve neyin gerçekten gerekli ve neyin gereksiz olarak yapıldığını belirlemektir [2].

Görsel fabrika kapsamında kullanılan bazı araçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- **Görsel Kontrol Panoları:** Görsel Kontrol Panoları, işgörenlerin performans durumlarını ortaya koyacak ve problemlerin çözümü için iletişim ortamı sağlamayı amaçlar. Genellikle, bir görsel kontrol panosu iki bölüme ayrılır. Tahtanın bir yarısı, üretim çizelgesine uyum, kalite, çevrim zamanı vb. atölye performans ölçülerini gösterir. Diğer yarısına ise, operatörler karşılaştıkları problemleri yazarlar. Bu problemler günlük olarak tartışılır, bu problemlerin ortadan kaldırılması için yapılması gerekenler yazılır. Bu, gizli kalacak veya bir listede bir gün çözülmeyi beklenenecek atölye problemlerinin görünür kılınmasını sağlar (Feld,2001). Görsel kontrol panoları bunun gibi sürekli geliştirme aktivitelerini, çeşitli yayınları ve operasyonel kuralların

da göz önünde olmasını sağlar. Bu tahtalarla ilgili olarak şu noktalara dikkat etmek gereklidir:

- Hazırlanan tablolar takım sahasında sergilenmeli ve sadece çalışanlarca değil, oradan geçen herkesçe görülebilir olmalıdır.
- Mesajlar açık olmalı, kullanılan renkler ayırt edilebilir olmalıdır.
- Tabloların değişik kısımlarına, formatına, renklerine ve görünüşüne özen gösterilmelidir. Bu tarz bir listenin, bir firmanın stratejik hedeflerine hizmet ettiği unutulmamalıdır.
- Çalışanlar tabloların hazırlanmasına katılmalıdır. Ufak bir çalışma grubu, bu tarz aktivitelerden sorumlu tutulabilir.
- Son olarak, her takım, kendi sorumluluğundaki tablolara kendi figürlerini girebilmelidir [2].



Resim 3.1 Görsel Kontrol Panosu

- **Dijital Panolar:** Dijital panolarda günlük üretim hedefi ve o saate kadar gerçekleştirilen üretim miktarı belirtilmektedir. Bu şekilde, üretim hattında çalışan herkes üretimin hızını ve o günkü üretim hedefine ulaşıp ulaşılamayacağını belirleyecektir. Bu yönüyle dijital panolar, olası gecikme ve sorunların anında belirlenmesinde son derece önemli bir rol oynarlar.
- **Andon ve Çağırma Lambaları:** Tüm montaj ve imalat hatlarında bir andon tahtası ve çağırma lambasının yer alması, otonomasyonun uygulanması için gereklidir. Çağırma lambası genelde bir ustabaşı, bir tamir-bakım işçisi ya da herhangi bir işçinin sorunun belirlendiği yere çağırılması amacıyla kullanılır. Çağrılacak kişiye göre çağırma lambasında farklı renkte bir ışık yanar.

Andon ise, hat üzerindeki tezgahların durumlarını gösteren bir ışıkların bulunduğu bir tahtadır. Yalın üretim sisteminde her işçinin çalıştığı tezgahta bir arıza ya da gecikme olması durumunda üretim hattını durdurmasına yarayan bir düme bulunur. İşçi düğmeye bastığında, soruna neden olan süreci gösterecek şekilde andon üzerinde bir kırmızı ışık yanar.

Genellikle andonlar üzerinde üretim hattının değişik durumlarını gösterecek durumda farklı renkte ışıklar kullanılır. Andon tahtalarında genellikle renklerin verdiği mesajlar aşağıdaki gibidir:

- Kırmızı: Tezgah arızası.
- Beyaz: Belirlenen üretim miktarına ulaşıldığı için üretimin sona erdirilmesi.
- Yeşil: Malzeme yetersizliği nedeniyle iş durması.
- Mavi: Hatalı parça.
- Sarı: Takım, aparat değişimi gibi hazırlık operasyonu.
- **Standart Operasyon Formları ve Kanbanlar:** Çevrim süresi, standart operasyon sıralaması ve standart süreç içi envanter düzeyini içerecek şekilde hazırlanmış olan standart operasyon formları, tüm işçilerin görebileceği şekilde hat üzerindeki panoya iliştilir. Eğer bir işçi belirlenen çevrim zamanı içinde standart operasyonları tamamlayamazsa üretim hattını durdurarak, problemin çözümü için yardım ister. Bu şekilde, standart operasyon formları diğer görsel kontrol araçları ile birlikte standart operasyonların gerçekleştirilmesi, israfın azaltılması ve hataların önlenmesinde önemli rol oynarlar.

Standart operasyon formları gibi kanbanlar da üretim akışındaki anormalliklerin saptanmasında görsel kontrol araçları olarak kullanılırlar. Örneğin stok sahasına ulaşmış ve üzerinde kanban olmayan parçalar, gereğinden fazla üretimin bir göstergesi olabileceğinden, derhal araştırılmaları gereklidir. Diğer taraftan üretim sipariş kanbanları imalat hattında bulunan ürün miktarının belirlenmesinde ve buna bağlı olarak fazla mesaiye gerek olup olmadığının saptanmasında kullanılırlar.

- **Stok Tabelaları:** Stok sahasındaki her alana bir adres kodu belirlenip, bu kod, hem kanban, hem de stok alanının üstündeki tabelada belirtildiğinde, envanterlerin kontrolünde önemli bir görsel kontrol aracı elde edilmiş olur. Stok tabelalarında ayrıca standart stok miktarı da belirtildiğinden doğru parçaların, doğru miktarda ve doğru yerde stoklanması sağlanacaktır (Acar,2003).

Görsel fabrika uygulamalarına başka bazı örnekler aşağıdaki gibidir:

- İşlevine göre renklendirilmiş borular ve kablolar,
- Yarımamül stoğu, ıskarta ve çöp gibi şeyler için ayrılan fabrika alanlarının farklı renklere boyanması,
- Araç rota yönü göstergeleri [2].

3.14 Çalışanlara Saygı

Yalın üretim her kademedeki çalışanlara sistemin devamı için vazgeçilmez bir unsur olarak yaklaşan; yapılan tüm işlerin kalitesini çalışanlar yararına sürekli iyileştiren ve tek tek her biri elemanını sistemin yetkinleştirilmesi için seferber eden emeğe saygılı bir sistemdir. Ancak sistem aynı zamanda tüm çalışanlardan yüksek verim, çok çalışma bekleyen ve üretim hücreleri ile kalite çemberlerinde görüldüğü gibi çalışanların varını yoğunu sistemin devamını seferber etmesini talep eden bir özelliğe de sahiptir.

Ancak yalın üretim aynı zamanda çalışanlardan beklediği yoğun disiplin ve işe bağlılığın karşılığını da veren bir sistemdir. Yalın üretim ilkelerini benimsemiş firmalarda çalışanlara tanınan haklar ve firma üst yönetimlerinin çalışanlara ve çalışma ortamına yaklaşımları, kitle üretim sisteminde görülmeyen ölçüde çalışanlar lehine bir tablo sergilemektedir.

Birincisi ve en önemlisi, Japonya başta olmak üzere, yalın üretime göre çalışan firmalarda, sürekli işçi kadrosunda çalışan herkes ömür boyu iş garantisine sahiptir. Birişçi ancak kendisi isterse işinden çıkarılabilir, firma çıkaramaz. Dolayısıyla, kitle üretim sisteminde “değişken maliyet” olarak algılanan işçiler, yalın üretim sistemi içinde “sabit maliyet” haline

gelmişlerdir.

Yalın üretimde emeğe saygının, bir başka göstergesi de, sistemi uygulayan firmaların çoğunda işçilerin aldıkları ücretlerin, diğer firmalara göre daha yüksek olabilmesidir. Ancak emeğin karşılığı sadece yüksek ücret şeklinde değil, çalışanların yaşam standartlarını yükseltmek için işçilerine tanıdıkları ve çoğu önemli yatırım gerektiren başka olanaklar da söz konusudur. Örneğin Toyota'da çalışan bir işçi, firmadaki birinci yılı sonunda otomobil, beş yıllık hizmeti sonunda da ev ve arsa kredilerine hak kazanır. Ayrıca tam teşekküllü bir firma hastanesinden de yararlanma olanağı sağlanmıştır.

Emeğe saygının bir başka göstergesi ise, yalın üretimi uygulayan firmaların çoğunda işçilerden veya sendika yönetiminden oluşan işçi temsilcileri grubunun, yönetici toplantılarına katılması, böylece hem kendi istemlerini dile getirebilme, hem de yalın üretim yönetim anlayışını birinci elden gözlemlene şansına sahip olmasıdır (Okur,1997).

Tüm bunların yanında Shingo(1988), çalışma ortamının çalışanlar lehine geliştirilmesi için şunların yapılmasını salık verir:

İşçilerin firma hisse senetlerine sahip olmalarını sağlamak ve işçilere hisse senetleri oranında pay dağıtmak.

Her üç ayda bir, firma karından da işçilere ayrıca pay dağıtmak. Firmanın muhasebe bilgilerini işçilere açmak ve yönetimle işçiler arası yapılacak görüşmeler düzenleyerek, işçilerle bir kar paylaşımı programı saptamak.

Emeklilik yaşını geçmiş işçiler için uygun bir yörede bir fabrika kurmak ki bu fabrikada yapılabilecek işler arasında şunlar sayılabilir:

- Yeni ürün geliştirmek,
- Mevcut ürünlerin iyileştirilmesi,
- İyileştirme aktiviteleri için yeni makina ve diğer donanımların geliştirilmesi ve üretimi,
- Ürün kalıpları ve parçaların üretimi ve onarımı,
- Çalışanlar için eğitsel programların hazırlanması,
- Fabrikaların güzelleştirilmesi ve fabrikada işçiler için güvenli çalışma ortamı sağlayacak programlar hazırlanması.

4.DEĞER AKIŞ YÖNETİMİ

Önceki bölümde incelendiği gibi, yalın üretimin başlangıç noktası, değerın müşterinin perspektifinden tanımlanmasıdır. Bunun ardından değer akımının belirlenmesi gelir. Değer akımı, her ürün için esas olan ana akışlar boyunca bir ürünü meydana getirmek için ihtiyaç duyulan, katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetlerin bütünüdür (Rother ve Shook,1999) Daha sonra bu değer akımının önünde akışı engelleyen her türlü bariyerlerin ortadan kaldırılarak sürekli bir akış yaratılması; bu akışın müşterinin çekmesi ile harekete geçecek şekilde düzenlenmesi ve son olarak da akışı sağlayan bu yapının sürekli olarak geliştirilmesiyle mükemmel doğru yol alınması yalın düşüncenin esasını oluşturur. “Değer Akış Yönetimi”, bu yalınlaşma sürecini yönetmekte kullanılan bir tekniktir.

Değer akış yönetimi, sistematik veri toplama ve bunların analiz edilmesiyle oluşturulan değer akış haritaları yardımıyla yalın yaklaşımı temel alan gelişmeleri planlama sürecidir (Durmuşoğlu,2003). Değer akış haritalama ise, değerın hammadde halinden müşteriye ulaşıncaya kadarki akışını görselleştiren bir metottur (Duggan,2002).

Değer akış yönetimi, insanlara işlerini daha etkin bir biçimde nasıl yapacaklarını söylemek için geliştirilmiş bir metot değil; çalışanların müşteri talebini daha kolay karşılamak için yapılacak iyileştirmeleri nasıl ve ne zaman gerçekleştireceklerini planlamaları için yetkilendirilmesini içeren sistematik bir yaklaşımdır. Değer akış yönetimi, insanların daha hızlı veya daha fazla çalışmaları değil, müşteri talebine ayak uyduracak şekilde malzemenin üretim sistemi boyunca akmasını sağlayan bir sistem kurmaktır (Tapping et al, 2002).

Değer akış haritalamanın sağladığı avantajlar şöyle sıralanabilir:

- Üretimdeki tek bir prosesten,montaj, kaynak, vb. daha fazlasını, tüm akışı görmemizi sağlar.
- Yalnız israfları değil, bu israfların kaynaklarını da görmemizi sağlar.
- Üretim prosesleri ile ilgili ortak bir konuşma dilinin oluşmasını sağlar.
- Akışla ilgili kararlar görünür olduğu için tartışılabilir hale gelir. Aksi takdirde, sahada alınan bir çok kararlar ve detaylar hatalı olabilir.
- Kapıdan kapıya bütün akışın nasıl işleyeceğinin tasarlanmasına yardım ederek, yalın uygulama için birer plan oluşturur.
- Bilgi ve malzeme akışları arasındaki ilişkiyi gösterir.
- Katma değer yaratmayan adımlar, temin süresi, katedilen mesafe, stok seviyesi gibi

sayısal değerler üreten birçok nicel teknikten ve yerleşim planı hazırlamaktan daha faydalıdır. Rakamlar aciliyet hissi yaratmak veya önce/sonra ölçümleri için iyidir. Değer akışı haritalandırma ise işletmenin nasıl çalıştırılması gerektiğinin çok detaylı bir şekilde tanımlanmasını sağlayan nitel bir araç olup, o rakamları değiştirmek için neler yapacağımızı tanımlamakta kullanılır (Rother ve Shook,1999).

Değer akış yönetimi sekiz aşamadan oluşur:

1. Yalınlığa adanmak,
2. Değer akışını seçmek,
3. Yalın üretim tekniklerini öğrenmek,
4. Mevcut durumu haritalandırmak,
5. Yalınlık ölçütlerini belirlemek,
6. Gelecek durumu haritalamak,
7. Kaizen planları oluşturmak,
8. Kaizen planlarını uygulamak (Durmuşoğlu,2003).

Aşağıda bu adımlar aşağıda ayrıntılı olarak incelenmiştir.

4.1 Yalınlığa Adanmak

Değer akış yönetiminin başarıyla uygulanabilmesi için yöneticilerin kendisini yalınlığa adanması bir önkoşuldur. Çünkü organizasyonun geri kalanı ancak yöneticiler kadar kendilerini yalınlaşma projesine adayacaklardır. Çünkü çalışanlar yalınlaşmayı da diğer projeler gibi sıradan bir proje olarak algılayacaklardır. Bu projenin diğerlerinden neden ve hangi noktalarda farklı olduğunu, nasıl faydalar sağlayacağını anlatmak yönetimin görevidir. Eğer yöneticiler kendileri yalınlaşmaya yeterince inanmaz, kendileri de bu projeye adanmazlarsa, sadece proje ekipleri oluşturmakla yetinirlerse, proje başarısızlığa mahkumdur.

Yönetim, yalın dönüşümün kısa dönemde birçok sıkıntıya ve ek maliyete neden olacağını bilmesi ve buna hazırlıklı olması gerekir. Ancak kısa dönemde katlanılan bu sıkıntı ve maliyetlerin uzun dönemde firmaya sağlayacağı büyük avantajlarla kendini misliyle amorti edeceği unutulmamalıdır. Kısa dönemde karşılaşılabilecek sıkıntı ve maliyetlere bazı örnekler aşağıdadır:

- Hazırlık zamanlarını kısaltmak için ek alet veya fikstürler,
- Üretim hatlarını yeniden dengelemek ve çalışanları eğitmek için fazla mesai yapmak,

- Küçük parti üretimi için daha küçük palet veya sandıklar,
- Başlangıçta emniyet ve tampon stoklar,
- Yalın dönüşümü hızlandırmak için bir yalın üretim danışmanı,
- Yalın dönüşümü gerçekleştiren diğer işletmelerin bunu nasıl başardıklarına dair kıyaslama çalışmaları yapmak,
- Yöneticilerin yalın üretim prensiplerini öğrenmek için zaman harcaması,
- Tesisi yeniden organize etmek.

Bununla birlikte uzun dönemde elde edilecek kazançlar şu şekilde örneklendirilebilir:

- Yarımamül stoğunun haftalık adetten günlük adetlere inmesi,
- Değer katma oranının %500 artması,
- Hazırlık zamanlarının saatlerden dakikalara inmesi,
- Alan gereksiniminin %50 azalması,
- Daha güvenli ve daha kolay çalışılması,vb.

Yalın dönüşümde yönetimin gerçekleştireceği faaliyetlerden en önemlisi, çalışanların eğitilmesidir. Geleneksel işletmelerde değişim, yönetimin çalışanlara iyileştirmeleri “itmesi” ile gerçekleştirilir. Öte yandan “çalışanların değişimi çekmesi” ise, motive olmuş çalışanların değer akımını iyileştirmek için gerekli olan kaynakları ve eğitimleri çekmesi ile gerçekleştirilir. Çalışanın değişimi çekmesi sisteminde iyileştirmeler ve maliyet düşüşü yaratan fikirler prosese en aşına insanlardan gelir. Çünkü çalışanlar fabrikada yapılan işlerin uzmanlarıdır. Yaptıkları işlerin her gizli ayrıntısını ve onu nasıl iyileştireceklerini bilirler.

Bu nedenle yönetim çalışanları bir “sabit maliyet” olarak görmelidirler. Sabit maliyet olarak tanımlanan makina, ekipman gibi diğer unsurlar zamanla değer kaybına uğrarken, çalışanların eğitim ve tecrübe ile kazandıkları değer zamanla artar. Ayrıca yönetim iyileştirme faaliyetleri ile insanların işlerini kaybetmeyecekleri konusunda onları temin etmelidir.

Bununla birlikte, çalışanların değişimi çekmesi sistemi, yönetimin yönlendirmesi, rehberliği ve desteği olmaksızın gerçekleştirilemez. Yöneticilerin aldıkları kararlar malzeme ve bilgi akışını etkiler. Bunlar yalınlaşmanın “omurga”sını, yani değer akışını destekleyen yapıyı oluştururlar. Fabrikada çalışan insanlar ise hayati fonksiyonları gerçekleştiren ve sistemin devamını sağlayan “organlar”dır.

Değer akış yönetimi uygulamasına başlarken ve uygulama sırasında üst yönetimin

gerçekleştirmesi gereken faaliyetler aşağıda incelenmiştir.

4.1.1 Değer Akış Yöneticisini ve Proje Ekibini Belirlemek

üst yönetimin yapacağı ilk iş, bir değer akış yöneticisi belirlemek ve bu kişinin yalın dönüşüm gerekliliğini anlamasını sağlamaktır (Tapping et al,2002). İşletmeler genellikle ürün aileleri için değer aratan adımların akışına göre değil, departman ve fonksiyonlara göre organize edildiğinden, genellikle değer akışının tümünden hiç kimse sorumlu olmaz. Oysa bir ürünün tüm malzeme ve bilgi akışını bilen bir kişi olmaksızın gerçek akışın sağlanabilmesi çok zordur. Çünkü izole edilmiş fonksiyon alanları değer akışı perspektifinden değil, kendi perspektiflerinden optimum şekilde çalışacaklardır. İşte bu bütünsel görüşü sağlamak için, ürün ailesinin değer akışını anlama ve iyileştirme sorumluluğunu üstlenen bir kişiye ihtiyaç vardır. Bu kişiye “Değer Akış Yöneticisi” denir (Rother ve Shook,1999).

Değer akış yöneticisi, yönetimin yalın dönüşüme adanmışlığının bir ifadesi olacaktır. Bu göreve atanan kişi, organizasyonun kaynaklarını dağıtma yetkisine sahip olmalı ve doğrudan üst yönetime rapor vermelidir. Bu görev için büyük işletmelerde üretim müdürü, ürün müdürü veya proses yöneticisi; küçük işletmelerde ise fabrika müdürü ya da genel müdür ilk akla gelen adaylardır.

Değer akış yöneticisinin görevleri şunlardır:

- Proje ekibinin belirlenmesine yardımcı olmak ve ekip üyelerine Değer akış yönetimi süreci hakkında bilgi vermek,
- Değer akış yönetiminin sekiz adımını uygularken ekip üyelerini kontrol etmek,
- Engeller ortaya çıktığında ekip üyelerinin yanında olmak. Bu onların her toplantısına katılmak anlamına gelmese de; ara sıra fabrikaya inerek, ekip üyelerinin ne yaptıklarını görüp, onların fikirlerini, planlarını ve nelere ihtiyaçları olduğunu dinlemeyi gerektirir.
- Gelecek durum haritalarını ve kaizen önerilerini gözden geçirmek.

Değer akış yöneticisini belirledikten sonra sıra değer akış yöneticisini uygulayacak proje ekibini belirlemeye gelir. Bu ekip prosesi sahiplenecek ve değer akış yöneticisinin önerileri doğrultusunda ekibin çalışma prensipleri üzerinde konsensüse varır. Bu ekibin görevleri şunlardır:

- Planlar ve Haritaları hazırlamak,
- Organizasyonun her seviyesiyle iletişim kurmak,

- Çalışanların eğitilmesini sağlamak,
- Değer akış yönetimi sürecini uygulamak.

Genellikle proje ekibinde kimlerin yer alacağını üst yönetim belirler. Bu ekip üç ila yedi üyeden oluşmalıdır. Bu ekip fonksiyonlararası bir özelliğe sahip olmalı; özellikle kurulacak sistemin devamlılığını sağlayacak birimlerin ekipte temsil edilmesi sağlanmalıdır.

4.1.2 Değer Akış Yönetimi Projesini Başlatmak

Değer akış yönetimi projesini ekip üyelerini mümkün olduğunca aydınlatacak bir ilk toplantı ile başlatmak önemlidir. Değer akış yöneticisi proje ekibinin ilk toplantısına katılarak şu noktaları açıklığa kavuşturmalıdır:

- Ekibin neden toplandığı,
- Ekip üyelerinin nasıl belirlendiği,
- Yalın ilke ve teknikleri uygulamanın gerekliliği,
- Odaklanılan alanı seçme nedeni (örneğin, piyasadaki rakip ürünler, müşterinin fiyat düşüşü talebi, müşterinin temin zamanının azaltılması talebi, üretim prosesindeki kalite problemleri,vb.)
- Projenin firmanın strateji ve amaçlarını nasıl destekleyeceği,
- Değer akış yönetimi prosesinin ve bunun ekip için ne anlama geldiğinin gözden geçirilmesi,
- Projenin beklenen süresi,
- Proje kapsamında beklenen iletişim gereksinimleri,
- Projenin amaçlarını gerçekleştirmek için atanan kaynaklar.

Ekip üyeleri daha sonra ekip üyeleri ve bunların görevlerini, ekibin amacını, projenin beklenen süresini, projeyi gerçekleştirmek için ekibin kullanımına verilmiş olan kaynakları, projenin kapsamı ve sınırları ile ekibin çalışmalarının gözden geçirilme mekanizmasını döküman etmelidir. Bunların tümünün yazılı olduğu belge “Ekip Tüzüğü” olarak adlandırılır. Ekip tüzüğü, proje süresince yaşanan değişikliklere göre revize edilen “yaşayan” bir doküman olmalıdır. (örneğin ekibe yeni üyeler katıldığında, projenin kapsamı veya ölçütlerinde bir değişiklik olduğunda,vb.)

4.1.3 Fabrikaya Gitmek

Organizasyonlar fonksiyonları veya departmanları birbirinden ayıran görünmez duvarlar inşa ederler. Bu duvarları yıkmak, üst yönetimin en önemli görevlerinden biridir. Bunu yapmak için önce yöneticiler fabrikaya giderek organizasyonun aktivitelerini ve üretimi nasıl gerçekleştiğini bizzat gözlemlemeli; operatörlerin düşüncelerini ve karşılaştıkları problemleri dinleyerek organizasyon konusundaki farkındalıklarını artırmalıdır.

4.1.4 Değer Akışı Kaizen Önerilerini Gözden Geçirmek

Mevcut değer akış haritasını analiz ederek gelecek durum haritasını oluşturduktan sonra, değer akış yönetiminin yedinci adımında ekip üyeleri yönetime kaizen önerileri sunarlar. Bu noktaya gelmek için ekip üyeleri çok büyük çaba ve zaman harcamışlar, birçok engeli aşmışlardır. Bu nedenle ilk olarak yönetim ekip üyelerine öncelikle gösterdikleri çaba ve sıkı çalışmadan dolayı teşekkür etmeli, ve bu önerileri büyük bir itina ile değerlendirmelidir (Tapping et al,2002).

4.2 Değer Akışını Seçmek

Üretim şirketleri, hammaddeyi müşterinin değer verdiği bitmiş ürüne çevirmek için vardır. Prosesler ham malzemeyi ürün haline dönüştürür; operasyonlar ise bu dönüşümü gerçekleştirmek için gerçekleştirilen, kesme, kaynak, presleme.vb. aksiyonlardır. Operasyonlar, değer katan proses elemanlarıdır, ancak daha önce de belirtildiği gibi bir değer akımı, değer yaratanların yanında, bu dönüşümü sağlayacak değer yaratmayan faaliyetleri de içerir. Bir değer akımını oluşturan faaliyetler şunlardır:

- Tedarik zinciri boyunca sipariş ve sipariş öngörülerini gibi iletişimler,
- Malzemenin nakli ve fabrika içinde taşınması,
- Üretim planlama ve çizelgeleme,
- Ürün dönüşüme uğrarken malzeme ve bilginin aktığı tüm operasyonlar ve prosesler.

Bir organizasyonda birçok değer akımı vardır (Tapping et al,1999). Ancak bir seferde üretim alanından geçen tüm bu akımları haritalamak mümkün değildir. Küçük ve tek ürünlü bir işletme olmadıkça, bütün ürün değer akışlarını bir haritada göstermeye çalışmak oldukça karmaşık olacaktır (Rother ve Shook,1999). Oysa değer akış haritalamanın ana mantığı, operasyonel konuları, yöneticilerin daha kolay görebilecekleri şekilde, belli ürünler düzeyine indirgeyebilmektir (Jones ve Womack,2002). Bu nedenle yalnız bir değer akımı seçilmeli ve onu haritalayarak çalışmaya başlanmalıdır.

Hangi değer akımı üzerine odaklanılacağını belirlemek için kullanılabilecek “Ürün-Miktar Analizi” ve “Ürün-Rota Analizi” olmak üzere iki yöntem vardır.

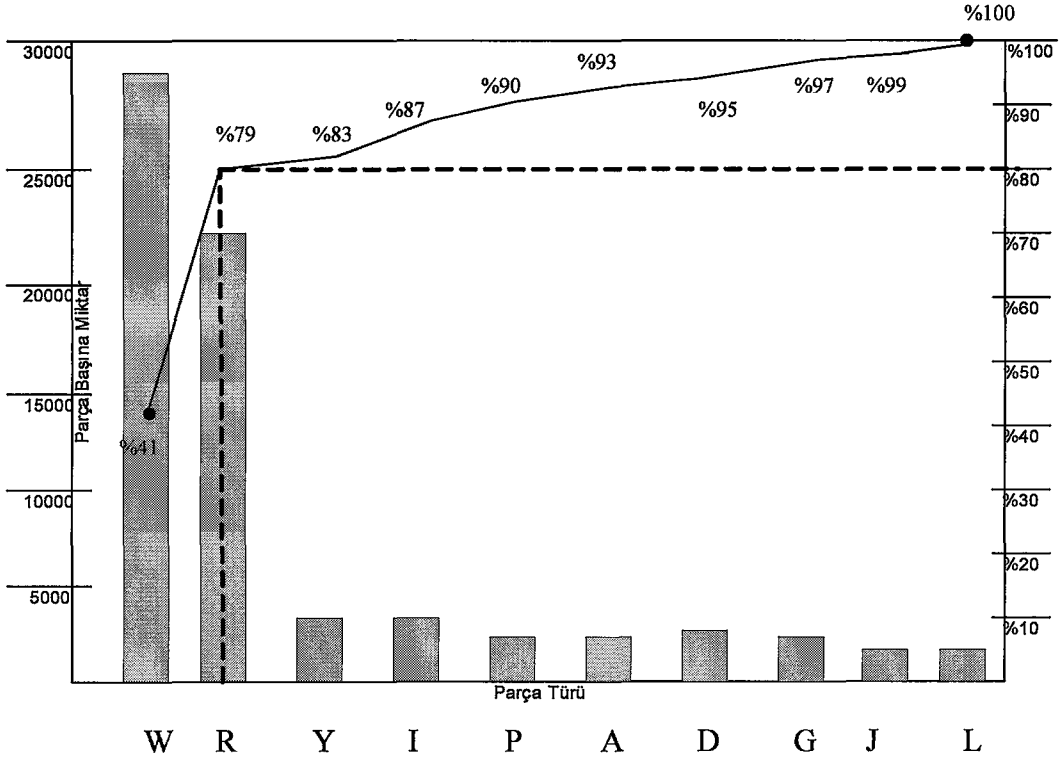
- **Ürün-Miktar Analizi:** Bu analizde ürün karması Pareto Diyagramında gösterilir. Pareto diyagramı, “sonuçların %80’i girdilerin %20’sinden doğar.” şeklinde ifade edilebilecek Pareto ilkesini grafik olarak ortaya koyar ve az sayıdaki kritik ürünü çok sayıdaki önemsizden ayırt edilmesini sağlar. Bu diyagram, toplam ürün sayısının farklı ürün tipleri arasında nasıl dağıldığını ortaya koyar. Ürün-Miktar Analizi şu dört adımda gerçekleştirilir:

- Üç aydan altı aya kadar ürün tiplerinin üretim miktarlarını belirlenir.
- Ürün tiplerini en çoktan en aza olmak üzere bir Ürün-Miktar Analizi Listesinde sıralanır.

Çizelge 4.1 Ürün-Miktar Analizi Çizelgesi (Tapping et al,2002).

NO	PARÇA	MİKTAR	KÜMÜLATİF MİKTAR	YÜZDE	KÜMÜLATİF YÜZDE
1	W	29000	29000	41	41
2	R	26500	55500	37	79
3	Y	3000	58500	4	83
4	I	3000	61500	4	87
5	P	2000	63500	3	90
6	A	2000	65500	3	93
7	D	1500	67000	2	95
8	G	1500	68500	2	97
9	J	1000	69500	1	99
10	L	1000	71500	1	100

- Bu listedeki verileri kullanarak Pareto Diyagramını çizilir.



Şekil 4.1 Pareto diyagramı (Tapping et al,2002).

- Verileri analiz edilir.

Eğer ürünlerin %20'si toplam çıktıların %80'ini oluşturuyorsa, bu durumda yüksek hacim düşük çeşitlilikle üretim yapan bir işletme söz konusudur. Ve bu durumda yüksek hacme sahip az sayıdaki ürünün değer akışı üzerinde odaklanılabilir.

Ancak düşük hacim-yüksek çeşitlilikle üretim yapan bazı işletmeler vardır ki bunların Ürün-Maliyet Analizlerinde ürünlerin %40'ının toplam çıktıların %60'ını oluşturduğu görülür. Bu durumda bu ürünlerden hangilerinin değer akımı üzerinde odaklanılacağı konusunda Ürün-Rota Analizi tekniği kullanılarak odaklanılacak ürün ailesi belirlenmelidir.

- **Ürün-Rota Analizi:** Bu analiz hangi ürünlerin benzer proseslere sahip olduğunu belirleyerek, ürün ailelerinin oluşturulmasını sağlar. Ürün Rota analizi üç aşamadan oluşur:
 - Her ürünün iş akışları ve üretim miktarları bir tablo halinde yazılır.

Çizelge 4.2 Üretim hacmine göre sıralı parça-operasyon sırası tablosu

(Tapping et al,2002)

ÜRETİM HACMİ	ÜRÜN							
20000	W	K	G	H	D	F	Ö	KK
12000	R	K	G		D	F		KK
10000	Y		G	H	D			KK
3600	I	K	G	H	D	F	Ö	KK
3300	P		G		D		Ö	KK
3100	A	K	G	H		F		KK
2600	D	K	G	H	D	F		KK
2300	G	K	G	H	D	F		KK
2100	J		G	H	D			
1000	L	K	G	H	D	F		KK
	MAKİNA	10A	31	32	70B	34	A-10	

- Aynı proses adımlarına sahip ürünler gruplanır.

Çizelge 4.3 Proses sırasına göre gruplanmış ürün-operasyon sırası çizelgesi

(Tapping et al,2002).

ÜRETİM HACMİ	ÜRÜN							
20000	W	K	G	H	D	F	Ö	KK
3600	I	K	G	H	D	F	Ö	KK
10000	Y		G	H	D			KK
2100	J		G	H	D			
2600	D	K	G	H	D	F		KK
2300	G	K	G	H	D	F		KK
1000	L	K	G	H	D	F		KK
12000	R	K	G		D	F		KK
3300	P		G		D		Ö	KK
3100	A	K	G	H		F		KK
	MAKİNA	10A	31	32	70B	34	A-10	

- Ürün aileleri ve bunların üretim miktarları belirlenir.

Çizelge 4.4 Aynı proses sıralamasına sahip olan ürünlerin gruplandırılması
(Tapping et al,2002)

Aynı Proses Sıralamasına Sahip Olan Ürünler	Toplam Üretim Hacmi
W, I	23600
Y, J	12100
D, G, L	5900

Bu noktada genellikle en yüksek üretim adedi olan ürün ailesinin değer akışı üzerine odaklanılır. Ancak bunun yanında başka değerlendirmeler de olabilir. Örneğin daha az üretim adedine sahip bir ürün ailesinin müşterisi, eğer %5 fiyat düşüşü ve %100 zamanında teslimat yapılırsa, gelecek yıl daha fazla iş vermeye söz vermiş olabilir. Bu durumda daha az üretim adedine sahip başka bir ürün ailesi de değer akış yönetimi çalışması yapılmak üzere seçilebilir (Tapping et al,2002).

4.3 Yalın Üretim Tekniklerini Öğrenmek

Birinci ve ikinci adımlarda yönetimin desteği sağlandıktan, proje ekibi belirlendikten ve üzerinde çalışılacak değer akımı belirlendikten sonra; bir sonraki adım olan mevcut durumu haritalamaya geçmeden önce, bir önceki bölümde sözü edilen yalın üretim tekniklerinin öğrenilmesi gerekir. Çünkü ancak yalın üretimin ne olduğunu öğrendikten sonra, yalın olmayan durumların ne olduğu belirlenebilir ve bunlar mevcut durum haritasında gösterilebilir.

Yalın dönüşümü gerçekleştirmek isteyen her işletme öncelikle bir eğitim programı oluşturmalıdır. Proje ekibinin çalışma hızını artırmak için şu beş aşamaya dayanan bir eğitim planı hazırlanmalıdır:

- Gerekli bilgi ve beceriler belirlenir,
- Ekip üyelerinin şu andaki bilgi ve becerileri belirlenir,
- Mevcut bilgi birikimi ve olması gereken arasındaki fark belirlenir,
- Bu farka göre gerekli eğitimler planlanır,
- Eğitimin etkinliği değerlendirilir.

Bu plan dökümanite edilmeli ve kimin ne zaman hangi eğitim programına katılacağı, ne zaman tamamlanmasının hedeflendiği gibi bilgiler bu dökümanda mutlaka yerelmalıdır (Tapping et al,2002).

4.4 Mevcut Durumun Haritalanması

Yalın üretim teknikleri öğrenildikten sonra sıra dördüncü adıma, yani mevcut durum haritasının çizilmesine gelir. Bu adımda ürün ailesine ilişkin doğru ve gerçek zamanlı veriler kullanılarak ikinci adımda belirlenen değer akımı haritalanır.

Değer akış haritası, bir ürün ailesinin değer akımı için malzeme ve bilgi akışının görsel bir sunumu olduğundan, prosesleri geliştirmek için bir araç olarak kullanılması kaçınılmazdır. Bir prosesi geliştirmek için öncelikle onu gözlemek ve anlamak gerekir. Prosesin mevcut durumunu haritalama, akışın önünü tıkayan israfların açık bir resmini ortaya koyar. Böylece israfların tespit edilmesini ve ortadan kaldırılmasını kolaylaştırmış olur. Malzeme ve bilgi akışını haritalamanın yararları şöyle sıralanabilir:

- İzole bir operasyon yerine tüm üretim boyunca malzeme ve bilgi akışının gösterilmesini sağlar,
- Mevcut durumda operasyonların birbirleri ve üretim kontrol departmanı ile nasıl iletişim kurduğunu görselleştirir,
- Problem doğuran alanları ve israf kaynaklarını görmeyi sağlar,
- Darboğazları ve yarımamül stoklarını belirlemeyi sağlar,
- Tüm üretim personeli için ortak bir dil oluşturur,
- Mevcut durumda üretimin gerçekten nasıl yapıldığını ortaya koyar.

4.4.1 Değer Akış Haritalamada Kullanılan Semboller

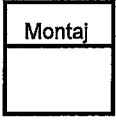
Değer akış haritalamada kullanılan semboller Çizelge 4.1'te gösterilmiştir. Bunlara ilave olarak uygulayıcılar kendi sembol/ikonlarını geliştirebilirler. Fakat bunların işletme içerisinde tutarlı olması sağlanmalıdır. Böylece herkes yalın üretime geçmek için ihtiyaç duyulan haritaların nasıl çizileceğini ve okunacağını bilecektir (Rother ve Shook 1999).

Çizelge 4.5 Değer Akış Haritalamada Kullanılan Semboller (Durmuşoğlu,2003)

Malzeme Akışı**Sembolleri****FABRİKA**

Bu sembol şunlara işaret eder:

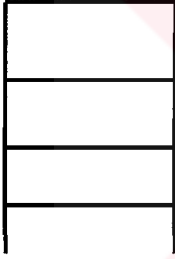
- Malzeme akışının başlangıç noktası olarak tedarikçi (haritanın sol üst köşesine yerleştirilir.)
- Malzeme akışının bitiş noktası olarak Müşteri/Dağıtım Merkezi (haritanın sağ üst köşesine yerleştirilir.)



Bu sembol malzemenin içinden aktığı bir süreç, işlem, makina, hücre veya bölüme işaret eder.

İMALAT SÜRECİ

Aralarında parti akışı olan ve envanter bulunan tamamen ayrı iki farklı sürecin her biri için ayrı ayrı imalat süreci sembolü atanır.

**VERİ****KUTUSU**

Bu sembol genellikle başka sembollerin altında kullanılır.

Haritalanan sistemin analizi ve gözlenmesi için gerekli olacak verileri taşır.

FABRİKA sembolü altında yer alan veri kutusunda, her vardiyada yapılan sevkiyat frekansı, malzeme taşıma bilgileri, transfer parti miktarı, her periyotta talep miktarı,vb. yer alır. İMALAT SÜRECİ sembolü altındaki veri kutusunda ise şu bilgiler yer alır:

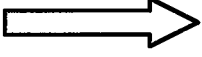
- Çevrim zamanı
- Makina hazırlık süresi
- Çalışma süresi(Uptime)
- “Her Parça Her..”(EPE-Every Part Every..)
- Operatör sayısı
- Ürün değişiklik sayısı
- Mevcut kapasite
- Hurda oranı
- Transfer parti miktarı



ENVANTER

Bu sembol iki süreç arasındaki envanter birikmesine işaret eder. Envanter miktarı bu sembolün altına yazılır. Eğer iki süreç arasında birden fazla yerde envanter birikmesi varsa, her bir yer için ayrı ayrı ENVANTER sembolü çizilir.

Bu sembol aynı zamanda hammadde ve mamül depolama yerlerini ve envanter düzeylerini göstermek için de kullanılır.



MÜŞTERİYE

MAMÜL



KAMYON

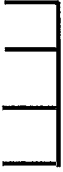
Bu sembol, tedarikçiden fabrikanın teslim alma bölgesine gönderilen hammaddenin hareketini veya fabrika sevkiyat bölgesinden müşteriye gönderilen mamülün hareketini gösterir.

Bu sembol, tesisin içinde veya dışındaki taşıma biçimini gösterir. Sevkiyat frekansı sembolün içine kaydedilir.



İTME

Bu sembol, bir imalat rotasında bir süreçten diğerine malzemenin itilmesini gösterir. İtme, odaklanılan sürecin, müşterisi olan bir sonraki sürecin gerçek ihtiyacını dikkate almadan üretip sonraki sürece göndermesi anlamını taşır.



SÜPERMARKET

Bu sembol, bir envanter süpermarketini gösterir. Eğer talep kestirilebilir ise, o zaman ürün akışı sürekli yani tek parça akışı olabilir ve bir süpermarket ihtiyacı ortaya çıkmaz. Bununla birlikte, sürekli akış olmadığı ve hammaddeye yakın süreçler parti biçiminde işlem yapmak zorunda oldukları zaman, bu sembol iki süreç arasına yerleştirilmelidir. Böylece fazla üretimi durdurmuş ve müşteri ihtiyacı üzerinde görsel bir geri besleme sağlanmış olur.



ÇEKME

Bu sembol, malzeme akışı kontrol sistemlerinden çekme sistemine işaret eder. SÜPERMARKET sembolü ile ilişkilendirilir.



FIFO

Bu sembol, CONWIP(Constant Work in Process)'de kullanılır. Önceki süreç, FIFO depolama alanına eklenecek yeni bir ürün için boş bir alan bulduğu zaman, ürünü gönderir. Eğer FIFO alanı dolu ise, ürünü gönderemez ve kendini bloke eder veya FIFO alanı dolu iken, hiç üretime başlamaz. Böylece önceki sürecin fazla üretim yapması engellenmiş olur. FIFO alanındaki maksimum miktar sembolün altına yazılır.

Bilgi Akışı

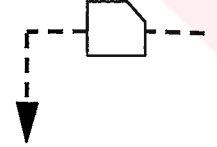
Sembolleri



BİLGİ AKIŞI

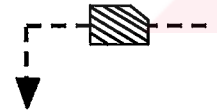
Anlamı

Bu semboller haritada bilgi akışlarına işaret eder. Genel bilgi akış sembolü basitçe düz bir oktur. Zikzaklı ok ise elektronik bilgi akışını gösterir. Elektronik bilgi akışı sembolüne genellikle küçük bir kutu eşlik eder. Bu kutu içinde, veri değiş tokuşunun frekansı ve kullanılan iletişim aracının çeşidi belirtilir.



ÜRETİM KANBANI

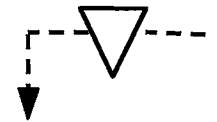
Bu sembol, tedarikçi sürece kaç tane üreteceğini anlatır ve üretim iznini verir. Önceden belirlenmiş parça sayısında üretim yapılmasını tetiklemek için kullanılan bir sinyaldir.



ÇEKME

KANBANI

Bu sembol bir alışveriş listesidir. Bir not kartı veya bir araçtır. Bu kart, bir süpermarkette alıcı sürece parçanın alınması ve transferi için malzeme taşıyıcıya veya operatöre talimat verir. Operatör süpermarkete gider ve alıcı süreci ihtiyacı olan istenen sayıda parçayı çeker.



SİNYAL

KANBANI

Bu sembol, iki süreç arasında yer alan süpermarketteki envanter düzeyinin, bir tetikleme veya bir minimum noktaya(yeniden sipariş noktasına) düşmesi durumunda kullanılan bir kanbanı gösterir. Sinyal kanbanı tedarikçi sürece ulaştığında, kanban üzerinde gösterilen ürünün parti halinde üretilmesi için gerekli sinyal alınmış olur.



**SIRALI ÇEKME
TOPU**

Bu sembol, bir süpermarket kullanmaksızın ürünün daha önceden tanımlanmış çeşitte ve miktarda, genellikle de bir birim olarak üretmek için, alt montaj sürecine talimat veren bir çekme sistemini gösterir.

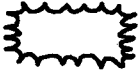


**YÜK
SEVİYELENDİRME**

Bu sembol, bir zaman periyodunda ürün hacmi ve karmaşasını düzgünleştirmek için Kanbanı parti haline getiren araçtır.

Genel Semboller

Anlamı



KAİZEN

Bu sembol, belirli bir sürecin gelişme ihtiyaçlarını vurgulamak ve KAİZEN uygulamalarını planlamak için “Gelecek Durum Haritası”nda kullanılır.



EMNİYET STOKU

Bu sembol, makina bozulmaları gibi sorunlara karşı tutulan bir envanteri göstermek ve müşteri siparişlerinde veya sistem başarısızlıklarında ani dalgalanmalara karşı sistemi korumak için kullanılır.



OPERATÖR

Bu sembol, bir operatörü gösterir. genellikle İMALAT SÜRECİ kutusu içine yerleştirilir ve belirli bir istasyonda çalışan operatör sayısına işaret eder.

4.4.2 Mevcut Durum Haritasının Çizilmesi

Haritalamaya başlamadan önce yapılabilecek üç hazırlık vardır:

- Tüm ekip, üretim operasyonlarının beyaz tahtaya kaba krokileri çizilerek bir toplantı odasında çalışılır.
- Fabrikaya giderek, son operasyondan başlayıp geriye doğru gelerek prosesle ilgili veriler toplanır. Toplanacak bilgiler şu şekilde örneklendirilebilir:
 - Vardiya başına toplam zaman
 - Mola ve yemek zamanları,
 - Makinaların düzenli tamirlerine ayrılmış sürelerin toplam zamandan

çıkarılmasıyla bulunan günlük toplam üretim süresi,

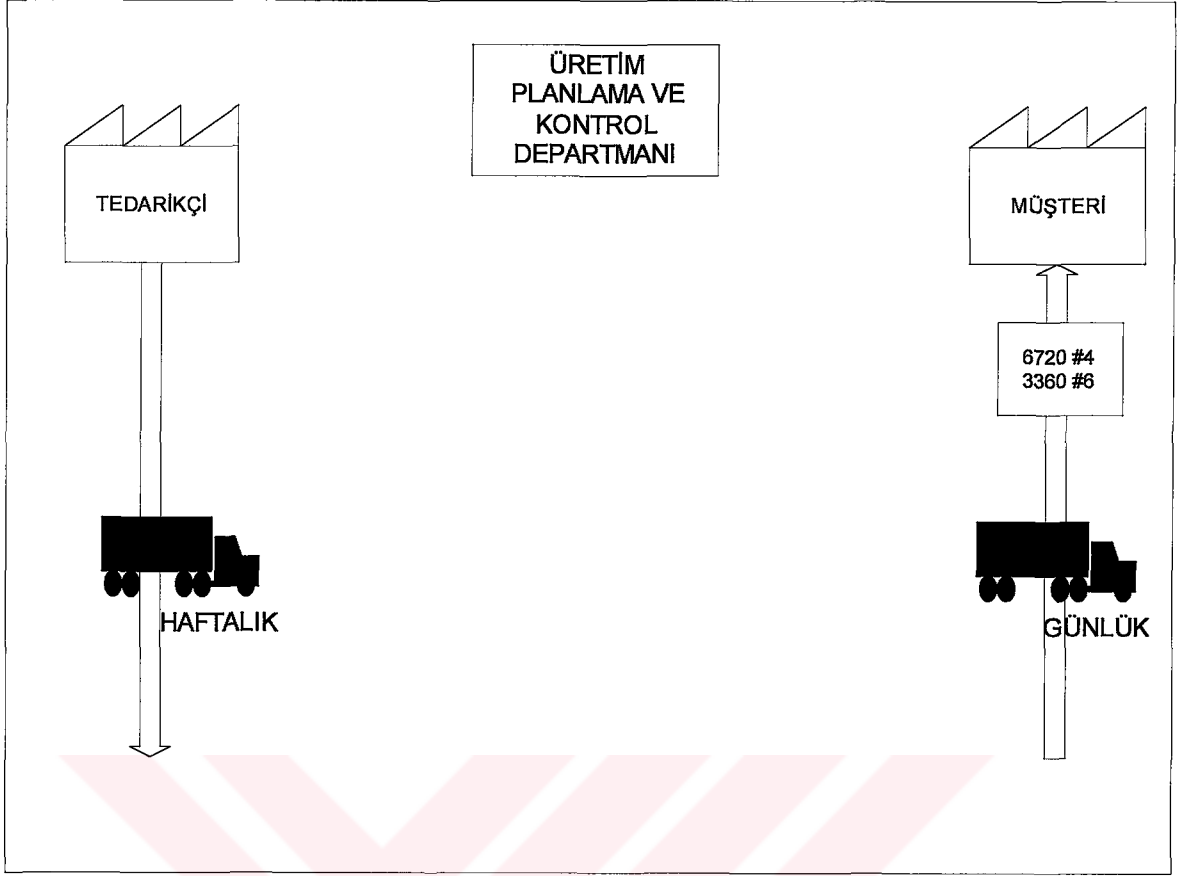
- Teslimat programları,
 - Konteynır başına taşınan parça adedi,
 - Çevrim zamanları,
 - Makina hazırlık zamanları,
 - Yarı mamül stok miktarları,
 - Parti büyüklükleri,
 - Operatör sayıları,vb.
- Ekibin fabrikanın dışında yeniden toplanarak, veri toplama çalışmaları sonucunda ortaya çıkan sonuçları değerlendirilir ve ihtiyaç duyulan tüm verilerin toplanıp toplanmadığı kontrol edilir.

Bundan sonra haritanın çizilmesi aşamasına geçilir.

- Haritalama müşteri istekleri ile başlar. Müşterinin fabrikası, haritanın sağ üst köşesinde fabrika sembolü ile gösterilir. Bu sembolün altına da müşterinin isteklerinin yazılacağı bir bilgi kutusu konulur ve bu bilgi kutusuna müşterinin talep bilgileri yazılır.
- Haritanın diğer ucunda başka bir fabrika ikonu ile tedarikçi firma gösterilir. Altına bir bilgi kutusu konularak tedarikçinin sevkiyat parti büyüklüğü yazılır.

Ürün ailesi için satın alınan her bir parçayı haritalandırmak gereksizdir. Bu proses seviyesinde yerleşim planlarında gösterilebilir. Ancak bu noktada bir veya iki ana hammaddenin akışının çizilmesi yeterlidir (Rother ve Shook,1999).

- Üst ortaya üretim planlama ve kontrolü temsil eden bir kutu çizilir.
- Kalın ok ve Kamyon sembolleri bitmiş ürünün müşteriye ve ham malzemenin fabrikaya sevkiyatını gösterir. Kamyonun içine sevkiyat bilgileri yazılır (Tapping et al,2002).



Şekil 4.2 Müşteri, tedarikçi, üretim planlama-kontrol ve sevkiyat sembolleri ile bilgilerinin değer akış haritasına yerleştirilmesi(Tapping et al,2002).

- Bundan sonra ana üretim proseslerinin çizimine geçilir. Bir proses kutusu, içinden malzeme akan bir prosesi gösterir. Her bir proses adımı için bir kutu çizilmesi haritanın kullanımını zorlaştıracak için, malzeme akışının, özellikle sürekli akışın olduğu bir alanı göstermek için bir proses kutusu kullanılır. Proses kutusu, proseslerin birbiriyle bağlantısının kesildiği ve malzeme akışının durduğu yerlere konulur.

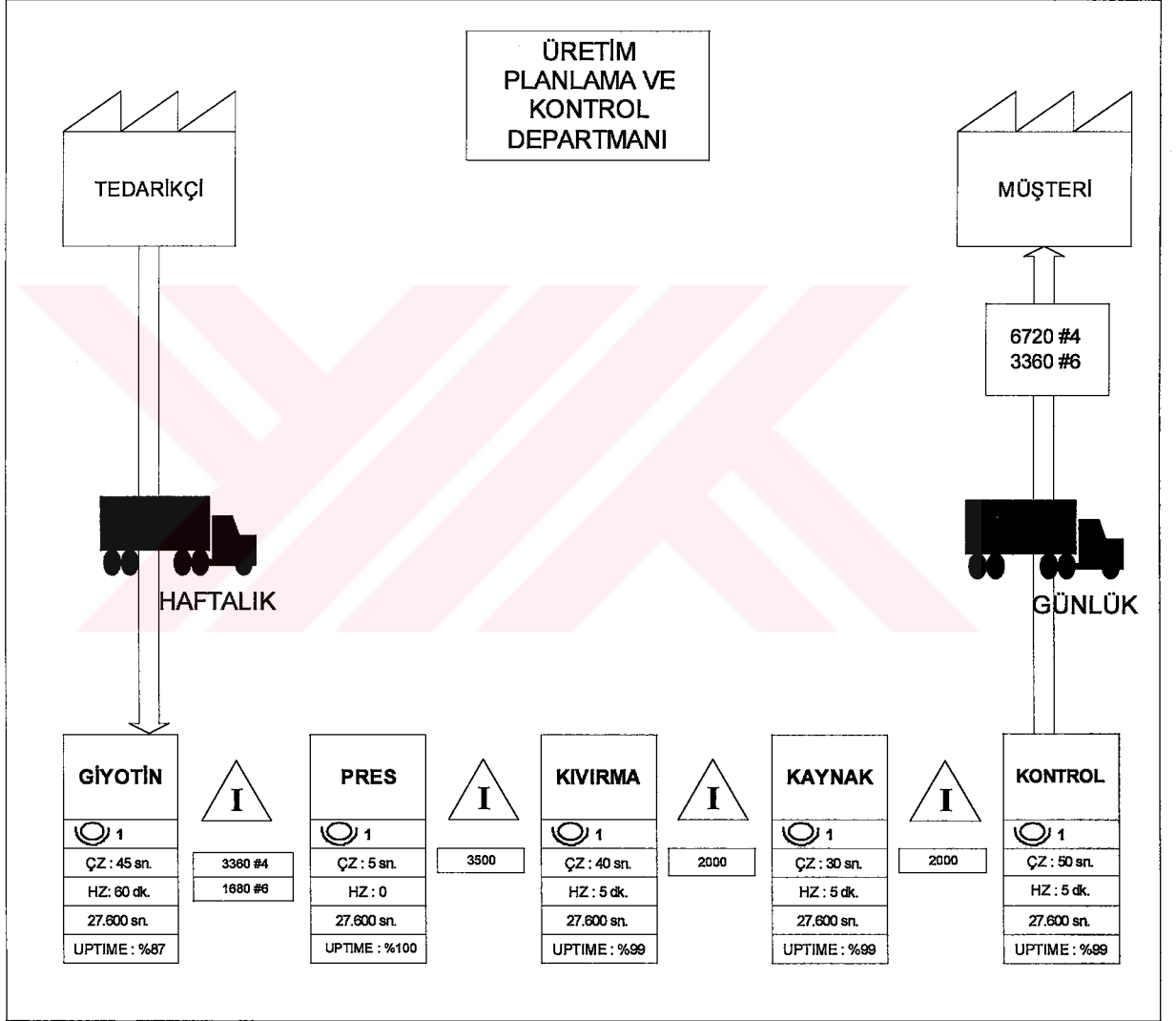
Örneğin, birbirine bağlı birkaç iş istasyonundan oluşan bir montaj prosesi, istasyonlar arasında biraz yarımamül stoğu olmasına rağmen bir proses kutusu ile gösterilir. Fakat, bir montaj prosesi daha sonra gelen diğer montaj prosesinden duran, biriken ve arada yığınlar halinde hareket ettirilen bir stok ile ayrılıyorsa, iki proses kutusu kullanılır.

Malzeme akışı, haritanın alt kısmında soldan sağa doğru proses adımlarının sırasına göre yerleştirilir. Fabrikanın fiziksel yerleşimi göz önünde bulundurulmaz. Ayrıca proses kutularının altına daha önce veri toplama aşamasında toplanan proses

bilgilerinin yazılacağı birer bilgi kutusu çizilir.

- Ürünün malzeme akışı boyunca gidilirken, stoklarının biriktirildiği yerler görülür. Bu noktalar akışın nerede durduğunu anlattığı için önemlidir. Stokların yeri ve miktarı harita üzerinde gösterilir. Bunun için bir “uyarı üçgeni” sembolü kullanılır.

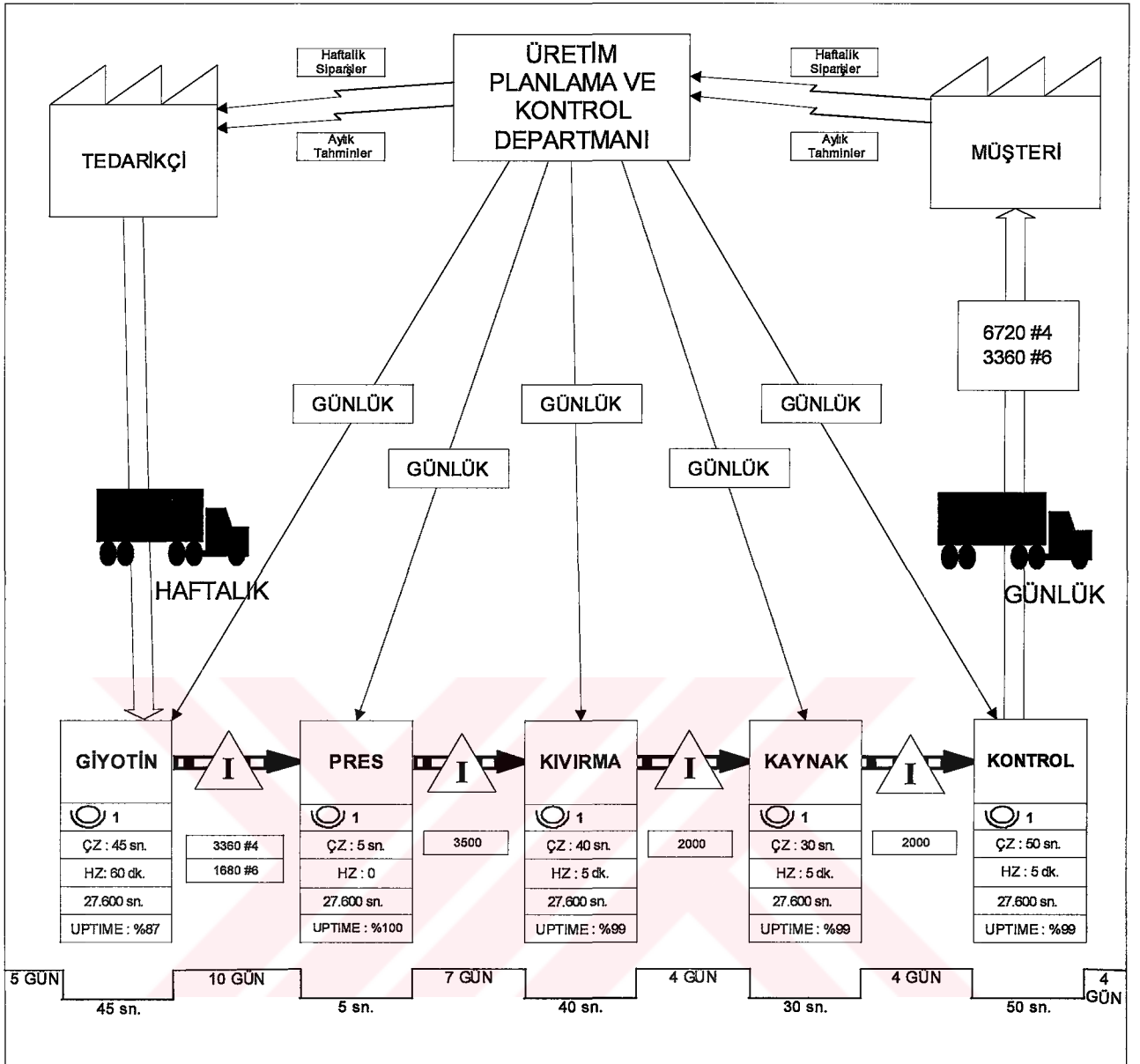
Eğer stok iki proses arasında birden fazla yerde tutuluyorsa her yer için ayrı sembol çizilir.



Şekil 4.3 Mevcut durum haritasına ürün proses aşamalarının eklenmesi

(Tapping et al,2002).

- Değer akışı haritalamanın ikinci boyutu “Bilgi Akışı”nın harita üzerinde gösterilmesidir (Rother ve Shook,1999).
 - Öncelikle üretim kontrol departmanı haritanın üst ortasında bir kutucuk ile çizilir.
 - Müşteri ikonundan üretim kontrol departmanına öngörü ve siparişleri gösteren iki ok çizilir ve bunların üzerine sıklıkları yazılır.
 - Üretim planlama departmanından tedarikçi ikonuna yine öngörü ve siparişleri belirten iki ok çizilir ve üstlerine sıklıkları yazılır.
 - Üretim planlama ikonu ile proses kutuları arasında oklar çizilir ve operasyonlara çizelgelerin gönderilme sıklıkları üzerlerine yazılır (Tapping et al,2002).
- Bundan sonra itme, çekme ve FIFO hatları çizilir. Eğer tedarikçi prosesler müşteri proseslerin ihtiyaç duymadıkları parçaları üretirler ve bu parçalar stok alanına itilirse, bu durumda proses kutucukları arasına “itme” hareketini gösteren oklar çizilir.
- Proses kutularının ve stok üçgenlerinin altına bir zaman ekseni yerleştirilir. Bu ekseninde proses kutularının altına proses içindeki akış süreleri yerleştirilir. Proses içindeki akış süreleri, çevrim süreleri ile aynıdır.
 - Stok üçgenlerinin altına ise elde kaç günlük stok olduğu yazılır. Bu ise stok miktarı günlük müşteri talebine bölünerek hesaplanır.
 - Malzeme akışındaki her prosesin ve her stok üçgeninin akış süreleri toplanarak temin zamanına ulaşılır. Değer akışındaki her proses için proses içindeki akış süreleri toplanarak, “Toplam Katma Değer Yaratan Süre” elde edilir (Rother ve Shook,1999).



Şekil 4.4 Tamamlanmış Mevcut Durum Haritası (Tapping et al,2002).

Böylece mevcut durum haritası tamamlanmış olur. Ekibin tüm üyeleri haritanın ayrıntıları üzerinde hemfikir olduktan sonra, harita temize çekilerek, üzerine tarih atılır ve tüm ekibin görebileceği bir yere asılır (Tapping et al,2002).

4.5 Yalınlık Ölçütlerinin Belirlenmesi

İnsanların yalın dönüşüme katkıda bulunmalarının en iyi yolu, onlara geliştirme konusundaki çabalarının etkilerini görmelerinin basit bir yolunu sunmaktır. İşte yalınlık ölçütleri bu tür bir araç olarak, sürekli geliştirme ve israfların ortadan kaldırılması yönündeki çabaları destekler. Aynı zamanda yalın dönüşümde ne kadar başarılı olunduğunun da takip edilmesine olanak

verirler.

Her organizasyonun kendi özel şartlarına göre farklı ölçütler belirlenebilir. Ancak seçilen ölçütlerin anlaşılması ve toplanmasının kolay olmasına dikkat edilmelidir. Genel olarak kullanılan ölçütlere örnek olarak şunlar verilebilir:

- Stok dönüşüm oranı,
- Elde kaç günlük stok olduğu,
- Değer akımı boyunca toplam yarımamül stoğu,
- Toplam temin zamanı,
- Uptime,
- Zamanında teslimat oranı,
- Toplam ekipman verimliliği,
- Sağlık ve iş güvenliği kayıtları (Tapping et al,2002).

4.6 Gelecek Durum Haritasının Çizilmesi

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

Bir işletmede, mevcut bir ürün ve proses ile çalışırken, değer akışındaki bazı israflar ürün tasarımının, daha önceden alınan makinaların ve bazı faaliyetlerin yerleşimleri arasındaki mesafenin sonucu olarak ortaya çıkacaktır. Mevcut durumun bu özellikleri hemen değiştirilemez. Bu nedenle yeni bir ürün söz konusu olmadıkça, gelecek durum haritasındaki ilk adım, ürün tasarımını, proses teknolojilerini ve fabrika yerleşimlerini veri kabul ederek, bu özelliklerden kaynaklanmayan bütün israf kaynaklarını mümkün olduğu kadar hızlı bir şekilde ortadan kaldırmaya çalışmak olmalı, yani “Sahip olunan ile ne yapılabilir?” sorusunun yanıtı aranmalıdır. Takip eden adımlarda ürün tasarımı, teknoloji ve yerleşim unsurları da ele alınabilir (Rother ve Shook,1999).

Gelecek durum haritasını oluştururken öncelikle mevcut durum haritasında olduğu gibi müşteri, tedarikçi ve üretim kontrol departmanının ikonları ve bunlar arasındaki iletişim okları çizilir. Okların üzerine öngörü ve kesin sipariş sıklıkları yazılır.

Bundan sonra sevkiyat okları çizilir. Sevkiyat oklarının üzerine kamyon ikonlarını çizin ve içlerine sevkiyat sıklıklarını yazın. Son olarak da müşteri ikonunun altına müşteri gereksinimlerini yazın.

Mevcut durum haritasını çizildiğinden beri bu bilgilerde herhangi bir değişim olup olmadığı kontrol edilmelidir.

Bu noktada gelecek zaman haritasının oluşturulmasına başlanabilir. Gelecek durum haritası oluşturulurken şu aşamalar takip edilir:

- Takt zamanı ve dilimin belirlenmesi
- Mevcut üretim metodlarıyla müşteri talebinin karşılanıp karşılanamayacağının belirlenmesi
- Tampon veya Emniyet stoğuna ihtiyaç olup olmadığının belirlenmesi
- Bitmiş ürün süpermarketine gerek olup olmadığının belirlenmesi
- Uygun Olan Her Yerde Sürekli Akış Sisteminin Kurulması
- Pacemaker Prosesin Belirlenmesi
- Üretim Karmasının Seviyelendirilmesi
- Üretim Hacminin Seviyelendirilmesi
- Pacemaker Prosesten Önceki Her Proseste “Her Parça Her Gün” Üretim Yeteneğinin Geliştirilmesi
- Malzeme taşıyıcısının rotasının belirlenmesi ve tüm malzeme ve bilgi akışının haritalandırılması
- Kullanılacak Diğer İyileştirme Yöntemlerinin Belirlenmesi.

4.6.1 Takt Zamanı ve Dilimin Belirlenmesi

Gelecek durum haritasına takt zamanı belirlenerek başlanmalıdır. Takt zamanı, müşteri isteklerini karşılamak için, satış seviyesine bağlı olarak bir parça veya ürünün hangi sıklıkta üretilmesi gerektiğini belirtir (Rother ve Shook,1999).

Takt zamanı, üretimin hızını, özellikle de tempoyu belirleyen proseste müşteri talebi ile senkronize etmek için kullanılır. Ne kadar hızlı üretim yapılması gerektiğine dair fikir verir. Daha önce de ele alındığı gibi, birden fazla model ürün üreten karma üretim sistemlerinde takt zamanı, vardiya başına kullanılabilir çalışma süresinin, vardiya başına müşteri talebine

bölünmesi ile hesaplanır (Duggan,2002)

Takt zamanına göre üretim basit görünür, fakat bazı şeyleri gerçekleştirmek için yoğun çaba harcanmasını gerektirir:

- Problemlere takt zamanı içinde hızlı yanıt verebilmek,
- Plansız duruşların nedenlerinin ortadan kaldırılması,
- Montaj tipi proseslere model değiştirme sürelerini ortadan kaldırmak (Rother ve Shook,1999).

Bundan sonra “Dilim” belirlenmelidir. “Dilim”, takt zamanına göre, bir tedarikçi prosesin, müşteri prosese önceden belirlenmiş bir paketleme miktarında yarımamülü göndermesi için gerekli olan zamandır (Tapping et al,2002).

Dilim, yalın dönüşümün neresinde olunduğunu gösteren kilit ölçütlerinden biridir. Dilim zamanları kısaldıkça, esneklik artar ve envanter neredeyse ortadan kalkar. Dilimleri daha da küçültmek için, makinelerin hazırlık zamanlarının azaltılması ve makina güvenilirliğinin artırılması gerekir (Duggan,2002).

4.6.2 Mevcut Üretim Yöntemleri İle Müşteri Talebini Karşılanıp Karşılanamayacağının Belirlenmesi

Müşteri talebini tam olarak karşılanıp karşılanamadığını belirlemek için iki şeyi tespit etmeniz gerekir:

- Fazla mı üretiliyor, az mı üretiliyor yoksa müşteri talebi tam olarak karşılanabiliyor mu?
- Talebi karşılayabilmek için yeterli üretim kapasitesine sahip mi?

Üretim kapasitesi, vardiya başına kullanılabilen iş zamanının proses boyunca en yavaş operasyonun çevrim zamanına bölünmesiyle bulunur (Tapping et al,2002).

$$\text{ÜRETİM KAPASİTESİ} = \frac{\text{Vardiya Başına Kullanılabilir İş Zamanı (sn.)}}{\text{En Yavaş Operasyonun Çevrim Zamanı (sn./adet)}} \quad (4.1)$$

Üretimin fiziksel unsurları olan insan, makina ve malzeme; bir proses tasarlanırken bu üç

faktör arasında uzlaşmalar, tavizler meydana gelir. Eğer faktörlerden birinin kullanımını maksimize edilirse, diğer ikisinin kullanımı düşer. Örneğin makina kullanımını maksimize edilmek istenirse, makinaları sürekli çalıştırabilmek için olası problemlere karşı fazladan insan kullanmak gerekir. Makinanın hiç durmadan çalışabilmesi için olası problemlere karşı prosesler arasında malzeme stokları bulundurmak gerekir. Benzer şekilde malzeme kullanımını maksimize etmek için, yani hiç stok tutmamak için bu kez de talep dalgalanmaları ve arızalara karşı fazladan insan ve makinalara ihtiyaç olacaktır.

İnsan kullanımını maksimize etmeye çalışmak ise farklıdır, çünkü insan en esnek imalat elemanıdır. Makinanın yapacağı parça o an gerekli değilse makinanın duruyor olması normaldir. Bu özellikle basit makinalar için çok geçerlidir. Ama operatör böyle bir durumda o an ihtiyaç duyulan işi yapmak üzere bir başka makinaya geçebilir. Makinalar yeterince esnek değildir, operatörler ise esnektir.

Yani tempoyu belirleyen hücre ve hatlarda operatör iş yükü dengelenmesini en verimli operatör kullanımı amacıyla yapılmalıdır, makina kullanımı için değil. Bazı durumlarda bu makinaların zaman zaman boş kalmasına neden olabilir. Her takt aralığında makinanın belli bir süre boş kalması aslında israfların en büyüğü olan aşırı üretim israfını da önler (Rother ve Haris,2001).

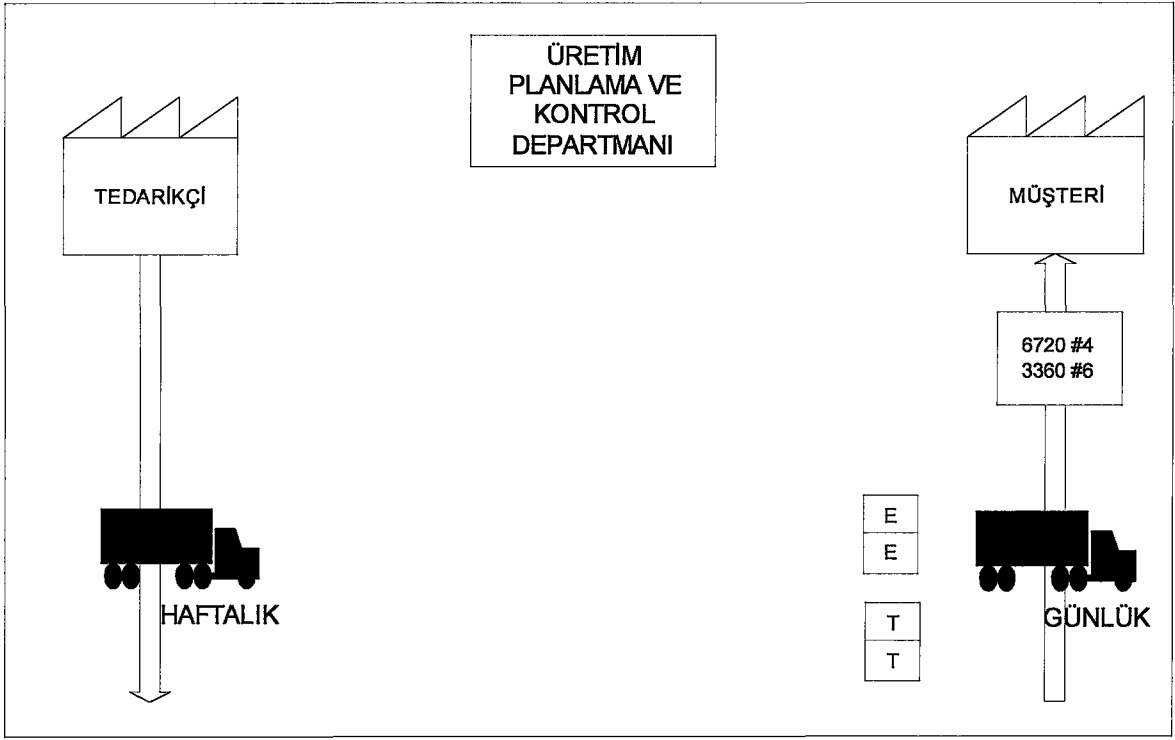
4.6.3 Tampon ve Emniyet Stoğuna İhtiyaç Olup Olmadığının Belirlenmesi

Tampon stok, müşteri talebinde yaşanabilecek değişimlere karşı tutulan stoktur. Emniyet stoğu ise, içsel sorunlar nedeniyle üretim akışının kesintiye uğradığında müşteri talebine yanıt verebilmek için tutulan stoktur.

Tampon ve emniyet stokları belirsizliğe karşı bir önlem niteliğindedir. Değer akışının iyileştirilmesi altı ay veya daha fazla zaman alabilir. Ancak şu anda karşılanmak zorunda olan bir müşteri talebi vardır. Bu geliştirme çalışmaları sırasında, kaizen planlarını uygularken müşteri talebinin karşılanabilmesi için ekstra envanter tutulması gereksiniminin bir sonucu olarak ortaya çıkarlar.

Tampon ve emniyet stoğu miktarlarının tespitinde değer akışı boyunca proses güvenilirliğinin ve operasyonları en iyi bilenler olan operatörlerin deneyimleri rehber olacaktır. Ancak bu stokların miktarları iki günlük miktarı geçmemelidir.

Tampon ve emniyet stoğunun gerekli olduğunu tespit edilirse, bunlar harita üzerine yerleştirilir (Tapping et al,2002).



Şekil 4.5 Emniyet ve Tampon stokların değer akış haritasında gösterilmesi

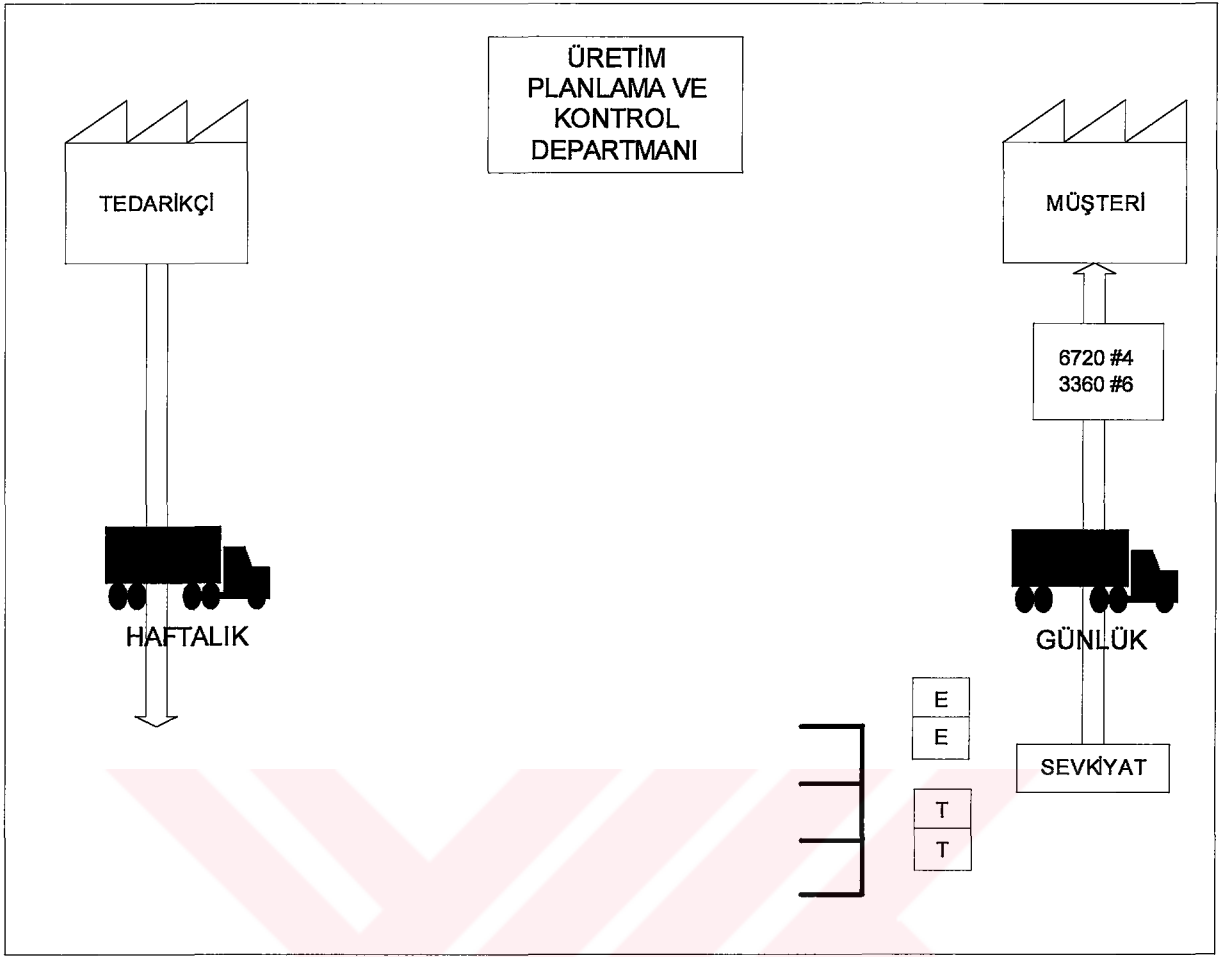
(Tapping et al,2002).

4.6.4 Bitmiş Ürün Süpermarketine Gerek Olup Olmadığının Belirlenmesi

Eğer üretim prosesinin güvenilirliğinden tam olarak emin olunabilirse, üretim doğrudan sevkiyata yapılabilir. Ancak bunu zorlaştıran bazı unsurlar vardır. Bu unsurları ortadan kaldırmak için makina hazırlık zamanlarının azaltılması, üretim hattının dengelenmesi, tempolu çekme ve üretimin seviyelendirilmesi gerekir. Ancak bu sırada müşteri talebini karşılamayı garanti altına almak için bitmiş ürün süpermarketleri kurulabilir.

Bitmiş ürün süpermarketi, değer akışının sevkiyat kısmında belli miktarda bitmiş ürünün bulunması ve buradan müşteri tarafından bitmiş ürün çekildikçe ikmal edilmesidir. Böyle bir sistem, sürekli akışın mümkün olmadığında kurulur. Bitmiş ürün süpermarketlerindeki stok miktarı, tampon ve emniyet stoklarındaki mamül miktarını kapsamaz.

Eğer bir bitmiş ürün süpermarketi kurulması gerekliyse bunun gelecek durum haritasında gösterilmesi gerekir.



Şekil 4.6 Değer akış haritasında bitmiş ürün süpermarketin gösterilmesi (Tapping et al,2002).

4.6.5 Uygun Olan Her Yerde Sürekli Akış Sisteminin Kurulması

Önceki bölümde açıklandığı gibi “Sürekli akış”, bir seferde bir parça üretip arada bekleme yapılmaksızın bir sonraki proses adımına hemen gönderilmesidir. Sürekli akışı oluşturmak için üç görevin yerine getirilmesi gerekir:

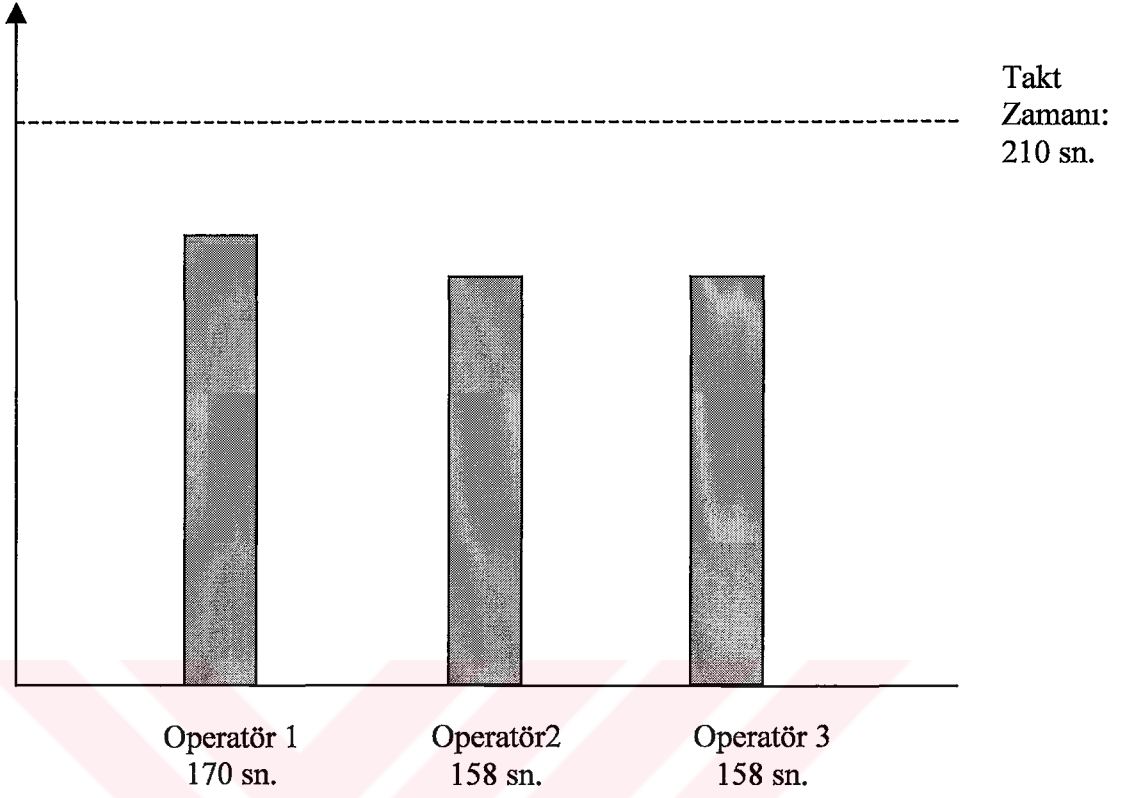
- **Üretim Hatlarının Dengelenmesi:** Sürekli akış yaratmanın ilk adımı üretim hattının dengelenmesidir. Bu personel kullanımının optimize edilmesini ve işyükünün daha düzgün hale getirilmesini sağlar.

Üretim hattının dengelenmesi takt zamanını karşılayabilmek için, iş elemanlarının değer akımı boyunca düzgün olarak dağıtılmasıdır.

Üretim hattının dengelenebilmesi için(Tapping et al,2002):

- Mevcut prosesteki çevrim zamanlarını ve iş elemanı atamalarını gözden geçirilmesi.

- Operatör dengeleme kartlarının oluşturulması



Şekil 4.7 Operatör denge kartı örneği.

- Kaç tane operatöre ihtiyaç olduğunun tespit edilmesi: Operatör sayısının belirlenmesi için şu formül kullanılmalıdır:

$$\text{OPERATÖR SAYISI} = \frac{\text{TOPLAM İŞ YÜKÜ}}{\text{TAKT ZAMANI}} \quad (4.2)$$

Bu formülün sonucunda çıkan sayı eğer tam olmazsa şu kurallar uygulanmalıdır:

- Küsurat 0,3'ten küçükse: 1 operatör eklenmemeli, israf ve ilave işler yok edilmelidir.
- Küsurat 0,3-0,5 aralığındaysa: Hemen 1 operatör eklenmemeli, 2 hafta boyunca çalışmaya ve iyileştirme yapılmaya devam edilmelidir.
- Küsurat 0,5'ten büyükse, 1 operatör eklenmelidir. Ancak iyileştirme yapmaya devam ederek bu operatöre olan ihtiyaç yok edilmeye

çalışılmalıdır (Rother ve Haris,2001).

- Tespit edilen operatör sayısına göre işleri dengelemek için yapılması gereken değişikliklerin planlanması:

Operatörlere iş yüklemek için iki yaklaşım sözkonusudur. Bunlardan ilki geleneksel yaklaşımdır ve “Hat Dengeleme” olarak bilinir. Bu yaklaşımda iş yükü operatörler arasında eşit dağıtılmıştır. Bu operatörler arasında adalet sağlama duygusundan kaynaklanmaktadır. Ancak geleneksel hat dengeleme yaklaşımı bekleme kaybını bütün operatörlere eşit dağıtarak israfı proses içine eklerler.

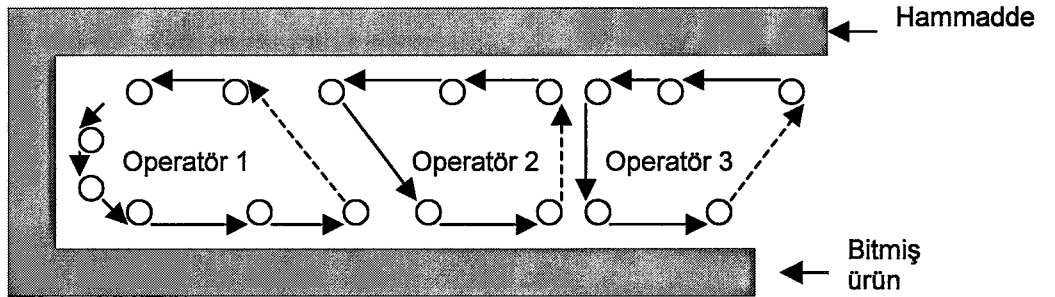
Operatör çevrim süreleri dengelenmiştir fakat her operatör kısmen yüklenebilmiştir. Bu yaklaşım israfın yok edilebilmesini zorlaştırdığı gibi aşırı üretim tehlikesini de getirir.

Geleneksel yaklaşımla dengelenmiş hücrelerde genellikle, bir süre çalışıldıktan sonra her operatör bağımsız adacıklar gibi davranmaya yönelir. Prosesler arasında stoklar oluşmaya başlar ve sürekli akış kaybolur.

Daha iyi bir yöntem, biri hariç tüm operatörleri takt zamanına yakın yüklemektir. Bu yalın yaklaşımdır. İsrafın çoğu tek bir operatöre yüklenmiştir ve kaizen fırsatı sürekli göz önündedir. Daha sonra bu hücre bir işçi eksik çalışabildiği zaman gerçek maliyet indirimi sağlanmış olur.

İş elemanlarının atanması birçok şekilde yapılabilir:

- **İş bölme:** Operatörlerin her birinin genellikle birkaç makina arasında dolaşarak takt zamanı değerinde işle yüklenmesidir. Her operatör toplam iş muhtevasının bir bölümünü gerçekleştirir.



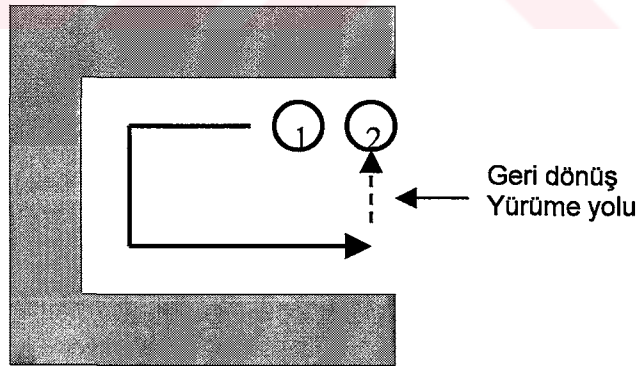
Şekil 4.8 İş operatörler arasında bölmek (Rother ve Haris,2001).

- **Devre:** Her operatöre başından sonuna tüm işi yaptırmak ve operatörlerin belli bir ara ile birbirini takip etmesini sağlamak bir dizi avantaj sunar. Doğal bir tempo yaratır. Uygulanması kolaydır. Devre tamamlandığında çevrimin başına dönmek için kısa bir yol olduğundan yürüme azalır. İş rotasyonu sayesinde işin daha çekici hale gelmesi sağlanır.

Bununla birlikte devrenin bazı kısıtlamaları vardır. Bunlardan ilki, genellikle iki operatörlük işlerle sınırlıdır. Çünkü daha çok sayıda operatörü koordine etmek güçtür. Eğer toplam iş yükü ikiden fazla operatör gerektiriyorsa başka bir yöntem denenmelidir.

İkincisi toplam iş yükünün %40'ından fazlası tek bir istasyonda ortaya çıkmaktaysa devre yöntemi genellikle çalışmaz. Çünkü operatörler bu istasyonda kilitlenirler. Karmaşık, uzun süreli makinaları, basit hızlı yüklenebilen, tek amaçlı makinalarla değiştirilirse, işi birden fazla istasyona yayarak devre yöntemi kullanılabilir.

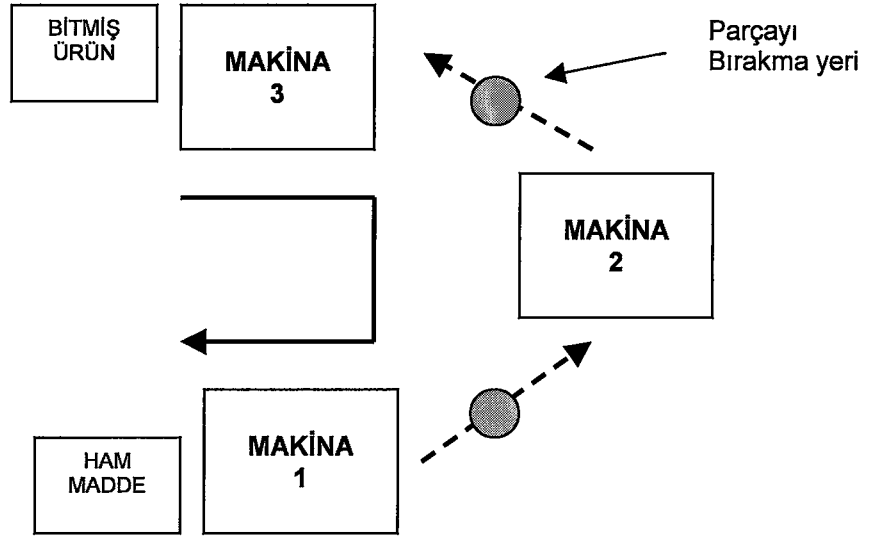
Son olarak da bu yöntem yetenekli işçiler gerektirir. Çünkü her operatör başından sonuna tüm iş elemanlarını yapmak, tüm makinaları çalıştırabilmek, tüm kalite kontrolleri gerçekleştirmek zorundadır.



Şekil 4.9 Devre iş dağılımı (Rother ve Haris,2001).

- **Tersine Akış:** Tersine akış çok daha doğal bir çalışma-yürüme sıralaması oluşturur. Operatörler iş parçasının tersine hareket etmektedirler. Bitmiş ürün parça kutusundan başlayarak geriye doğru ilk işleme kadar gelirler. Tersine akış her istasyon arasında fazladan 1

adet işlem içi stok bulundurulmasını gerektirir. Fakat yönetmin avantajları bu dezavantajlardan daha önemlidir.



Operatör Akışı →
Malzeme Akışı ← - - - -

Şekil 4.10 Tersine Akış (Rother ve Haris,2001).

- **Kombinasyon:** İş bölme, devre oluşturma ve tersine akış yöntemlerinin kombinasyonu pek çok durum için en iyi çözümdür. Örneğin bazı operatörler belirli istasyonlarda çalışmaktayken bazı operatörler de hücrenin diğer bir parçasından devre ya da tersine akış sistemiyle çalışabilirler. Bu, ikiden daha fazla operatör gerektiren hücrelerde devre oluşturma'nın yararlarını kullanmayı mümkün kılar. İlave olarak, bir çift operatör kendi devreleri içinde ilk ve son işi yapmakta ise tüm hücre için mükemmel bir tempo mekanizması yaratılmış olur.
- **Her İstasyona Bir Operatör:** Bazı proseslerde hiç otomatik cihaz yoktur ve tamamen el işçiliğine dayanır. Bu durumda istasyon sayısı operatör sayısına eşit olabilir ya da iş istasyonunun iki tarafında da bir operatör bulunur. Her operatör belli bir istasyonda kendisine ait tüm işi yaptıktan sonra ürünü sonraki istasyona geçirir.

İş elemanlarının dağıtımı kolaydır. Fakat iş yükünü eşit dengelemek ve

operatörleri tam yüklemek daha zor olabilir. Çünkü esnek iş kombinasyonları daha sınırlıdır. Ürünü transfer etmek için konveyör kullanılması bu tip iş dağılımında sürekli akışın sağlanması açısından iyi bir fikirdir. Aksi takdirde parti üretiminde doğru bir eğilim oluşur.

- **Çark:** bu düzenlemede iş istasyonu sayısı operatör sayısından bir fazladır. Her operatör iki istasyonda birden çalışır ve her takt zamanında bunlar arasında gidip gelirler. İlk ve son işlemler hariç her istasyonda iki kişi dönüşümlü olarak çalışır. Operatör sonraki istasyona geçtiğinde iş parçasını da birlikte götürür. Geriye dönüşte eller boştur. Böylece her operatör çevriminde ürün bir adım ilerletilmiş olur.

Her operatörün iş yükü iki istasyona dağılmış olmalıdır. Böylece operatör takt zamanını iki istasyon arasında eşit bölebilir. Yani bir operatör takt zamanının %50'sinde bir sonraki istasyona gitmekteyse, diğer operatörler de takt zamanının %50'sinde sonraki istasyona geçmelidirler.

Tüm operatörler aynı anda hareket etmek zorunda olduklarından çark sistemi güçlü bir tempo mekanizması yaratır ve günlük kaizen faaliyetleri için mükemmel bir örnek teşkil eder. Çünkü hat dengesizlikleri anında görülür. Ancak çark sistemi sadece, iş elemanlarının takt zamanı içinde istasyonlar arasında eşit dağıtılabildiği durumlarda uygulanabilir. Yükle ve çalıştır tipi makinalar, kısa makina çevrimleri, iş elemanlarını eşitleyebilmek için yerleri kolayca değiştirilebilen hafif makinalar bu imkanı yaratır (Rother ve Haris,2001).

- Gelecek durum operatör denge kartının oluşturulması.
- **Üretim Hücrelerinin Planlanması:** Üretim hücreleri, ekipman ve personel proses sırasına göre sıralandığından ve hücre operasyonların tamamlanması için gerekli olan tüm makinaları içerdiğinden, tek parça akışını mümkün kılar. Gelecek durum haritasının bu aşamasında operasyonlar gözden geçirilerek makinalar hücreler halinde bir araya getirilir (Tapping et al,2002).

Yalın bir hücre tasarımında en önemli ilke, Makina, iş istasyonları ve malzemelerin

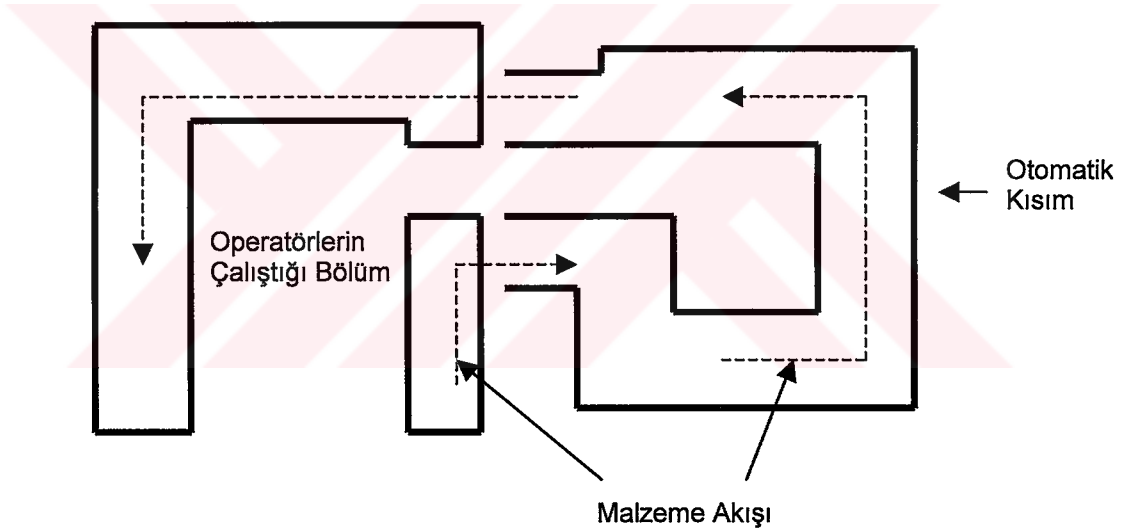
hiçbir zaman bu şekilde çalışılmayacak olsa bile sanki tek bir kişi parçayı başından sonuna dek yapacakmış gibi düzenlenmesidir. Bir kişinin hücre boyunca rahatlıkla hareket edebileceği ve tüm iş elemanlarını verimli bir şekilde yapabileceği hücre tasarımı yapıldığında, izole aktivite adalarını engelleyen, prosesler arasında stok oluşumuna yol açmayan, fazladan yürüme gerektirmeyen, değer yaratan işlerin birbiri yakınına getirildiği bir proses tasarımı kendiliğinden ortaya çıkar.

Bir hücrenin dizayn edilmesinde şu kurallar göz önünde bulundurulmalıdır:

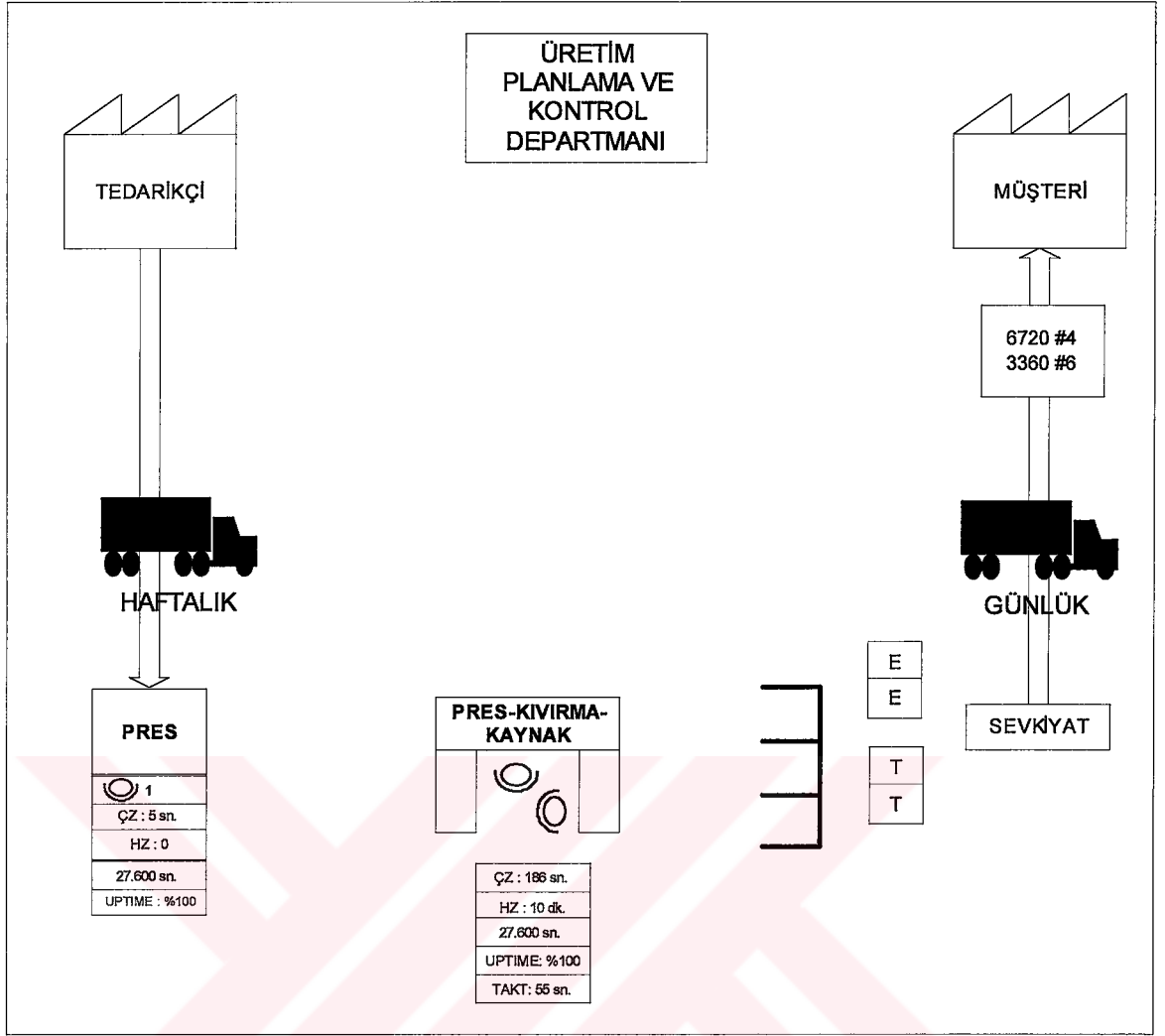
- Yürüme mesafesini kısaltmak için makina ve iş istasyonları birbirine yakın yerleştirilmelidir.
- Operatör yürüme yolundaki engeller kaldırılmalıdır.
- Hücrelerin iç genişliği 150 cm. civarında tutulmalıdır. Böylece operatörler arasında iş yükü paylaşımı kolaylıkla gerçekleştirilebilir. Çünkü genişliği 150 cm.yi aşmayan bir hücrede takım elemanları hücrenin iki kolu arasında gidip gelebilirler.
- Yarımamül stoğu biriktirilebilecek boş alan bırakılmalıdır.
- Çalışma yükseklikleri eşit tutulmalıdır.
- İlk ve son işlem birbirinin yanında olmalıdır. Böylece, ikinci çevrim için geri dönüş yolu kısaltılmış olur. Ayrıca tek kişinin hem ilk, hem de son işlemi yapabilmesine imkan verilir. Bu da hattın hızının dengelenmesine yardımcı olur.
- İş parçasının yukarı aşağı ve ileri geri hareketi engellenmelidir. Mümkünse makinaların kenarları açık bırakılarak en kısa mesafeden yatay transfer sağlanmalıdır.
- Parçaları yerleştirirken veya malzeme taşıırken operatörlere yardımcı olarak yerçekiminden yararlanılmalıdır.
- Yerleşim düzenlemesinde kolaylık sağlamak için tavantan sarkan esnek tesisat bağlantı noktaları kullanılmalıdır.
- El aletleri, kullanıldıkları noktaya en yakın yere ve operatörün kullanacağı yönde yerleştirilmelidir.
- Uç değiştirme gerektiren genel amaçlı aletler yerine, işe özel el aletleri kullanılması tercih edilmelidir. Mümkün olan her durumda iki ya da daha çok

el aleti birleştirilmelidir.

- Ergonomi ve iş güvenliğinden asla taviz verilmemelidir. Kötü ergonomi hem insani açıdan istenmez, hem de israf yaratır.
- Operatör tarafından yapılan iş adımları birbirine yakın yerleştirilmelidir. Böylece iş elemanlarının operatörlere dağıtımında esneklik kazanılmış ve değer yaratan çalışma sağlanmış olur.
- Beşinci seviye otomasyon ve fırın gibi sürekli çevrim operasyonlarını operatörlere dayalı iş akışından ayırarak gruplandırılmalıdır. Ancak otomatik bölümün hücreye bu şekilde entegre edilebilmesi için çok yüksek güvenilirlikle çalışıyor olması gerekir. Eğer güvenilirlik düşük veya iyileştirilmesi de zor ise, otomatik bölümü hücreden tamamen ayrılarak araya çekme sistemi konularak üretimi dengelenmelidir.



Şekil 4.11 Otomatik kısımların hücreye entegre edilmesi (Rother ve Haris,2001).

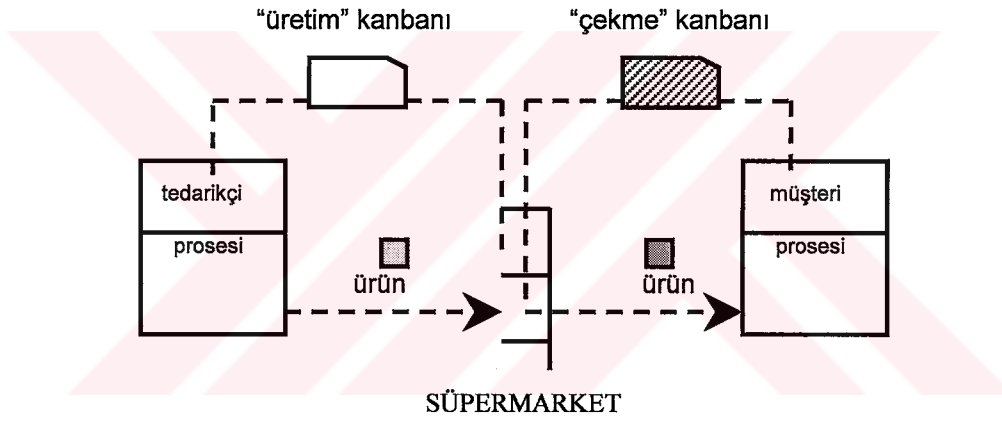


Şekil 4.12 Hücrelerin değer akış haritasında gösterilmesi (Tapping et al,2002)

- **Üretim Kontrol Sisteminin Belirlenmesi:** Değer akımında sürekli akışın mümkün olmadığı ve yığın üretimin gerekli olduğu noktalar olabilir. Bunun çeşitli nedenleri olabilir:
 - Bazı prosesler çok hızlı veya çok yavaş çevrim sürelerinde çalıştırılmak için tasarlanır ve birçok ürün ailesine hizmet etmek için model değişimine ihtiyaç vardır.
 - Tedarikçilerde olanlar gibi bazı prosesler, uzakta olabilir ve bir seferde bir parça sevk etmek fizibil değildir.
 - Bazı prosesler, diğer proseslere sürekli akış içinde doğrudan bağlanmak için çok uzun akış sürelerine sahip olabilir veya güvenilirliği çok düşük olabilir.

Sürekli akışın kesildiği noktalarda prosesler bağımsız çizelgeleme fonksiyonu ile çizelgeleme çalışmasını kabul edilmemeli, çünkü çizelge yalnızca bir sonraki prosesin neye ihtiyacı olduğunun bir tahminidir. Bunun yerine bu prosesleri müşteri proseslerine, genellikle süpermarket esaslı çekme sistemleri ile bağlayarak üretimleri kontrol edilmelidir. Kısaca ifade etmek gerekirse, sürekli akışın esildiği yerlerde, çekme sistemi kurulmalı ve akışın üst tarafındaki proses yine partiler halinde çalışmalıdır.

İki proses arasında bir çekme sistemi kurulmasının amacı, bir sonraki prosesin talebini tahmin etmeye çalışmadan ve bir önceki süreci çizelgelemeden, bir önceki sürece doğru üretim emrini vermek için bir araca sahip olmaktır. Çekme, akışlar arasındaki üretimi kontrol etmek için bir yöntemdir. Fabrikada farklı alanları çizelgelemeye çalışan MRP sistemlerinden ziyade, bir sonraki prosesin süpermarketten çekişleri bir önceki prosesin neyi, ne zaman ve ne kadar üreteceğine karar vermesi tercih edilmelidir.



1. Müşteri proses süpermarkete gider ve ihtiyacı olan ürünü ihtiyacı olduğu zaman çeker.
2. Tedarikçi proses çekilen ürünü yerine koymak için üretim yapar.

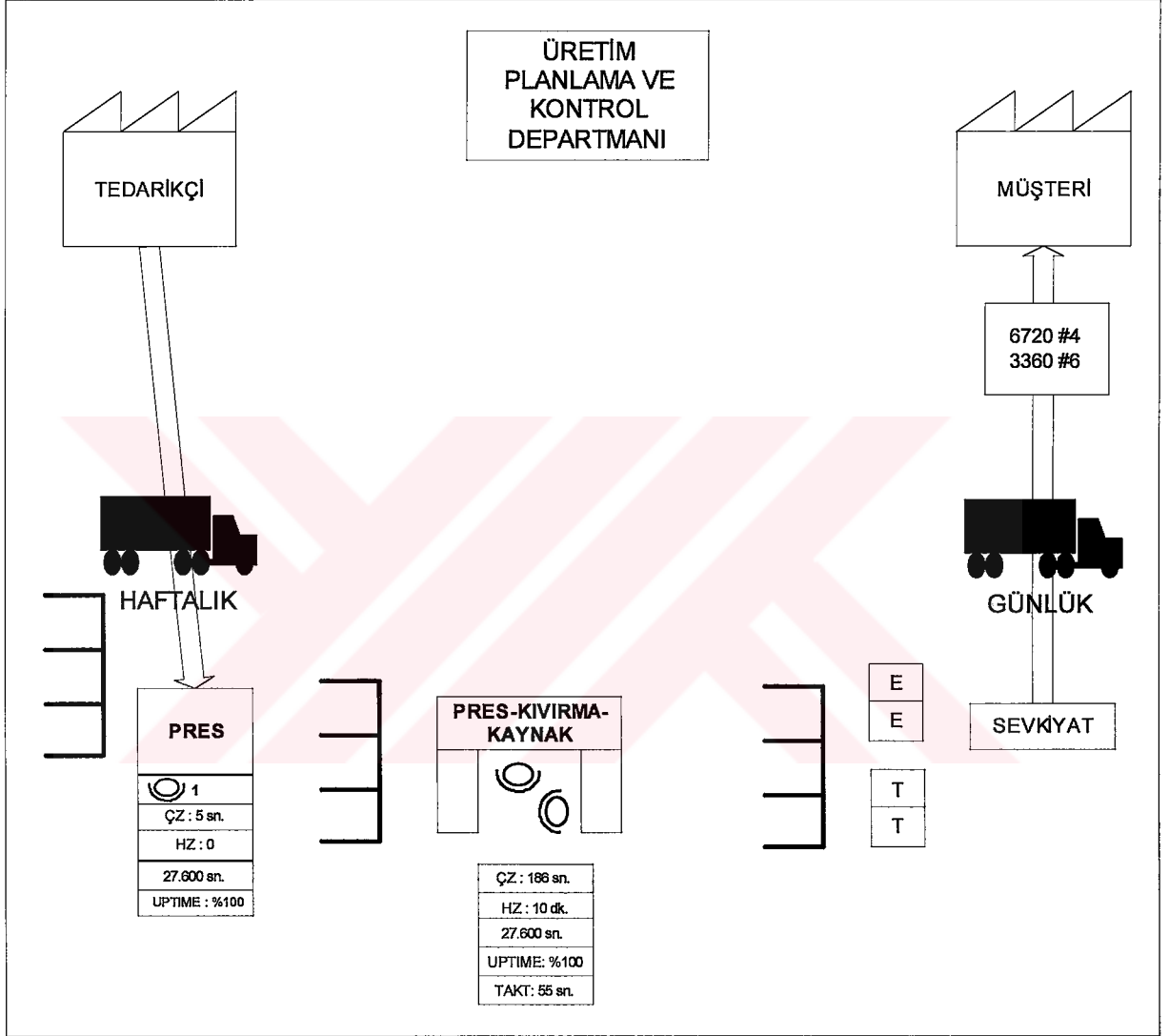
Şekil 4.13 Süpermarket çekme sistemi örneği (Rother and Shook, 1999)

Süpermarket sembolünün sol tarafı, tedarikçi sürece bakacak şekilde açıktır. Çünkü bu süpermarket tedarikçi sürece aittir ve bu süreci çizelgelemek için kullanılır. Fabrika alanında süpermarketler, sürecin müşteri kullanımı ve isteklerini görsel olarak algılamasına yardımcı olmak için tedarikçi süreçlerin yakınına yerleştirilir. Müşteri sürecin malzeme taşıyıcısı, tedarikçi sürecin süpermarketine gelir ve neye ihtiyacı varsa çeker. Bu çekişler, daha önceden basılmış kanbanların süpermarketten tedarikçi sürece hareketini tetikler. Bu kanbanlar, o süreç için sadece üretim emri olarak kullanılır.

Herhangi bir süpermarket çekme sistemi kullanmaya karar vermeden önce, mümkün olan her süreçte sürekli akışı kurulduğuna emin olunmalıdır. Zorunlu olmadıkça süreçler

arasında stok süpermarketleri ve ekstra malzeme taşınması gerçekleştirilmemelidir.

Sürekli akış ile birbirine bağlanamayan prosesler arasında üretimi kontrol etmek için süpermarketler iyi bir yoldur ancak süpermarket kurulmasının uygun olmadığı noktalarda FIFO sisteminin kurulması yoluna gidilmelidir (Rother ve Shook,1999).



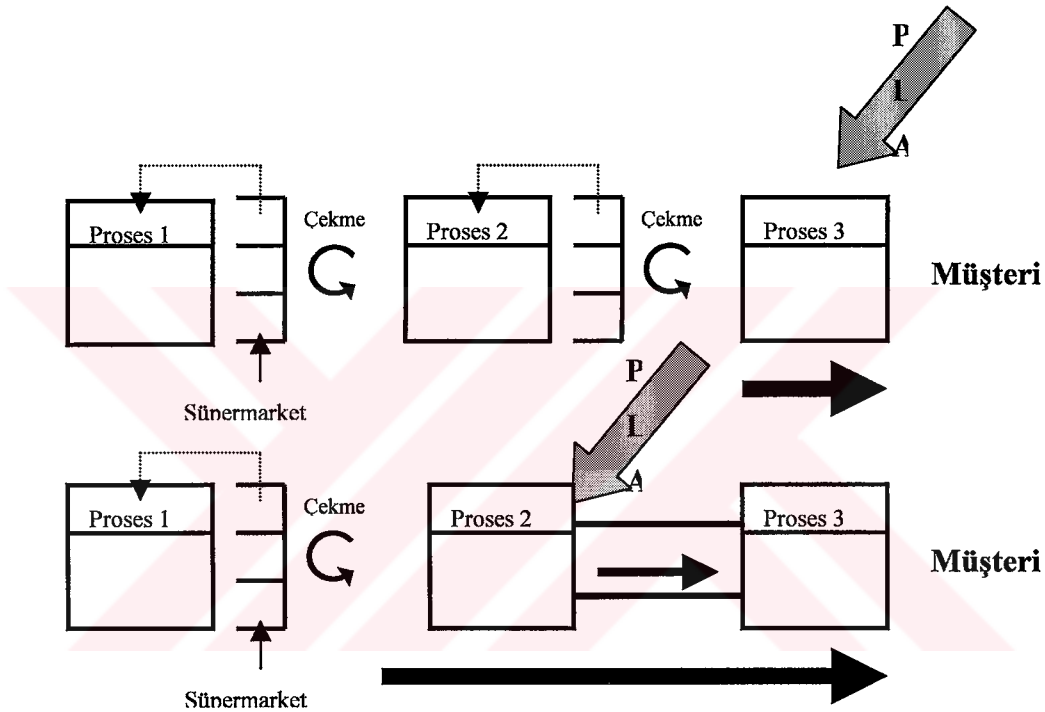
Şekil 4.14 Parça süpermarketlerinin değer akış haritasına yerleştirilmesi (Tapping,2002).

4.6.6 Tempoyu Belirleyen Prosesin Belirlenmesi

Yalın üretimin ilkelerinden biri de değer akımının yalnızca bir noktasının çizelgelenmesidir. Çizelgelenen bu proses, “Tempoyu Belirleyen Proses” olarak adlandırılır. Çünkü bu prosesteki üretimin nasıl kontrol edildiği, daha önceki proseslerin temposunu belirler. Tempoyu belirleyen proses, otomobillerdeki gaz pedalına benzetilebilir. Otomobillerde gaz

pedalı, motorun tekerlekleri ne kadar hızla döndürüleceğini belirler. Aynı şekilde Tempoyu belirleyen proses de değer akımının ne hızda işleyeceğini belirler. Tempoyu belirleyen prosesin hızı artırıldığında üretilen ürün sayısı artarken; azlatıldığında üretilen ürün sayısı da azalır(Duggan,2002)

Tempoyu belirleyen prosteden bitmiş ürüne doğru malzeme bir akış halinde akmalıdır. Bu nedenle tempoyu belirleyen proses, değer akışı içinde en sondaki sürekli akış prosesidir. Gelecek durum haritasında tempoyu belirleyen proses, müşteri siparişleri ile kontrol edilen üretim prosesidir (Rother ve Shook,1999).



Şekil 4.15 Tempoyu belirleyen prosesinin seçimi (Rother and Shook,1999)

4.6.7 Üretim Karmasının Seviyelendirilmesi

Birçok montaj departmanı, uzun süre bir ürün tipini çizelgeleyip model değişimlerinden kaçınmayı daha kolay bulabilir ancak bu durum değer akışının geri kalanında önemli problemler yaratır.

Aynı ürünleri gruplandırıp onları bir seferde üretmek, şu anda üretilen ürün tipinden farklı bir şey isteyen müşteriye hizmet vermeyi zorlaştırır. Bu bitmiş ürün stoğunun daha fazla olmasını veya siparişi karşılamak için daha uzun akış süresini gerektirir.

Montajdaki yığın üretim, aynı zamanda işlenmiş parçaların da yığınlar halinde tüketilmesi

demektir. Bu da, bütün değer akışı boyunca süpermarketleri ihtiyaç duyulan üretim içi stokları ile doldurur. Ve son montaj çizelgesindeki dalgalanma, akışın başına doğru hareket ettikçe şiddetini artıracığı için, stoklar baş tarafa doğru daha da artacaktır.

Ürün ailesini seviyelendirme, farklı ürünlerin bir zaman diliminde düzgün dağıtılması anlamına gelir. Örneğin sabah sadece “A” tipi ürünlerin ve öğleden sonra “B” tipi ürünlerin montajını yapmak yerine, seviyelendirme ile “A” ve “B”yi küçük partiler halinde dönüşümlü olarak üretmek demektir.

Pacemaker proste ne kadar çok ürün karmaşı seviyelendirilirse, o kadar çok farklı müşteri isteklerine, daha az bitmiş ürün stoğu tutarak ve daha kısa akış süresi ile cevap verilebilir. Bu aynı zamanda, pacemaker prostesten önceki süpermarketlerin daha küçük olmasını sağlar. Ancak seviyelendirme montajda bazı olumsuzlukların ortaya çıkmasına da neden olabilir. Örneğin daha fazla model değişimi yapmak ve her zaman montaj hattında bütün parça çeşitlerinden tutmaya çalışmak gibi. Ancak bunun sonucunda elde edilecek ödül, değer akışında büyük miktarda israfın ortadan kalkmasıdır (Rother ve Shook,1999).

Seviyelendirme sembolü (Şekil 4.16) bilgi akış okunun içine yerleştirilir.



Şekil 4.16 Yük seviyelendirme ikonu (Rother and Shook,1999)

4.6.8 Üretim Hacminin Seviyelendirilmesi

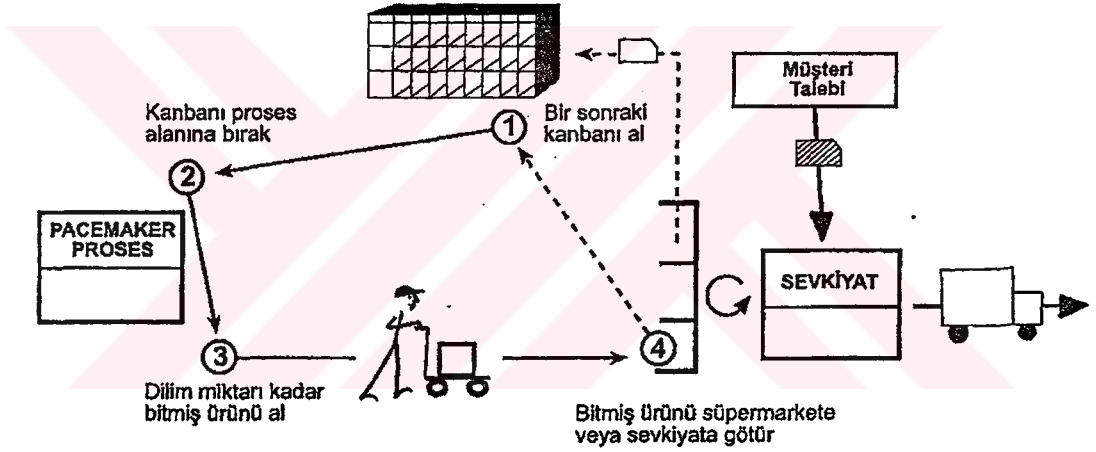
Bir çok işleme atölyeler arası proseslerine büyük partiler halinde iş gönderir. Bu durum çeşitli problemlere neden olur:

- Değer akışının reaksiyon gösterdiği takt zamanı ve çekme kavramları yoktur,
- Yapılan iş hacmi zaman içinde artış ve azalışlar gösterir. Bu da makina, işgücü ve süpermarketlerden oluşan aşırı yüklenmeye neden olur.
- Mevcut üretim durumunu takip etmek zorlaşır,
- Değer akışındaki her proses, atölyede büyük miktarda iş gönderildiği için siparişleri kaydırabilir. Bu durum akış süresini uzatır ve daha hızlı çalışma ihtiyacını artırır.
- Müşteri isteklerindeki değişikliklere yanıt vermek zorlaşır. Bu durum mevcut durum haritalarındaki karmaşık bilgi akışlarında görülebilir.

Tutarlı ve seviyeli üretim temposu sağlanması, doğası gereği problemleri gösteren ve hızlı bir şekilde düzeltici önlem almaya imkan veren öngörülebilir bir üretim akışı yaratır. Başlamak için iyi bir nokta, pacemaker prosese düzenli olarak küçük, tutarlı miktarda üretim emri göndermek ve eş zamanlı olarak eşit miktarda bitmiş ürün çekmektir. Bu uygulama “Tempolu Çekiş” olarak adlandırılır. Burada küçük ve tutarlı miktarla kastedilen, daha önce hesaplanan “Dilim”dir.

Küçük ve tutarlı miktarda işi tempolu çekmenin yollarından biri, hem ürün karmaşasını, hem de üretim hacmini seviyelendirmeye yarayan Heijunka kutusudur.

Bu sistemde kanban sadece üretilcek olan miktarı değil, aynı zamanda o miktarı üretmek için kullanılacak zamanı da gösterir. Kanban kartları ürün tipine göre istenen sırayla heijunka kutusuna yerleştirilir. Daha sonra, malzeme taşıyıcı bu kanbanları alır ve onları pacemaker prosese, her dilim aralığında bir tane olacak şekilde getirir (Rother ve Shook,1999).



Şekil 4.17 Tempolu çekiş örneği (Rother and Shook,1999)

4.6.9 Tempoyu Belirleyen Prosesten Önceki Her Proseste “Her Parça Her Gün” Üretim Yeteneğinin Geliştirilmesi

Akış üzerinde pacemaker prosesten önce bulunan üretim prosesleri model değişim sürelerini azaltarak ve daha küçük partiler halinde çalışarak, daha sonraki proseslerin ihtiyaçlarında meydana gelebilecek değişimlere daha hızlı cevap verebilecektir. Ayrıca kendi süpermarketlerinde daha az stok tutmak isteyecektir.

Genel olarak değer akış haritası üzerindeki bilgi kutusuna ya parti büyüklüğü ya da “EPE” yazılır. EPE, “Every Part Every”nin kısaltmasıdır ve sonunda hafta, gün, vardiya, saat, dilim veya takt gibi bir zaman dilimi ilave edilir. Bu terim, bütün parça çeşitlerinden üretmek için prosesin hangi sıklıkta model değişimi yapacağını tanımlar (Rother ve Shook,1999).

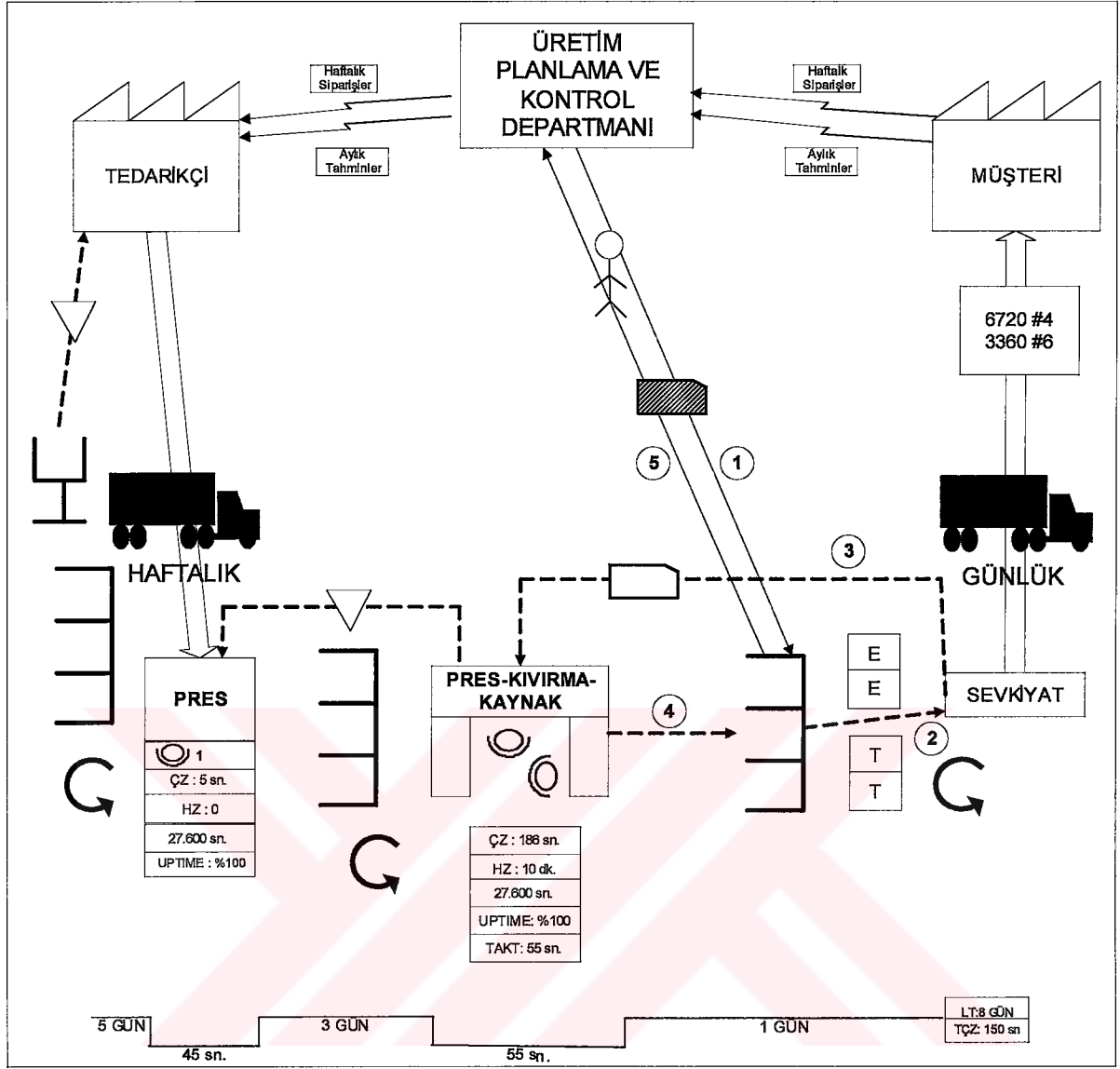
Tempoyu belirleyen proses için her parça her göstergesi, Her-parça-her-sevkiyat aralığında veya her-parça-her-gün göstergelerinden daha küçük olmalıdır (Rother ve Haris,2001).

Üretim proseslerinde başlangıç parti büyüklüğünü belirlemenin bir yöntemi, gün içinde model değişimi yapmak için size ayrılan zamanı göz önüne almaktır. Örneğin günde 16 saat varsa ve günlük talebi üretmek 14,5 saat sürüyorsa, model değişimleri için geriye 1,5 saat kalır. Eğer mevcut model değiştirme süresi 15 dk. İse günde 6 sefer model dönüşümü yapılabilir. Genel olarak günlük kullanılabilen sürenin yaklaşık olarak %10'unu model değişimleri için kullanmak hedeflenir. Daha küçükpartiler halinde daha sık çalışmak için, model değiştirme süresini azaltmak veya makina kullanımını artırmak gerekir (Rother ve Shook,1999).

4.6.10 Malzeme Taşıyıcısının Rotasının Belirlenmesi ve Tüm Malzeme ve Bilgi Akışının Haritalandırılması

Malzeme taşıyıcı, dilim peryodunda belirli bir rotada kanban kartlarının, malzemelerin ve gerekli olduğunda aletlerin toplanıp teslim edilmesi ile görevlidir. “Malzeme Taşıyıcısı”, tüm proses boyunca üretimin dilime uygun olarak yapılmasını sağlar (Tapping et al,2002).

Örneğin bir malzeme taşıyıcısının tipik rotası, son olarak bitmiş ürünü bıraktığı sevkiyat ambarında başlar.Daha sonra heijunka kutusuna gider ve bir kanban kartı alır, bu kanbanı ilgili hücreye götürür, hücrenin üretmiş olduğu, daha önce götürmüş olduğu çizelgede belirtilen ürünleri hücreden alır ve yeniden sevkiyat ambarına götürür (Duggan,2002).



Şekil 4.18 Bilgi akışının ve malzeme taşıyıcısının rotasının değer akış haritasında gösterilmesi (Tapping,2002).

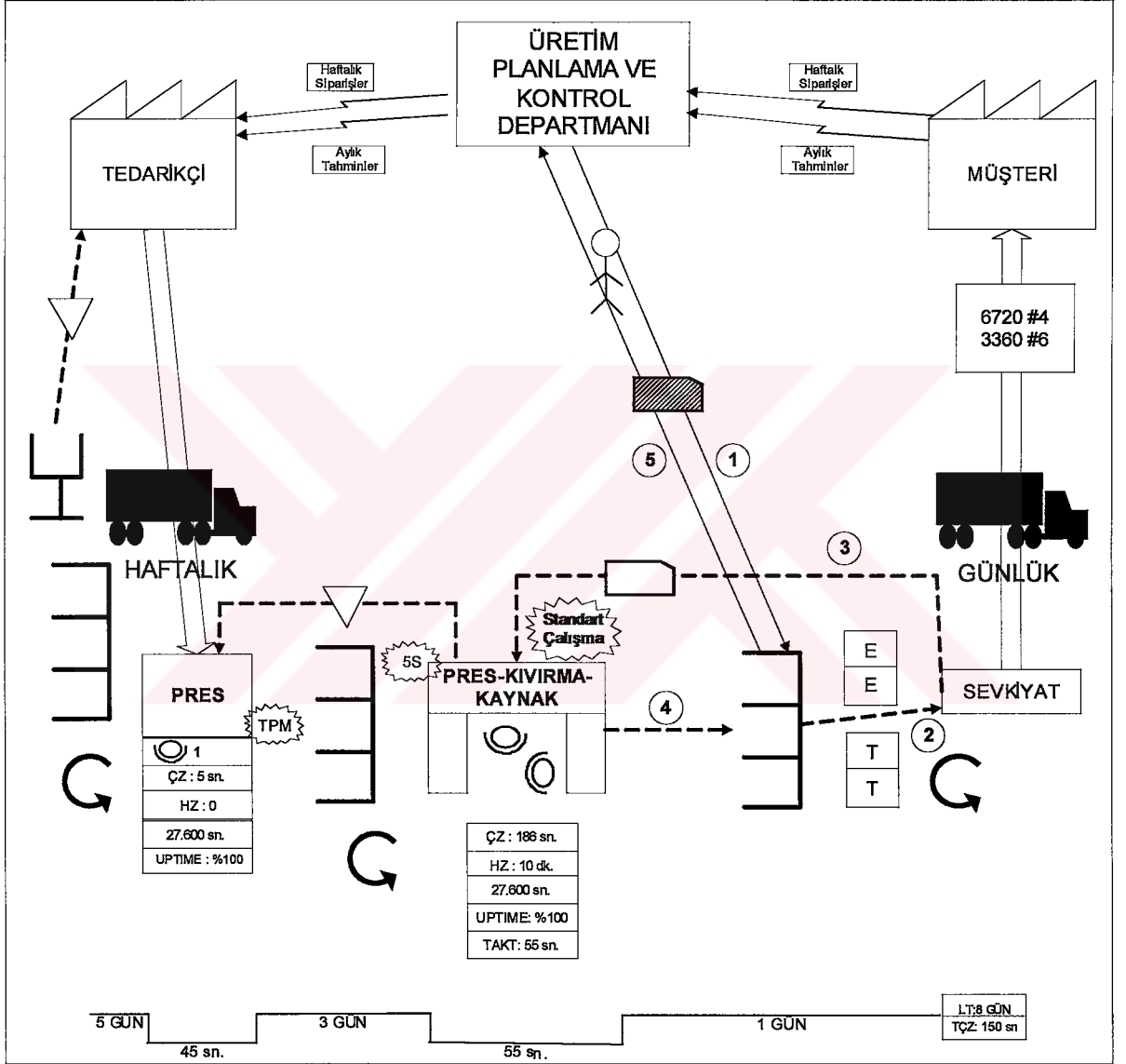
4.6.11 Kullanılacak Diğer İyileştirme Yöntemlerinin Belirlenmesi

Bundan sonra gelecekteki amaçlara ulaşmak için hangi iyileştirme yöntemlerinin kullanılacağı belirlenmelidir. Bunlar;

- 5S
- Görsel Kontroller
- TPM
- Otonom Bakım
- Standart Çalışma Yöntemlerinin Belirlenmesi

gibi yöntemlerdir. Kullanılacak olan iyileştirme yöntemleri belirlendikten sonra, kullanılacakları yerler gelecek durum haritası üzerinde kaizen balonları ile gösterilmelidir.

Tüm bunlar belirlenerek gelecek durum haritasındaki proses dizaynı tamamlandığında, bu proseslerin altına tıpkı mevcut durum haritasında olduğu gibi bir zaman ekseni ve bunun sonuna da toplam temin zamanı gibi verileri gösterecek bir istatistik kutusu konularak gelecek durum haritasının çizimi tamamlanır.



Şekil 4.19 Kullanılacak diğer iyileştirme yöntemlerinin değer akış haritasında gösterilmesi (Tapping et al,2002).

4.7 Kaizen Planlarının Oluşturulması

Gelecek durum haritası oluşturulduktan sonra sıra değer akışını iyileştirme yönündeki çabalara yol gösterecek detaylı planların hazırlanmasına gelir. Sağlam bir plan olmaksızın

yalın dönüşüm zayıf kalacaktır.

Planlama aşamasında, tekrarlayan toplantılar düzenlenmeli ve bu toplantılarda, değer akış yöneticisi ile birlikte tüm tarafların hazır bulunması sağlanarak, planın uygulanmasındaki kilometre taşları belirlenmelidir (Tapping et al,2002).

Çoğu kez gelecek durum haritasındaki tüm unsurları aynı anda uygulamak imkansızdır. Bu nedenle, uygulama yönetilebilir adımlara bölünmelidir. Bunu yapmak için değer akış çevrimlerini düşünmek faydalı olabilir. Gelecek durum haritası aşağıdaki gibi çevrimlere ayrılmalıdır:

- **Pacemaker Çevrimi:** Pacemaker çevrimi, müşteri ve pacemaker prosesi arasındaki malzeme ve bilgi akışını içerir. Bu çevrim, akış üzerinde en sonda bulunur ve bu çevrimin nasıl yönetileceği, değer akışında daha önce yeralan bütün prosesleri etkiler.
- **Diğer Çevrimler:** Pacemaker çevriminden önce, her çekiş arasında malzeme ve bilgi akış çevrimleri vardır. Yani, değer akışındaki her çekme sistemli süpermarket, başka bir çevrimin sonuna karşılık gelir.

Değer akışını oluşturan akış bölümlerini görmeye yardımcı olması için bu çevrimler gelecek durum haritası üzerinde daire içine alınabilir. Bu çevrimler, gelecek durum uygulama çalışmasını yönetilebilir parçalara bölmenin en iyi yoludur.

Başlangıç noktası belirlenmek için, çevrimler şu konular kapsamında incelenebilir:

- Çalışanlar tarafından prosesin çok iyi anlaşıldığı yer,
- Başarı olasılığın en yüksek olduğu yer,
- Büyük, sıçramalı iyileştirmelerin olacağının tahmin edildiği yer.

Etkili bir strateji, uygulamaya pacemaker çevrimden başlamak ve gerekli oldukça diğer proseslere geçmektir. Pacemaker çevrim, son müşteriye en yakın olarak “iç müşteri” gibi davranır ve daha önceki çevrimlerdeki talebi kontrol eder. Pacemaker’daki akış yalın ve tutarlı oldukça, dikkat edilmesi gereken diğer problemleri açığa çıkarır. Bununla birlikte “Yukarıya Doğru Hareket Etme” stratejisi, gelecek durum amaçlarının birden fazla çevrimde eşzamanlı olarak uygulanmasına engel olmaz. Örneğin, pacemaker çevriminde sürekli akış ve seviyelendirme ile ilgili çalışmalar yapılırken, pres çevriminde parti büyüklüğünü azaltma ve çekme sistemini kurma çalışmaları başlatılabilir.

Spesifik olarak bir çevrim içindeki iyileştirmeler şu sırayı izler:

- Takt zamanına göre çalışan sürekli akışın geliştirilmesi,

- Üretimi kontrol etmek için çekme sisteminin kurulması,
- Üretimin seviyelendirilmesi,
- Sürekli olarak israfları ortadan kaldırmak, parti büyüklüğünü azlatmak, süpermarketleri küçültmek ve sürekli akışın alanını genişletmek için kaizen çalışmalarının yapılması.

Uygulamaya sürekli akışla başlanmasının nedeni, sürekli akışın israfı ortadan kaldırılması ve akış süresini kısaltarak en büyük iyileştirme fırsatını vermesidir. Minimum israflı sürekli akış, aşırı üretimin ortadan kaldırılması demektir. Fazla üretimin ortadan kaldırılması da, üretimin takt zamanına göre tutarlı ve tahmin edilebilir olması için iş elemanlarının standart hale getirilmesi anlamına gelir. Daha sonra akışa üretim emri vermek için bir araç olarak “çekme”ye ihtiyaç olacaktır. Pacemaker çevriminde çekme tüm üretim sıralamasının müşteriye göre yapılmasının başlangıcıdır. Son olarak, birden fazla ürün üretiliyorsa yalın bir akışa sahip olmak için seviyelendirmeye ihtiyaç vardır; çünkü seviyelendirme olmaksızın farklı ürünlerin partiler halinde üretimine devam edilecektir. Yalnız bir çeşit ürüne sahip olunması durumundaysa üretim hacminin seviyelendirilmesi gerekir.

Değer akışının gelecek durum haritasındaki gibi akması için bazı proses iyileştirmelerinin yapılması gerekir. Örneğin, sürekli akış, çekme ve seviyelendirmenin başarıyla uygulanması, farklı seviyelerde hazırlık çalışmasını gerektirir. Örneğin, büyük oranda seviyelendirmeyi sağlamadan önce, hızlı model değiştirme yeteneği kazanılmalıdır. Ya da montaj hücrelerinin takt zamanı içinde etkin çalışmasını beklemeden önce makina güvenilirliğinin artırılması gerekir.

Proses iyileştirmeleri ve sürekli akış, çekme ve seviyelendirme iyileştirmeleri bazı noktalarda birlikte yürütülmelidir. Yine de şüpheli durumlarda akış iyileştirmeleri yaparak başlanmalı, daha sonra akış iyileştirmelerinin proses iyileştirmelerini başlatmasına izin verilmelidir. Aksi takdirde yüksek proses yeterliliğine sahip olmak için sonsuza dek çabalanıp durulabilir. Proses iyileştirmelerinde takılıp kalınmamalıdır.

Gelecek durum haritası vizyonunun hangi elemanlarını uygulamak istenildiği ile ilgili temel bir sıralama oluşturulduğunda, değer akış yöneticisi onları yıllık değer akış planları üzerine yazmalıdır. Bu plan şu konuları kapsar:

- Tam olarak adım adım, neyin, ne zaman yapılmasının planlandığı,
- Ölçülebilir hedefler,

- Gerçek termin süreleri ve gözden geçirecek kişilerin isimleri ile kontrol noktaları (Rother ve Shook,1999).

4.8 Kaizen Planlarının Uygulanması

Bir önceki adımda yapılan tüm planlar ve hazırlıklar bu aşamada uygulamaya geçirilmelidir. Yıllık değer akış planı, performansı gözden geçirmekte kritik bir yöntem olarak üç aylık veya aylık üretim performanslarını değerlendirmek için de kullanılabilir.

Gözden geçirmeden hemen önce, değer akış yöneticisi her uygulama hedefini değerlendirmeli ve mevcut durumu “Tam Hedefte”, “Çok Az Gerisinde” veya “Başarısız” şeklinde ifade etmelidir.

Etkili bir gözden geçirmede kritik nokta, “olağanüst/istisnai durumları yönetmek”tir. Yani gözen geçirme sırasında öncelikle neyin başarılmış olduğuna odaklanılmamalıdır. Bunun yerine öncelikle başarısız olunan konulara ve eğer yeterli toplantı süresi kalırsa hedefin çok az arkasında kalınan noktalara odaklanılmalıdır. Planın gerisinde kalınan her bir noktayla ilgili olarak yönetici değer akış yöneticisine hedefe ulaşmak için neye ihtiyacı olduğunu sormalı, bundan sonra da gerekli olan desteği sağlamalıdır.

Değişim birçok insan için zordur. Fakat insanlar olan bitenin ne olduğu konusunda ne kadar fazla bilgi sahibi olurlarsa, değişimden kaynaklanan kaygılar o denli azalacaktır. Değişim için ilerlendikçe ortaya çıkacak kaygılarla baş etmeyi kolaylaştıracak bazı tavsiyeler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- **İletişim Tesis Edilmelidir:** Bir Kaizen çalışması yürütülmekte olan yer ile onun tedarikçi ve müşteri prosesinde çalışanlar ne olup bittiğini ve neden bu çalışmanın yapıldığını bilmelidir. Ekip lideri tarafından vardiya başlangıcında işçiye verilecek bir bilgi, insanların kendilerinden bir şey saklanmadığından emin olmaları için yeterli olabilir.
- **Olumsuz Davranışları Başlangıç Aşamasında Belirlenmelidir:** Eğer gerçekleştirilmekte olan uygulamalara katılım göstermeyen ya da olumsuz davranışlar gösteren biri olursa, bu kişiyle özel olarak konuşulmalıdır. Kaygılarını dinlenip, giderilmeye çalışılmalıdır. Değişimin işletmeyi nasıl daha güçlü kılacağı, bunun herkes için nasıl faydalı olacağı anlatılmalı ve eğer mümkünse, değer akımını iyileştirmekle kimsenin işini kaybetmeyeceğini belirtilmelidir.
- **Problemlerin Prosesi Durdurmasına İzin Verilmemelidir:** Bazen öngörülmemiş bir problem kaizen çalışmalarının tamamlanamamasına neden olabilir. Bu durumda

problem belirlenerek, kaizen çalışması problem ortadan kaldırıldığında bitirilmek üzere yeniden programlanmalı; erteleme bir başarısızlık olarak görülmemelidir.

- **Her Kaizen Çalışması Bir Deney Olarak Görülmelidir:** Kaizen çalışması sırasında her zaman hata yapılacaktır. Bu hatalardan korkmayıp, onlardan bir şeyler öğrenilmeye çalışılmalıdır. Örneğin, bir üretim hücresi oluşturulmaya karar verilerek, bunun gerçekleştirilmesi için gerekli olan sürenin olduğundan daha az tahmin edilip, yeterli emniyet stoğunun bulundurulmaması durumunda müşterinin üretim hattının durmaması için fazla mesai yapıp daha fazla çalışmak gerekecektir. Ancak bu deneyden öğrenilen ile, bir sonraki sefere hücre oluşturma işleminin haftasonu yapılması gibi bir seçenek sözkonusu olabilir.
- **İnsanların Çabalarını Fark Edip Ödüllendirilmeli; Dürüst ve Samimi Olunmalıdır.**
- **Fabrikada Hazır Bulunulmalıdır:** Değer akış yöneticisi ve üst yöneticiler düzenli olarak fabrikaya giderek insanları desteklemeli ve iyileştirme yönündeki çabaları ödüllendirmek için neler yapılabileceğini araştırmalıdır.
- **Esnek Olunmalıdır:** Beklenmeyen olaylar mutlaka gerçekleşecektir, ancak odaklanma ve adanmışlıkla birleşen esneklik hepsinin üstesinden gelecektir (Tapping et al,2002).

5.UYGULAMA

Bu bölümde, daha önceki bölümlerde ele alınan değer akış yönetimi, Ford Otosan A.Ş. ve Uzel Makine A.Ş. bünyesinde yapılan çalışmalarla örneklendirilmiştir.

5.1 Ford Otosan A.Ş.'de Değer Akış Yönetimi Uygulaması

İlk olarak, Ford Otosan A.Ş.'nin Kocaeli Fabrikasında “Ön Kros Toplama” prosesi için gerçekleştirilmiş olan değer akış yönetimi çalışmasından bahsedilmiştir.

5.1.1 Ford Otosan A.Ş.'nin Tanıtımı

Türkiye Otomotiv sektörünün öncü kuruluşlarından olan Ford Otosan, 1959 yılında Otosan A.Ş. olarak kurulmuş ve sektörde faaliyet göstermeye başlamıştır. 1998 yılında Ford Motor Company ile imzalanan ortak anlaşması sonrasında şirketin ismi Ford Otomotiv Sanayi A. Ş. yani Ford Otosan olarak değiştirilmiştir.

Şirketin kayıtlı sermayesi 300 Milyon YTL ve çıkarılmış sermayesi 292.4 Milyon YTL'dir. Koç Holding ve Ford Motor Company 119.9 Milyon YTL tutarındaki sermaye payları ve %41,04 hisseleriyle Ford Otomotiv Sanayii A.Ş nin ana ortaklarıdır.

Ford Otosan'ın Türkiye'de 3 tesisi bulunmaktadır ve bu tesislerde 2004 yılı Aralık ayı itibarıyla 6.460'ü işçi, 1265'i memur olmak üzere toplam 7.725 kişi görev almaktadır. 1998 yılında 750 Milyon € yatırımla inşasına başlanan ve 2001 yılında devreye alınan Kocaeli fabrikasında orta ticari araç Transit ve hafif ticari araç Transit Connect üretimi yapılmaktadır. Eskişehir İnönü fabrikasında Cargo kamyon, motor ve aktarma organları üretimi yapılırken, İstanbul Kartal'da ise Türkiye'nin en büyük yedek parça dağıtım merkezi olan Servis ve Yedek Parça bölümü bulunmaktadır.

Kocaeli Fabrikası, 1997 yılında ortaklık eşitlenmesinden sonra Ford Avrupa'nın ekonomik bulmadığı için askıya aldığı bir projenin Türkiye'nin üretim kabiliyeti ve ekonomik koşulları nedeniyle Türkiye'ye aktarılmasıyla ortaya çıktı. Bu projenin gerçekleştirilebilmesi için 150.000 adetlik bir kapasiteye ihtiyaç vardı ve Otosan'ın o dönemde üretimini gerçekleştirdiği İstanbul fabrikası bunun için uygun değildi. Bunun üzerinde yeni bir yer arayışına başlandı ve sonunda Gölcük'te deniz yoluna açık bir arsa üzerinde fabrikanın kurulmasına karar verildi.

Nisan 2001 tarihinde yapılan törenle Ford Otosan Kocaeli Fabrikası üretime başladı. İlk üretim Yeni Transit ile başlanmış, açılıştan 1,5 yıl kadar sonra ise fabrikanın asıl ürünü olan Transit Connect, 17 Haziran 2002 tarihinde üretim hattından inmiştir.

1,6 milyon metrekaarelik açık alan üzerinde inşa edilen; pres atölyesi, karoser, boya, montaj

işlemlerinin yapıldığı üniteleri ve yan sanayi şirketleri parkının yer aldığı fabrika, araç ihracatında kullanılacak bir rıhtıma da sahiptir. Ulaşılan bu seviye ile Ford Otosan Kocaeli Fabrikası, Avrupa Ford Fabrikaları arasında oditörler tarafından 2002 yılında "Best Plant In The World" olarak adlandırılarak en iyi notu elde etmiş ve birinci olmuştur.

Kocaeli tesislerine, yine 2002 yılında alınan 200 Milyon € ek yatırım kararı ile Ford Avrupa'nın Belçika Genk fabrikasındaki Transit üretiminin kaydırılmasına karar verildi. Bu yatırım kapsamında Kocaeli fabrikasının yıllık üretim kapasitesi 140,000 adetten 200,000 adede yükselmiştir. Bu proje dahilinde yüksek adette Transit üretimine ise 2004 Mart ayında başlanmıştır.

Ford Otosan Türkiye'de Ka'dan Cargo'ya kadar geniş ürün yelpazesi ile otomotiv sektörünün tüm ana segmentlerinde yer almaktadır. Ayrıca Türkiye çapında 66 3S (satış, servis ve yedek parça) ve 46 2S (servis ve yedek parça) bayisi ile tüketicilere hizmet vermektedir.

2004 yılında toplam üretimini 2003 yılına göre %80 artıran Ford Otosan, 2004 yılında 206.741 araç üretmiş ve bu üretimin 139,111 adedini ihraç etmiştir. İç pazar ve ihracat dahil olmak üzere toplam 255,204 araç satışı gerçekleştirmiştir.

Ford Otosan 2005 yılında Transit Connect, Transit ve Cargo kamyon olmak üzere toplam 226,000 adetlik bir üretim hedefliyor. Bu üretimin yaklaşık 149,000 adedinin ihraç edilmesi planlanmaktadır.

Ford Otosan'ın vizyonu, otomotiv ürün ve hizmetlerinde Türkiye'nin lider tüketici odaklı şirketi olmak; Misyonu ise, müşteri ihtiyaç ve beklentilerine en uygun otomotiv ürün ve hizmetlerini sunarak Türkiye otomotiv pazarının lideri olmak. Ford Avrupa'nın ticari araç üretim ve geliştirme merkezi olmaktır [3].

5.1.2 Ön Kros Toplama Hücresinde Mevcut Durumun Haritalandırılması

Değer akış yönetimi çalışmasının yapıldığı kısım, Transit Connnect modeli araçların monte edildiği V227 montaj hattına paralel olarak aracın motorunun toplandığı hattaki "Ön Kros Toplama Hücresi"dir. Bu hücrede "Ön Köşe Modülü"adı verilen komple parça toplanmakta ve aracın motoruna monte edilmektedir.

Bu hücrede alt montajı gerçekleştirilen parçalar şunlardır (Resim 5.1):

- Akson
- Porya,
- Fren Diski,

- Kaliper,
- Sağ ve Sol Şaftlar,
- Amortisör,
- Fren Borusu,
- ABS Sensörü.



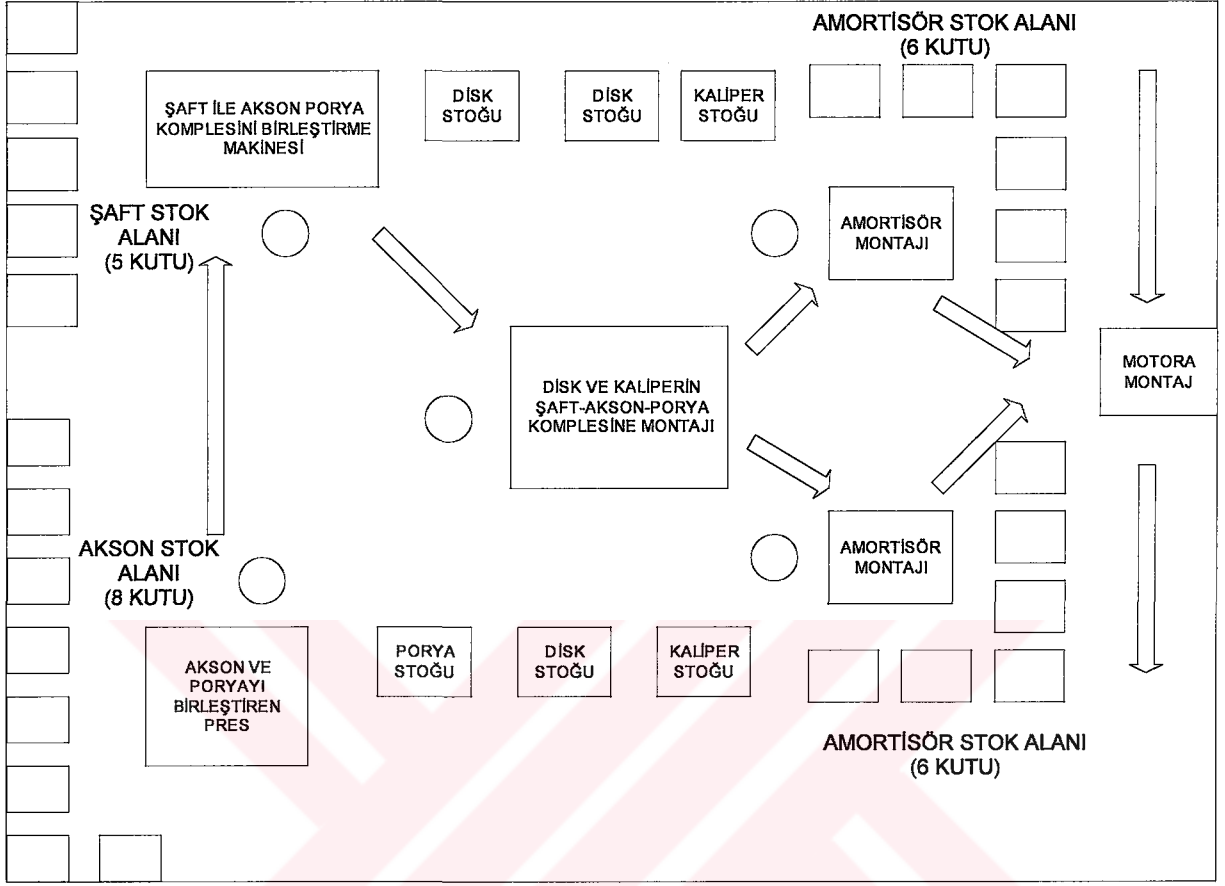
Resim 5.1 Ön Kros Modülü

Mevcut durumda ön kros toplama hücresinde bu parçaların montajı Çizelge 5.1’de görüldüğü gibi gerçekleştirilmektedir:

Çizelge 5.1 Ön kros toplanması iş akışı

İşlem No	İşlem
1	Akson ve poryanın birleştirilmesi.
2	Şaft ile akson-porya kompleksinin birleştirilmesi.
3	Şaft-akson-porya kompleksine fren diskinin montajı.
4	Kaliperin montajı.
5	Fren borusunun montajı.
6	ABS sensörünün montajı (Opsiyonel)
7	Amortisörün montajı.
8	Ön kros takımının motora montajı.

Bu hücrenin mevcut durumdaki yerleşimi Şekil 5.1’te görüldüğü gibiydi.



Şekil 5.1 Ön Kros Toplama Hücresi Mevcut Durum Yerleşimi

Mevcut duruma ilişkin veriler şu şekildedir:

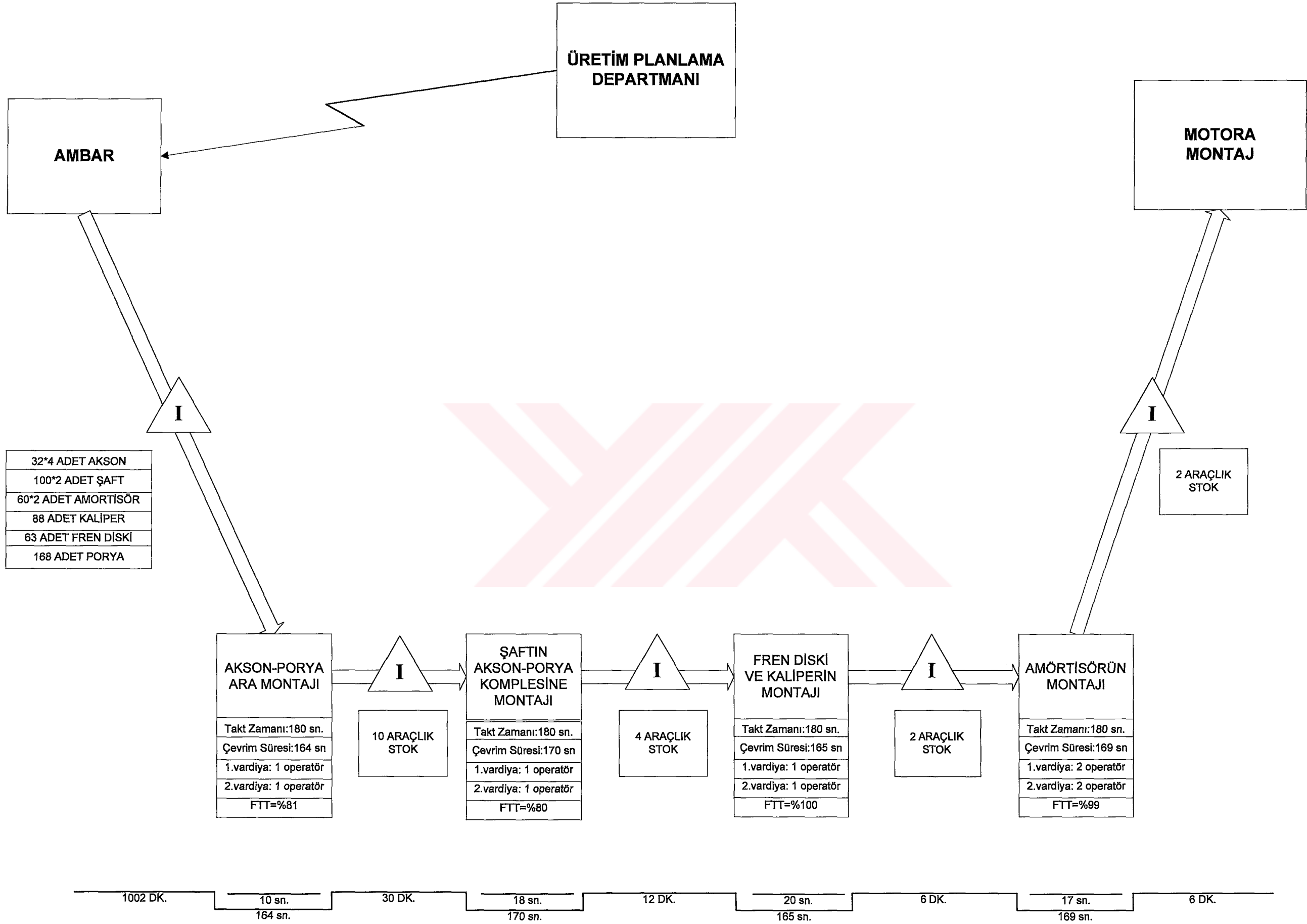
- Her işlemin yanında toplanacak parçaların tüm çeşitlerinden bulundurulmaktadır. Bu ise hat yanı stoğunun çok olmasına ve dolayısıyla da toplam alan ihtiyacının artmasına neden olmaktadır. Hat yanındaki stok miktarları Çizelge 5.2’de görüldüğü gibidir:

Çizelge 5.2 Ön kros toplama hücresi mevcut durum hat yanı stoğu.

PARÇA	KUTUDAKİ ADET	KUTU ADEDİ	TOPLAM HAT YANI STOĞU
AKSON	32	8	256
ŞAFT	50	5	250
AMORTİSÖR	30	12	360
KALİPER	88	1	88
FREN DİSKİ	63	3	189
PORYA	168	1	168

- Bu parçalardan akson, şaft ve amortisör belli aralıklarla hat yanına ikmal edilmekte; kaliper, fren diski ve porya ise hat yanındaki stok belli bir minimuma düştüğünde operatörün malzeme istek butonuna basarak ambar görevlilerini uyarması suretiyle tedarik edilmektedir.
- Akson-porya ara montajı ile şaftın akson-poryaya montajı arasında 10 araçlık,
- Şaftın Akson-poryaya montajı ile fren disk ve kaliper montajı arasında 4 araçlık,
- Fren disk ve kaliper montajı ile amortisör montajı arasında 2 araçlık ve
- Amortisörün montajı ile ön köşe modülünün motora montajı arasında 2 araçlık stok bulunmaktadır.
- Prosesin takt zamanı 180 sn.dir.
- Ön kros toplama hücresinde iki vardiya halinde çalışılmakta ve her vardiyada 5'er operatör çalışmaktadır.
- Toplam üretim alanı 100 m²'dir.

Bu verilere göre Ön kros toplama hücresinin mevcut durum değer akış haritası Şekil 5.2'deki gibidir.



Şekil 5.2 Ön kros toplama hücresi mevcut durum değer akış haritası.

TOPLAM TEMİN ZAMANI : 17 SAAT 47 DK. 8 SN.
TOPLAM İŞLEM ZAMANI : 11 DK. 8 SN.
TOPLAM KATMA DEĞERLİ ZAMAN : 1 DK. 27 SN.

5.1.3 İlk Gelecek Durum Haritasının Oluşturulması

Mevcut durum haritası ile durum analiz edildikten sonra, prosesin daha yalın hale getirilmesi için aşağıda sıralanan değişiklikler yapılmıştır:

- Ön kros hücresinde daha önce proses tipi yerleşim bulunurken, U tipi yerleşime geçilmiş, böylece yürüme ve taşıma minimum seviyelere indirilmiştir.
- Fren diski ve kaliper montajı ile amortisör montajı eski durumda ayrı yerlerde yapılmakta iken, bu iki işlem birleştirilmiş ve hareketli bir konveyör tasarlanarak, tek parça akışı sağlanmıştır. Bu konveyör sayesinde fren diski ve kaliper montajı ile amortisör montajı arasındaki 2 araçlık stok ortadan kaldırılmıştır. Ayrıca bu işlemleri eskiden üç operatör gerçekleştirmekte iken, bu iki operatöre indirilmiştir. (Resim 5.2).



Resim 5.2 Tek parça akışını sağlayan konveyör

- Mevcut durumda hat yanında çok miktarda stok bulunmaktaydı. Aksanlar 32 adet*8 çeşit olmak üzere toplam 256 adet aksan; 50'lik kutularda olmak üzere 5 çeşit toplam 250 adet şaft ve 30'lu kutularda 12 kutu, toplam 360 adet amortisör hat kenarına sevk ediliyordu.



Resim 5.3 Mevcut Durumda Hat Yanındaki Malzeme Stokları

Geliştirilen sıralı malzeme ikmal sistemi ile hat kenarı stok miktarı önemli miktarda azaltılmıştır. Malzemeler, hatta üretilcek aracın özelliklerine göre ambarda sıralanmakta ve hat kenarına gönderilmektedir. Böylece hat kenarında tutulan stok miktarı Çizelge 5.3'te görüldüğü düzeye indirilmiştir.

Çizelge 5.3 Ön kros toplama hücresi gelecek durum hat yanı stok miktarı.

PARÇA	KUTUDAKİ ADET	KUTU ADEDİ	TOPLAM HAT YANI STOĞU
AKSON	12	2	24
ŞAFT	18	2	36
AMORTİSÖR	8	4	32
KALİPER	88	1	88
FREN DİSKİ	63	3	189
PORYA	168	1	168



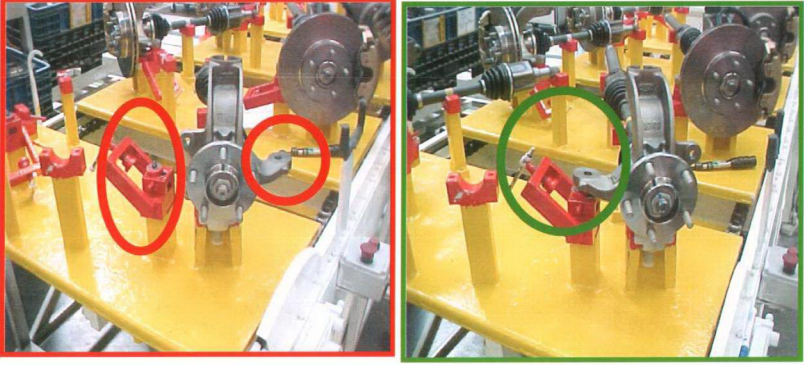
Resim 5.4 Sıralı Malzeme İkmalinden Sonra Hat Yanı Malzeme Stoğu

- Fren diskinin montajı esnasında kaliper tabancası ile sıkım yapılırken,yüksek tork değerinden dolayı tabanca operatörü zorlamaktaydı. Bu da operatörün çabuk yorulmasına ve bazen de gecikmelere neden oluyordu. Fikstürün sağ ve solunda yeralan sıkım bölgelerine dayama kolları yapılarak proses ergonomik hale getirilmiştir.



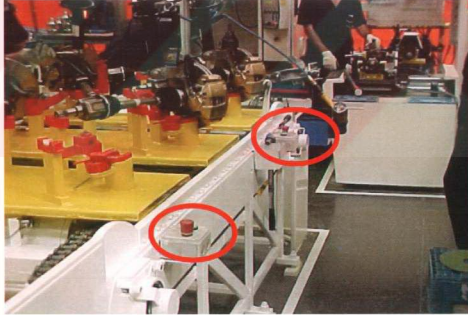
Resim 5.5 Kaliper Tabancası Dayama Kolu

- İmalat sırasında bazen sağ aksın sol şafta, ya da sol aksın sağ şafta takılabiliyordu. Bu da “ilk seferde doğru yapma oranı”(FTT) düşürüyordu. Köşe modülü toplama konveyörünün üzerinde gerçekleştirilen bir kilitleme sistemi ile meydana aksın üzerine oturtulan yanlış parçaların kilitlenmeyerek bu hatanın yapılması fiziken imkansız hale getirilmiş ve FTT oranı %100'e çıkarılmıştır.



Resim 5.6 Konveyör üzerinde poke-yoke çalışması

- Konveyör üzerinde acil müdahale gerektiği zamanlarda konveyörü durduracak herhangi bir buton yoktu. Bu da işgüvenliğini tehlikeye atabilecek durumlarda işkazası riskini artırıyordu. Konveyör üzerine konulan acil durdurma butonları ile herhangi bir iş kazası riskine karşı acil müdahale imkanı yaratılmıştır.



Resim 5.7 Acil durdurma butonları

- Mevcut durumda montajı tamamlanan ön köşe modülünün motora montajı sırasında operatör 15 kg.lık parçayı elle kaldırarak motora taşıyordu. Bu ise operatörün aşırı zorlanmasına ve çabuk yorulmasına neden oluyordu. Kurulan manipülatör ile operatörün üzerine binen yük ortadan kaldırıldı ve proses daha ergonomik hale getirilmiş oldu.



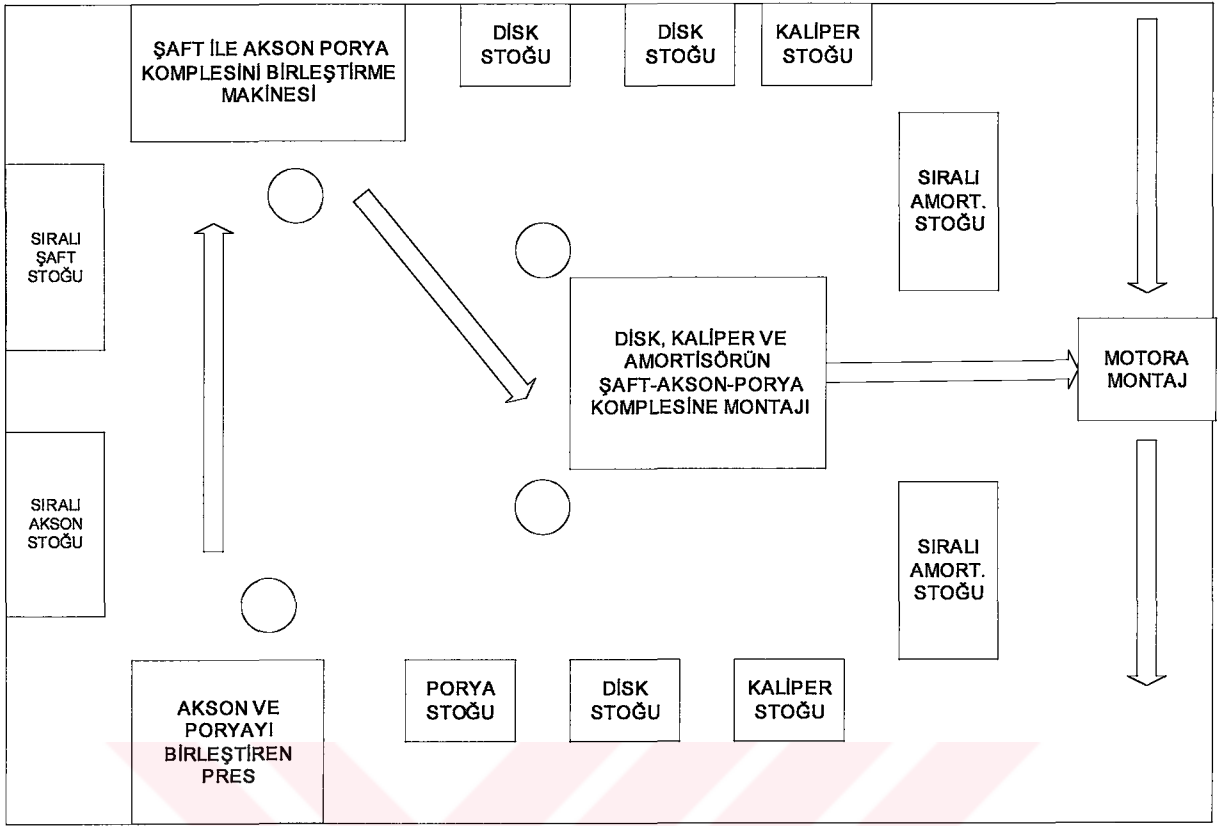
Resim 5.8 Manipülâtör sistemi ile operatöre binen yükün azaltılması

- Montajda kullanılan elektrikli sıkma makinelerinin ekranları, operatörlerin çalışma alanlarının içinde yer almaktaydı. Bu da operatörlerin rahat hareket etmelerini engelliyor ve kaza riski doğuruyordu. Bu durum basit bir pnömatik askı sistemi kurulmasıyla ortadan kaldırılmıştır. Monitörler yukarı kaldırılmış, bir buton yardımıyla, ihtiyaç olduğunda göz hizasına inmeleri sağlanmıştır.



Resim 5.9 Monitörler için pnömatik askı sisteminin kurulması

Gelecek durum için ön kros toplama hücresinin yerleşimi Şekil 5.3'teki gibidir.



Şekil 5.3 Ön Kros Toplama Hücresi Gelecek Durum Yerleşimi

İlk gelecek durumda operatörlerin yapacakları işlem sıraları Çizelge 5.4, Çizelge 5.5, Çizelge 5.6 ve Çizelge 5.7’de görüldüğü gibidir.

Çizelge 5.4 Operatör 1'in işlem sırası.

Sıra no	İşlem	Değer katan (sn.)	Değer katmayan (sn.)	Toplam (sn.)
1	Akson stok sehpasına git ve bir adet sağ akson al.	0	4	4
2	Aksonu porya çakma fikstürüne getir ve konumla.	0	8	8
3	Porya stok sehpasına git ve bir adet porya al.	0	6	6
4	Poryayı porya çakma fikstürüne getir ve aksonun üzerine çak	14	10	24
5	Çakılan akson-porya kompleksini al, şaft sıkma makinesına götür ve konumla(sağ)	0	12	12
6	Akson stok sehpasına git ve bir adet sol akson al.	0	4	4
7	Aksonu porya çakma fikstürüne getir ve konumla.	0	8	8
8	Porya stok sehpasına git ve bir adet porya al.	0	6	6
9	Poryayı porya çakma fikstürüne getir ve aksonun üzerine çak.	14	10	24
10	Çakılmış olan akson-porya kompleksini al, şaft sıkma makinesına götür ve konumla.	0	12	12
TOPLAM		28	80	108

Çizelge 5.5 Operatör 2'nin işlem sırası.

Sıra no	İşlem	Değer katan (sn.)	Değer katmayan (sn.)	Toplam (sn.)
1	Şaft stok sehpasının yanına git ve sağ şaft al.	0	4	4
2	Şaftı sıkma fikstürüne getir ve aksona konumla.	3	7	10
3	Kompleyi çekirme bölümüne konumla ve çekirmeyi şafta tuttur.	0	21	21
4	Şafta tutturulan çekirme bölümüyle şaftı çekir ve sıkma bölümüne getir.	0	14	14
5	Sıkma bölümüne getirilmiş akson-porya-şaft kompleksini sık ve boya.	8	7	15
6	Şaft-akson-porya kompleksini ara stok sehpasına getir ve konumla.	0	10	10
7	Şaft stok sehpasına git ve sol şaft al.	0	4	4
8	Şaft stok fikstürüne getir ve aksona konumla.	3	7	10
9	Kompleyi çekirme bölümüne kaydır ve çekirmeyi şafta tuttur.	0	21	21
10	Şaftı tutturduğun çekirme bölümüyle şaftı çekir ve sıkma bölümüne getir.	0	14	14
11	Sıkma bölümüne getirilmiş akson-porya-şaft kompleksini sık ve boya.	8	7	15
12	Sol akson-porya-şaft kompleksini ara stok sehpasına getir ve konumla.	0	10	10
TOPLAM		22	126	149

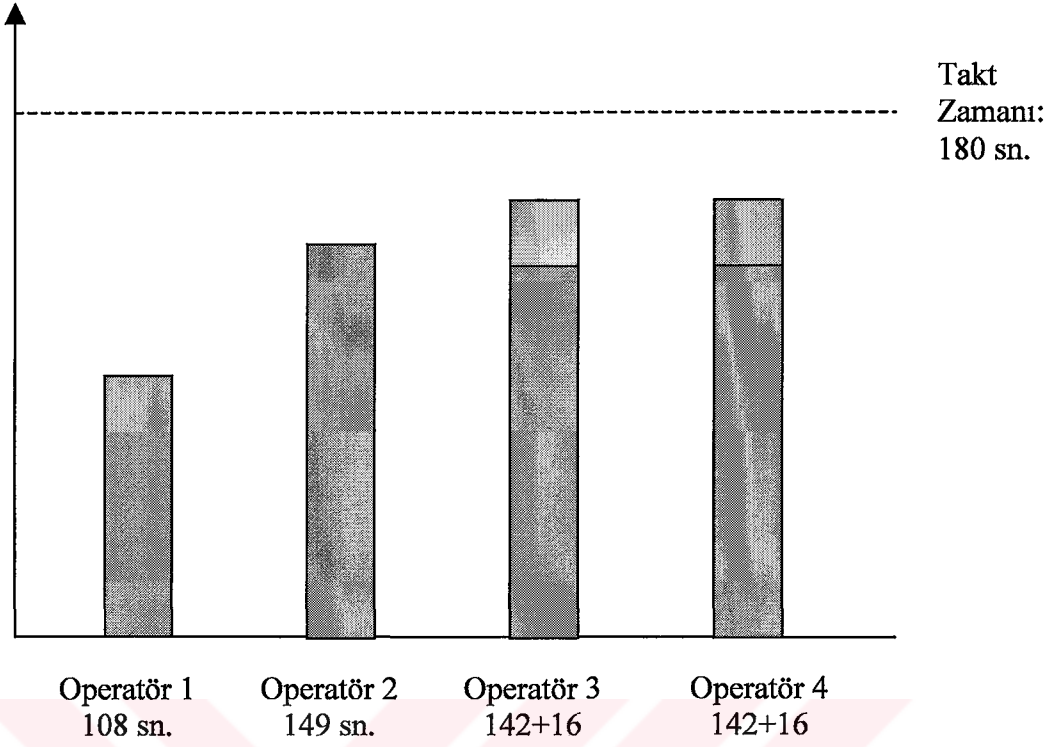
Çizelge 5.6 Operatör 3'ün işlem sırası.

Sıra No	İşlem	Değer Katan (sn.)	Değer Katmayan (sn.)	Toplam (sn.)
1	Şaft-akson-porya kompleksini ara montaj fikstürüne konumla.	0	10	10
2	Araç spek kağıdını oku.	0	3	3
3	Araç ABS'li ise Tezgah üzerindeki stok alanından 1 adet ABS sensörü al.(opsiyonel)	0	3	3
4	ABS sensörünü sağ aksondaki yerine tak ve boya.(opsiyonel)	4	7	11
5	Stoğa git ve araca uygun diski al.	0	5	5
6	Diski poryaya tak.	2	0	2
7	Stoğa git, kaliperi al.	0	3	3
8	Kaliperi diske tak ve boya.	6	17	23
9	Tezgah üzerindeki stoktan fren borusu al.	0	3	3
10	Fikstüre git ön esnek fren hortumunu kalipere tak.	10	14	24
11	Stoğa git araca uygun amortisörü al.	0	8	8
12	Amortisörü kompleye monte et ve boya.	15	23	38
13	Araç ABS'li ise ABS sensörünü amortisöre dola.(opsiyonel)	0	2	2
14	Stokta bekleyen manipülatör üzerindeki ön köşe modülünü şanzımana tak.	0	12	12
15	Toplanmış ön köşe modülünü manüpülatöre yerleştir.	0	11	11
TOPLAM		37	105+16	142+16

Çizelge 5.7 Operatör 4'ün işlem sırası.

Sıra No	İşlem	Değer Katan (sn.)	Değer Katmayan (sn.)	Toplam (sn.)
1	Şaft-akson-porya kompleksini ara montaj fikstürüne konumla.	0	10	10
2	Araç spek kağıdını oku.	0	3	3
3	Araç ABS'li ise Tezgah üzerindeki stok alanından 1 adet ABS sensörü al.(opsiyonel)	0	3	3
4	ABS sensörünü sağ aksondaki yerine tak ve boya.(opsiyonel)	4	7	11
5	Stoğa git ve araca uygun diski al.	0	5	5
6	Diski poryaya tak.	2	0	2
7	Stoğa git, kaliperi al.	0	3	3
8	Kaliperi diske tak ve boya.	6	17	23
9	Tezgah üzerindeki stoktan fren borusu al.	0	3	3
10	Fikstüre git ön esnek fren hortumunu kalipere tak.	10	14	24
11	Stoğa git araca uygun amortisörü al.	0	8	8
12	Amortisörü kompleye monte et ve boya.	15	23	38
13	Araç ABS'li ise ABS sensörünü amortisöre dola.(opsiyonel)	0	2	2
14	Stokta bekleyen manipülatör üzerindeki ön köşe modülünü şanzımana tak.	0	12	12
15	Toplanmış ön köşe modülünü manüplatöre yerleştir.	0	11	11
TOPLAM		37	105+16	142+16

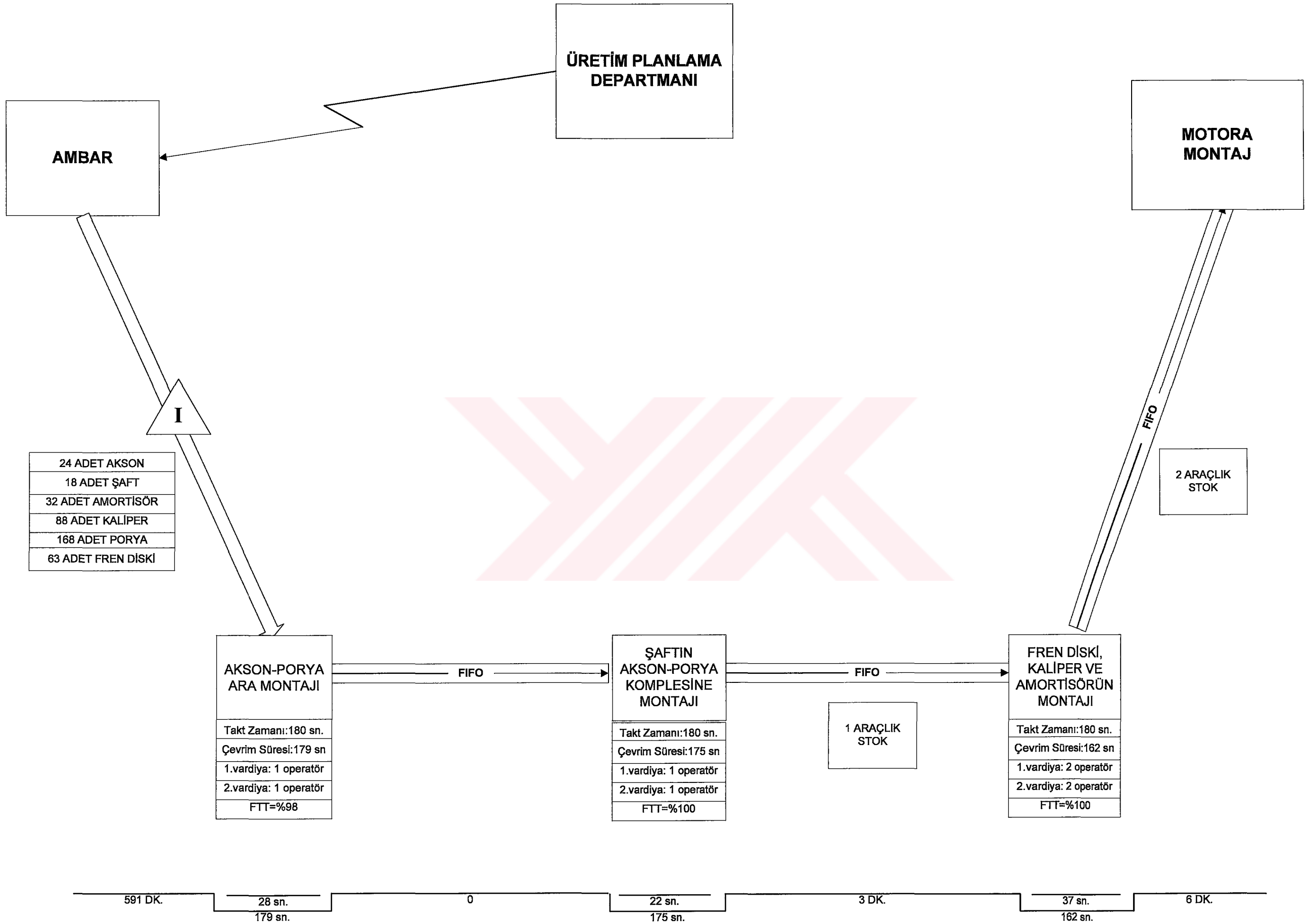
İlk gelecek durumda kullanılan 4 operatör için operatör denge diyagramı Şekil 5.4'teki gibi olur.



Şekil 5.4 İlk gelecek durum operatör denge diyagramı.

İlk gelecek durum değer akış haritası ise Şekil 5.5'te gösterildiği gibidir.

Bu çalışma ile toplam katma değerli zaman değişmeksizin, toplam temin süresi 17 saat 47 dk. 8 sn.den, 10 saat 8 dk. 36 sn.ye inmiştir. Toplam işlem süresi de, 11 dk. 8 sn.den, 8 dk. 36 sn.ye inmiştir.



Şekil 5.5 Ön kros toplama hücresi ilk gelecek durum değer akış haritası.

TOPLAM TEMİN ZAMANI : 10 SAAT 8 DK. 36 SN.
TOPLAM İŞLEM ZAMANI : 8 DK.36 SN.
TOPLAM KATMA DEĞERLİ ZAMAN : 1 DK. 27 SN.

5.1.4 İkinci Gelecek Durum Haritası

İlk gelecek durum haritasında oluşturulan proses ile ön kros toplama hücresindeki işçi sayısı beşten dörde düşürülmüş ve hat yanındaki stok miktarı azaltılarak önemli kazançlar elde edilmiştir. Montaj proses mühendisliği ile Thunderbird çalışma grubunun birlikte yaptığı bu çalışma, Ford fabrikaları arasında dünya ikincisi olmuştur.

Daha sonra yapılan gözlemlerde ilave bazı iyileştirmeler yapılabileceği sonucuna ulaşılmıştır:

- Akson-porya ile şaftı birleştiren makinada iki işlem gerçekleştirilmekteydi. Operatör şaftı makine fikstürüne bağladıktan sonra fikstür ileri doğru hareket ederek şaftı “Çektirme” kısmına konumlamakta, burada otomatik olarak “Çektirme” adı verilen işlemi gerçekleştirerek, tekrar otomatik olarak geri gelmekte ve akson-porya ile şaft birleştirilmektedir. “Çektirme” işlemi, şaftın akson-porya kompleksi ile daha rahat bir şekilde oturması için yapılmaktaydı. Çektirme için şaftın ileri kaydırılması ve burada çektilip yeniden geri getirilmesi sırasında makine otomatik çalışmasına karşın işçi makinenin başında beklemek durumunda kalmakta, bu arada 35 sn.lik bir zaman geçmekteydi.

Yapılan incelemelerde, çektilme işleminin aslında gerekli olmadığı, yalnızca tolerans dışı bazı parçalar için gerekli olabildiği, bu tür parçaların ise biraz zorlanılmasına karşın montajının çektilme işlemi olmaksızın da gerçekleştirilebildiği görüldü. Dolayısıyla “çektilme” işleminin gereksiz bir proses adımı olduğu ve elemine edilebileceği sonucuna varıldı. Bu gereksiz proses adımının elemine edilmesiyle 35 sn. kazanılarak, şekil 5.x'teki insan-makine diyagramında görülebileceği gibi, akson ile poryayı birleştiren pres ile, akson-porya kompleksine şaftı monte eden fikstürü kontrol aynı işçinin kontrol etmesi sağlanarak, bir operatör elemine edilmiş oldu.

- Şaftın akson-poryaya monte edilmesinden, Kaliperin fren diskine takılmasından, amortisörün torklanmasından ve eğer araç ABS'li ise ABS sensörünün takılmasından sonra operatör herhangi bir hatalı parçanın bir sonraki aşamaya geçmemesi için özel kalemle bu noktaları boyamaktaydı. Operatör yaka cebindeki kalemi önce yaka cebinden alıp, kapağını açıp, boyadıktan sonra yeniden kapağını kapatıp cebine koyarak gerçekleştiriyordu. Bu arada geçen süre 4 sn. idi. Bunu her bir işlem için tekrarladığında toplam olarak 12 sn. ve ABS'li araçların montajında 16 sn. kaybolmaktaydı.

Bu kalemlerin açık bir şekilde elastik iplerle tavana asılması ile işçilerin bu kalemleri kullanacakları zaman direkt önlerinde bulup sadece boyayıp kalemi bırakmaları ile bu süre her bir işlem için 2 sn.ye indirilmiştir. Böylece $4 \times 2 = 8$ sn.lik bir kazanç sağlanmış, ayrıca operatörlerin gereksiz yere her seferinde kalemi almak için yaka cebine uzanıp kapağını açıp tekrar kapatmaları gibi hareket israfları elemine edilerek, daha ergonomik bir çalışma ortamı sağlanmıştır.

Böylece Operatör 1'in çevrim zamanı 2 sn.; Operatör 2 ve 3'ün çevrim zamanları 6 sn.(ABS'li araçlarda 8 sn.) azalmıştır.

Bu iyileştirmelerden sonra ortaya çıkan yeni operatör işlem sıraları Çizelge 5.8, Çizelge 5.9 ve Çizelge 5.10; Operatör 1'e ait insan-makina diyagramı Şekil 5.6'da ve hücredeki operatör denge diyagramı Şekil 5.7'de görüldüğü gibidir.

Çizelge 5.8 Ön kros toplama hücresi ikinci gelecek durumda Operatör 1'in işlem sırası.

Sıra No	İşlem	Değer Katan (sn.)	Değer Katmayan (sn.)	Toplam (sn.)
1	Akson stok sehpasına git ve bir adet sağ akson al.	0	4	4
2	Aksonu porya çakma fikstürüne getir ve konumla.	0	8	8
3	Porya stok sehpasına git ve iki adet porya al.	0	6	6
4	Poryaları porya çakma fikstürüne getir, birini yan tarafa bırak, diğerini aksona çak.	0	10	24
5	Şaft stok sehpasının yanına git ve sağ şaft al.	0	4	4
6	Şaftı sıkma fikstürüne götür ve konumla.	0	10	10
7	Akson stok sehpasına git ve bir adet sol akson al.	0	4	4
8	Aksonu porya çakma fikstürüne getir ve konumla.	0	8	8
9	Çakılan akson-porya kompleksini al, şaft sıkma makinasına götür ve konumla(sağ)	0	12	12
10	Şaft-akson-porya kompleksini sık ve boya.	8	7	15
11	Şaft-akson-porya kompleksini ara stok sehpasına götür ve konumla.	0	10	10
12	Şaft stok sehpasına git ve sol şaft al.	0	4	4
13	Şaft sıkma fikstürüne getir ve konumla.	0	10	10
14	Çakılmış olan akson-porya kompleksini al, şaft sıkma makinesine götür ve konumla.	0	18	18
15	Akson-porya-şaft kompleksini sık ve boya.	8	5	13
16	Sol akson-porya-şaft kompleksini ara stok sehpasına getir ve konumla.	0	10	10
TOPLAM		16	130	146

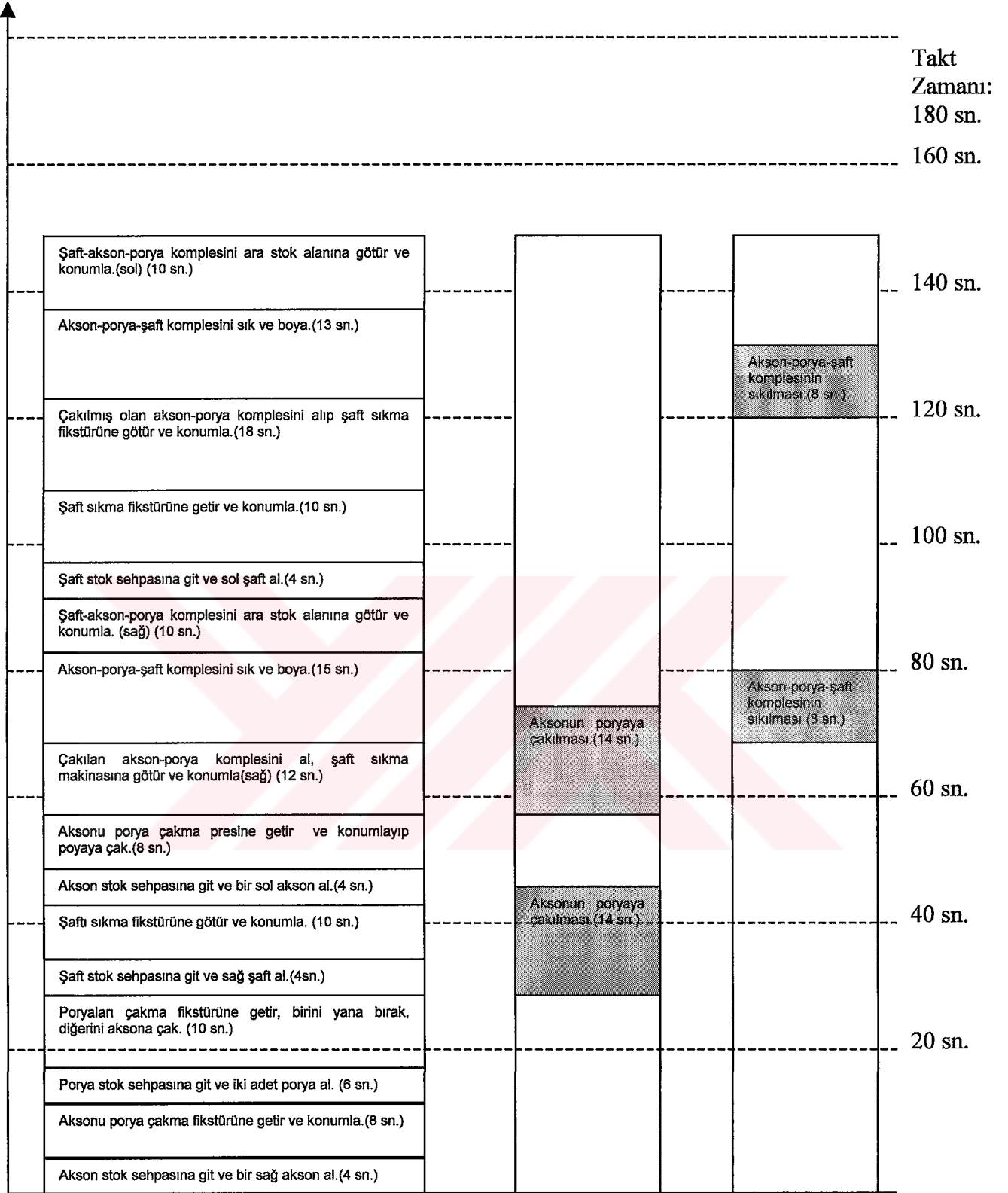
Çizelge 5.9 Ön kros toplama hücresi ikinci gelecek durumda Operatör 2'nin işlem sırası.

Sıra No	İşlem	Değer Katan (sn.)	Değer Katmayan (sn.)	Toplam (sn.)
1	Şaft-akson-porya kompleksini ara montaj fikstürüne konumla.	0	10	10
2	Araç spek kağıdını oku.	0	3	3
3	Araç ABS'li ise Tezgah üzerindeki stok alanından 1 adet ABS sensörü al.(opsiyonel)	0	3	3
4	ABS sensörünü sağ aksondaki yerine tak ve boya.(opsiyonel)	4	5	9
5	Stoğa git ve araca uygun diski al.	0	5	5
6	Diski poryaya tak.	2	0	2
7	Stoğa git, kaliperi al.	0	3	3
8	Kaliperi diske tak ve boya.	6	15	21
9	Tezgah üzerindeki stoktan fren borusu al.	0	3	3
10	Fikstüre git ön esnek fren hortumunu kalipere tak.	10	14	24
11	Stoğa git araca uygun amortisörü al.	0	8	8
12	Amortisörü kompleye monte et ve boya.	15	21	36
13	Araç ABS'li ise ABS sensörünü amortisöre dola.(opsiyonel)	0	2	2
14	Stokta bekleyen manipülatör üzerindeki ön köşe modülünü şanzımana tak.	0	12	12
15	Toplanmış ön köşe modülünü manüpülatöre yerleştir.	0	11	11
TOPLAM		37	101+14	138+14

Çizelge 5.10 Ön kros toplama hücresi ikinci gelecek durumda Operatör 3'ün işlem sırası.

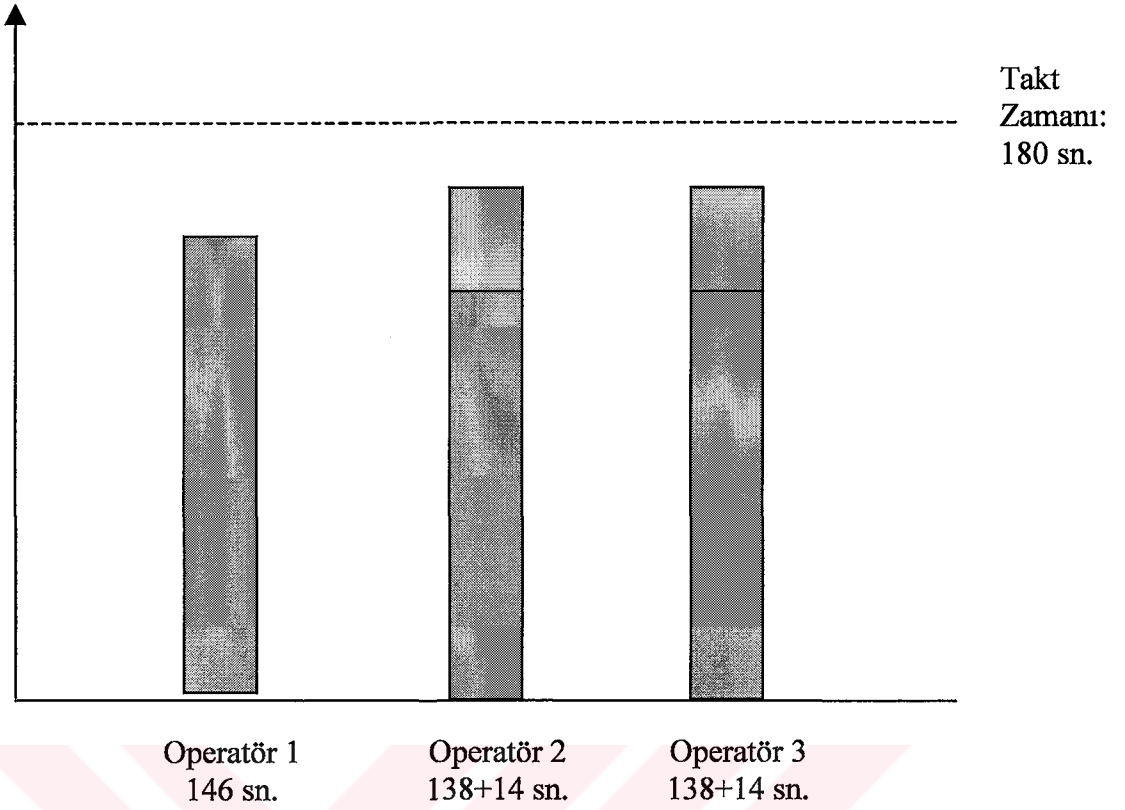
Sıra No	İşlem	Değer Katan (sn.)	Değer Katmayan (sn.)	Toplam (sn.)
1	Şaft-akson-porya kompleksini ara montaj fikstürüne konumla.	0	10	10
2	Araç spek kağıdını oku.	0	3	3
3	Araç ABS'li ise Tezgah üzerindeki stok alanından 1 adet ABS sensörü al.(opsiyonel)	0	3	3
4	ABS sensörünü sağ aksondaki yerine tak ve boya.(opsiyonel)	4	5	9
5	Stoğa git ve araca uygun diski al.	0	5	5
6	Diski poryaya tak.	2	0	2
7	Stoğa git, kaliperi al.	0	3	3
8	Kaliperi diske tak.	6	15	21
9	Tezgah üzerindeki stoktan fren borusu al.	0	3	3
10	Fikstüre git ön esnek fren hortumunu kalipere tak.	10	14	24
11	Stoğa git araca uygun amortisörü al.	0	8	8
12	Amortisörü kompleye monte et.	15	21	36
13	Araç ABS'li ise ABS sensörünü amortisöre dola.(opsiyonel)	0	2	2
14	Stokta bekleyen manipülatör üzerindeki ön köşe modülünü şanzımana tak.	0	12	12
15	Toplanmış ön köşe modülünü manipülatöre yerleştir.	0	11	11
TOPLAM		37	101+14	138+14

Zaman



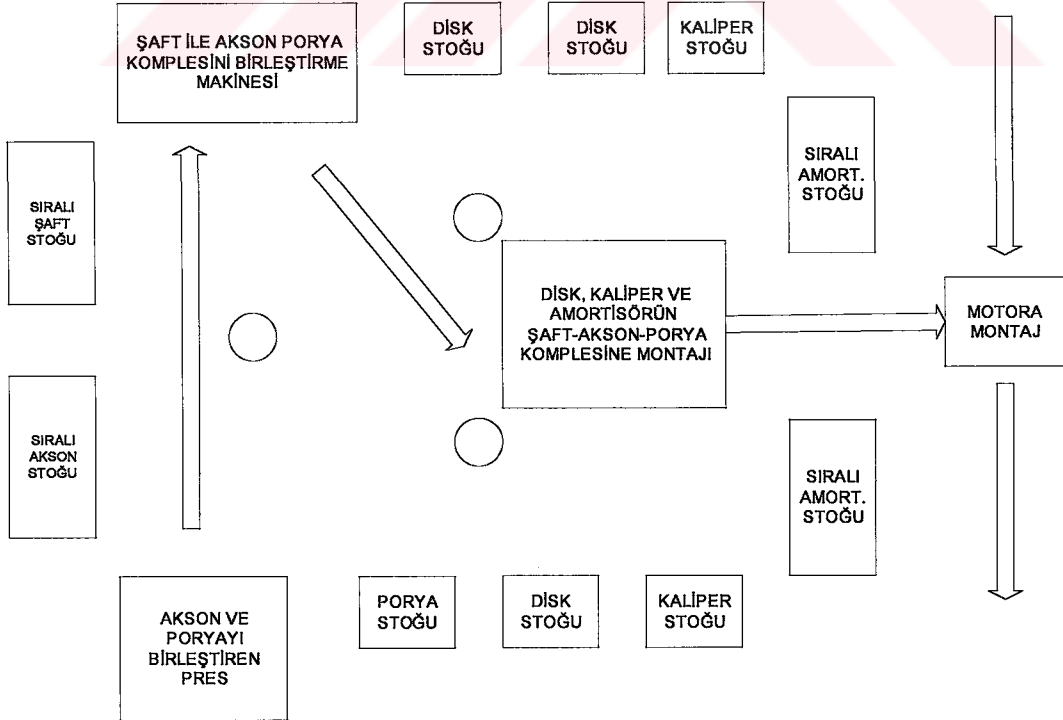
Operatör 1

Şekil 5.6 Operatör 1 için ikinci gelecek durum insan-makina diyagramı.



Şekil 5.7 Ön kros toplama hücresi için ikinci gelecek durum operatör denge diyagramı.

Bu iyileştirmelerle ortaya çıkan ikinci gelecek durum yerleşimi Şekil 5.8'te görüldüğü gibidir.

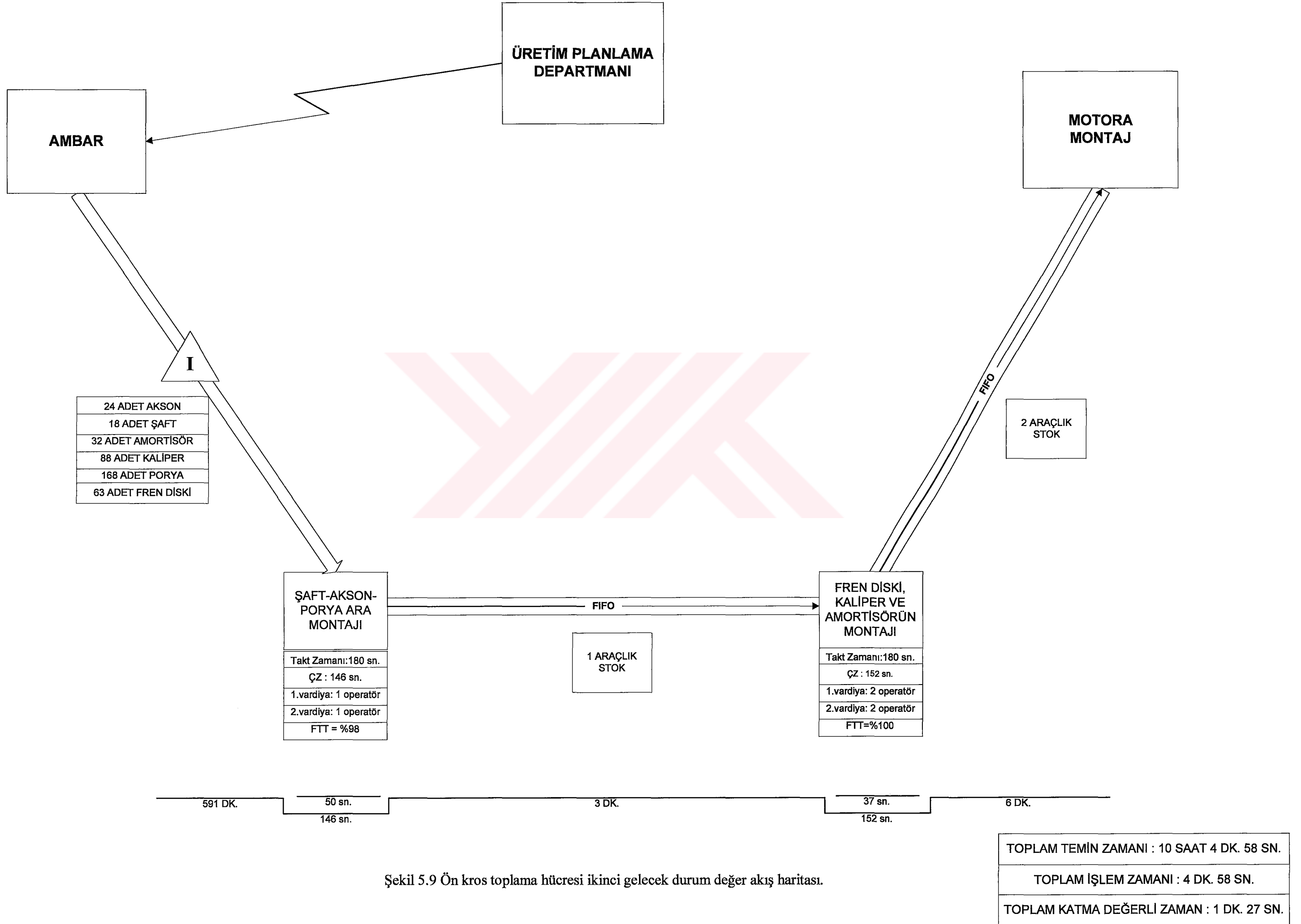


Şekil 5.8 Ön kros toplama hücresi ikinci gelecek durum yerleşimi.

Ön kros toplama prosesinin ikinci gelecek durum haritası ise Şekil 5.9’da görüldüğü gibidir.

Bu iyileştirme neticesinde toplam katma değerli zaman değişmeksizin, toplam temin süresi 10 saat 8 dk. 36 sn.den, 10 saat 4 dk. 58 sn.ye inmiştir. Toplam işlem süresi de, 8 dk. 36 sn.den, 4 dk. 58 sn.ye inmiştir.





Şekil 5.9 Ön kros toplama hücresi ikinci gelecek durum değer akış haritası.

5.2 Uzel Makine A.Ş.'de Değer Akış Yönetimi Uygulaması

Bu bölümde, Uzel Makine A.Ş.'nin ürettiği traktörler için üretilen yakıt tankı parça ailesi için değer akış yönetimi çalışması yapılarak, değer akışının iyileştirilmesi sağlanmıştır.

5.2.1 Uzel Makine A.Ş. nin Tanıtımı

Temelleri Bursa'da atılan UZEL 1935 yılından bu yana otomotiv ana sanayiine ve parça pazarına ürün tedarik etmektedir. İlk olarak otomotiv ana sanayine birinci düzey tedarikçi olarak üretim yapan UZEL, zaman içinde değişime uğrayarak faaliyet alanını genişletmiştir. Grubun temel aktiviteleri, tarım traktörlerinin ve benzer makina ve ekipmanlarının, dizel motorlarının, güç ürünleri ve diğer otomotiv parçalarının tasarım, üretim, pazarlama ve dağıtımından oluşmaktadır.

UZEL, üretim adetleri açısından dünyanın 10 büyük traktör üreticisinden biridir. İngiliz kökenli Massey Ferguson Group Limited firmasının lisansı ile Türkiye'de traktör üretimini gerçekleştiren Tarım Makinaları Ünitesi; Türkiye'deki traktör pazarında %44'lük pazar payını elinde bulundurmakta; ayrıca Makedonya ve Kosova'da kurulu satış ve pazarlama sistemi ile bölgede lider konumda bulunmaktadır. Tarım Makinaları Ünitesi, pazardaki bu başarısını müşterileriyle ortaklaşa yürüttüğü tasarım çalışmalarıyla geliştirdiği ürün kalitesine, güçlü servis ve dağıtım ağına borçludur.

UZEL'in ürünleri, ABD'den Zimbabwe'ye kadar 65 ülkede kullanılmaktadır. Tarım Makinaları Ünitesi'nin traktör ihracatında en büyük pazarı Amerika Birleşik Devletleridir. UZEL, ABD gibi yüksek rekabetin olduğu bir pazarda kendi segmentinde %8'lik bir pazar payını sürdürmektedir. UZEL 2001 yılında gerçekleştirdiği traktör ve parça ihracatı ile OSD tarafından altın madalyaya layık görülmüştür.

UZEL, dünyanın önde gelen tarım makinaları üreticilerinden birisi olmasının yanı sıra, dizel motor üretimi ve otomotiv sistemleri sektörlerinde de lider bir kuruluştur. Bu kapsamda Uzel Avrupa'nın konusunda lider markası Deutz ile olmuş ve Düzce'de üretim birimlerinin faaliyet göstereceği ve bitirildiğinde traktör ve dizel motor üretim tesisleri kapsamında Dünyanın en modern ve entegre tesislerinden biri olacak sanayi kompleksinin temelini atmıştır. Deutz marka motorların üretimi konusunda Düzce'de gerçekleştirilen yatırımın faaliyete geçmesi ile başta Tarım Makinaları Ünitesi ve Deutz AG'nin alımlarını karşılamak, aynı zamanda dünya pazarlarına sunulmak üzere 3 ve 4 silindirli dizel motorlar ve motor parçaları üretilecektir.

Ayrıca Efe Otomotiv'in satın alınması ile de, yaprak yay üretim kapasitesi açısından Avrupa'nın ilk üç firmasından biri durumuna gelmiştir.

3000'den fazla çalışanı olan Uzel şu an 70'e yakın ülkede varlığını sürdürmekte ve 40' tan fazla ülkeye ihracat yapmaktadır. 2004 yılında 58 milyon \$ olan cirosunu , 2010 yılında yaklaşık 200 milyon \$'a çıkarmayı hedeflemektedir.

UZEL, sürekli gelişim yönetimi anlayışı çerçevesinde, uluslararası belgelendirme kuruluşu "BVQI" tarafından, ISO 9001:2000 ve ISO/TS 16949:2002 kalite sistem belgeleri ile sertifikalandırılmıştır. ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi Kalite Belgesini 2005 yılı sonuna kadar almayı planlamaktadır.

Uzel misyonunu; pazarı yakından izleyebilmek, fiyat ve talep değişimlerini algılamak, müşteri isteklerine hızlı cevap verebilmek ve ortaklıklar/iş birlikleri geliştirebilen uluslararası organizasyonlar oluşturmak, Otomotiv Parçalarının tedarik edilmesinde uluslararası bir yaklaşım ile en iyi hizmeti sunmak olarak tanımlamaktadır. Vizyonunu ise, müşteri tarafından en iyi iş ortağı olarak anılmak, dağıtım ve satış konusunda, hedeflenen parça ve sistemlerde dünya lideri olmak olarak belirlemiştir [5].



Resim 5.10 Uzel Makina A.Ş. Rami fabrikası

5.2.2 Yakıt Tankı Parça Ailesi İçin Değer Akış Yönetimi Uygulaması

Uzel Makina A.Ş.'nin Rami'deki fabrikasında üretilen traktörler için iki çeşit yakıt tankı kullanılmaktadır. Bunlardan ilki, plastik yakıt tankları olup, giderek artan miktarda kullanılmaktadır. Bu tanklar, işletme dışından tedarik edilmektedir. Burada değer akışı incelenen ikinci grup yakıt tankları ise, metal saclardan yine aynı fabrikada imal edilmektedir. Uzel Makina'nın üretmekte olduğu yıllık 17.000 traktörün yaklaşık 6.500 adedinde plastik yakıt tankları, 10.500 adedinde ise metal saclardan imal edilen yakıt tankları kullanılmaktadır.

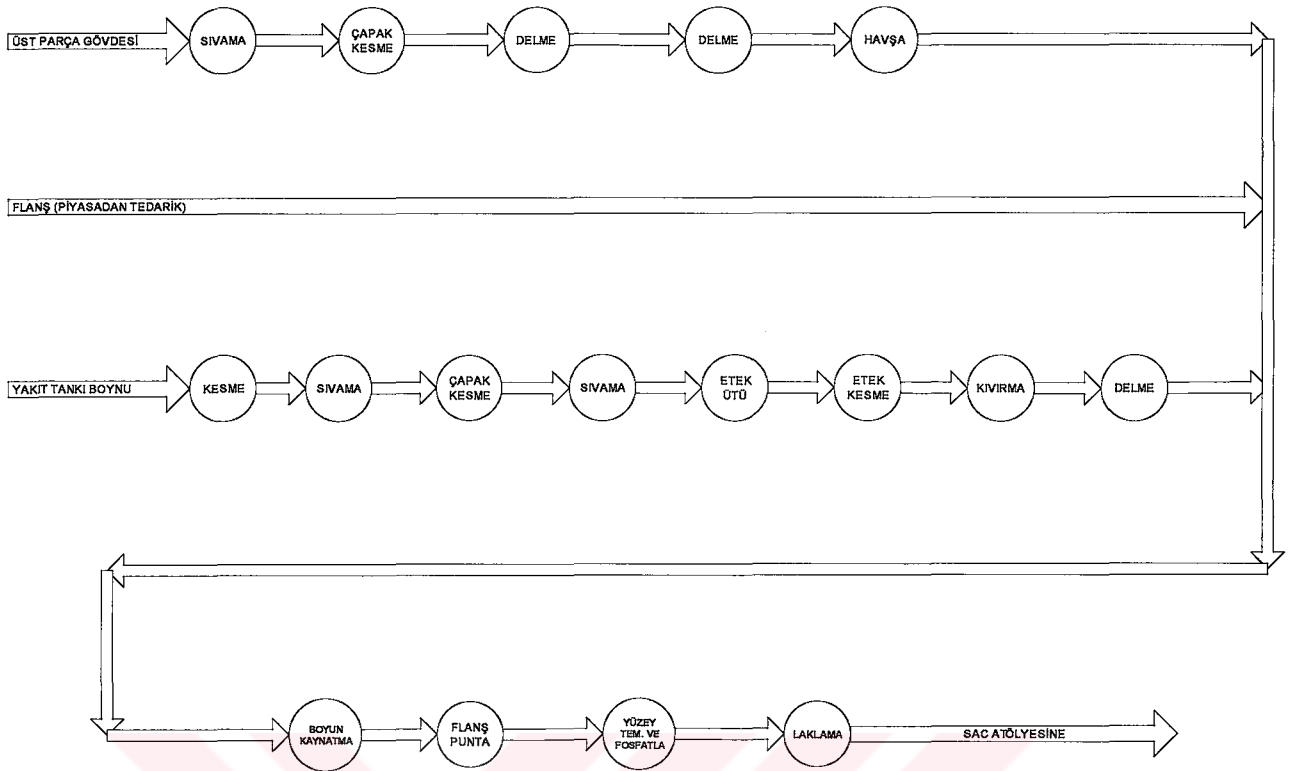
Burada değer akışı incelenen metal saclardan üretilen yakıt tankları, 4 ana modelden oluşmaktadır. Bunun haricinde de yakıt tankı modelleri mevcut olsa da, bunlar gerek artık üretilmeyen modeller için yedek parça olarak, gerekse çok az sayıda üretilen diğer modeller olduğundan, bu çalışmada ihmal edilmiştir.

5.2.2.1 Mevcut Durumun Haritalanması

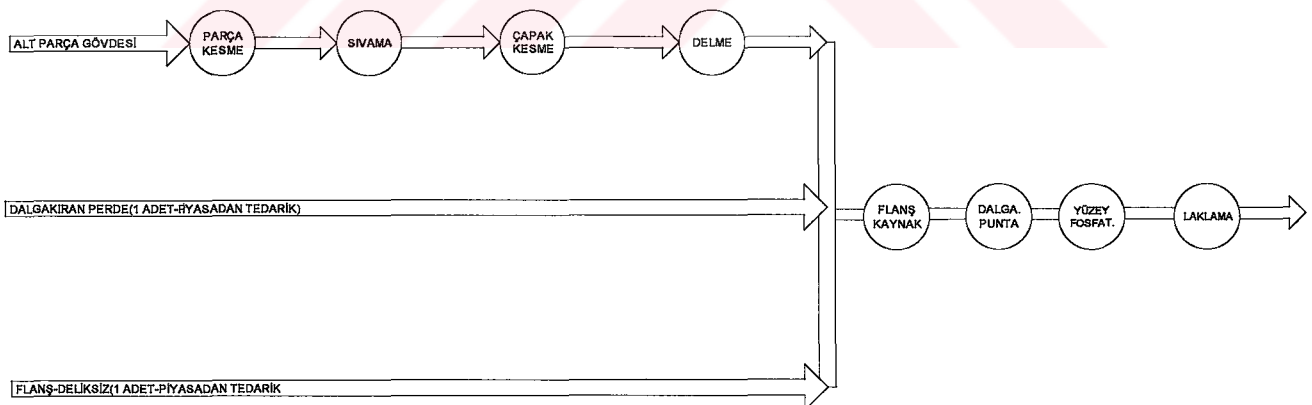
Bu bölümde öncelikle ele alınan parça ailesi hakkında bilgi verilmiş, daha sonra üretime ve bilgi akışına ilişkin bilgiler ortaya konulmuş, son olarak da bu veriler ışığında mevcut durum haritası oluşturulmuştur.

5.2.2.1.1 Yakıt Tankı Parça Ailesi

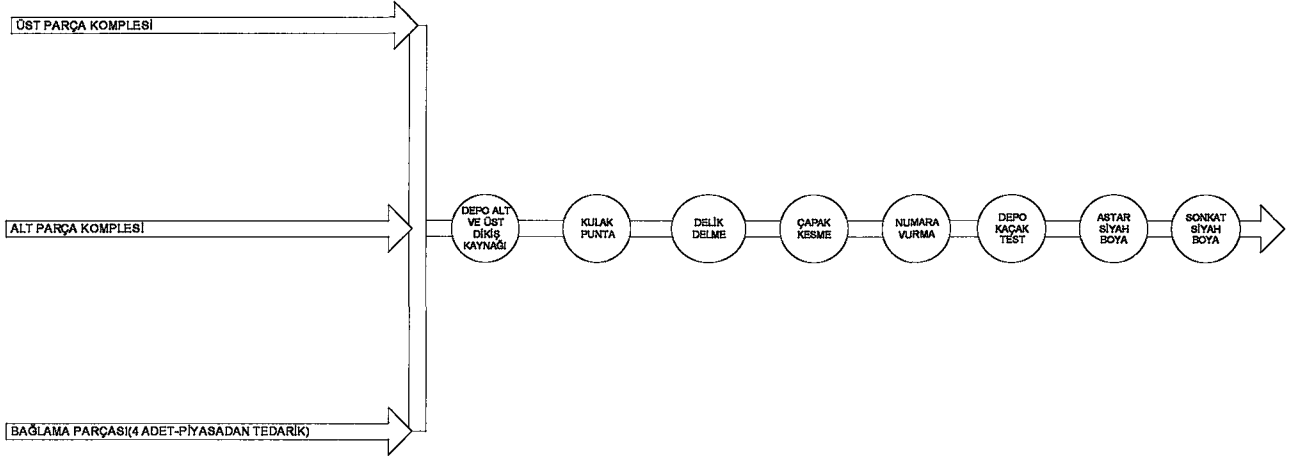
Yakıt tankı parça ailesinde önce yakıt tankı alt parça ve üst parça kompleleri üretilmekte, daha sonra bunlar birleştirilerek üretim gerçekleştirilmektedir. Alt parça, üst parça kompleleri ve bunların birleştirilmesiyle oluşturulan yakıt tankı kompleksinin iş akışları Şekil 5.10, Şekil 5.11 ve Şekil 5.12'de görüldüğü gibidir.



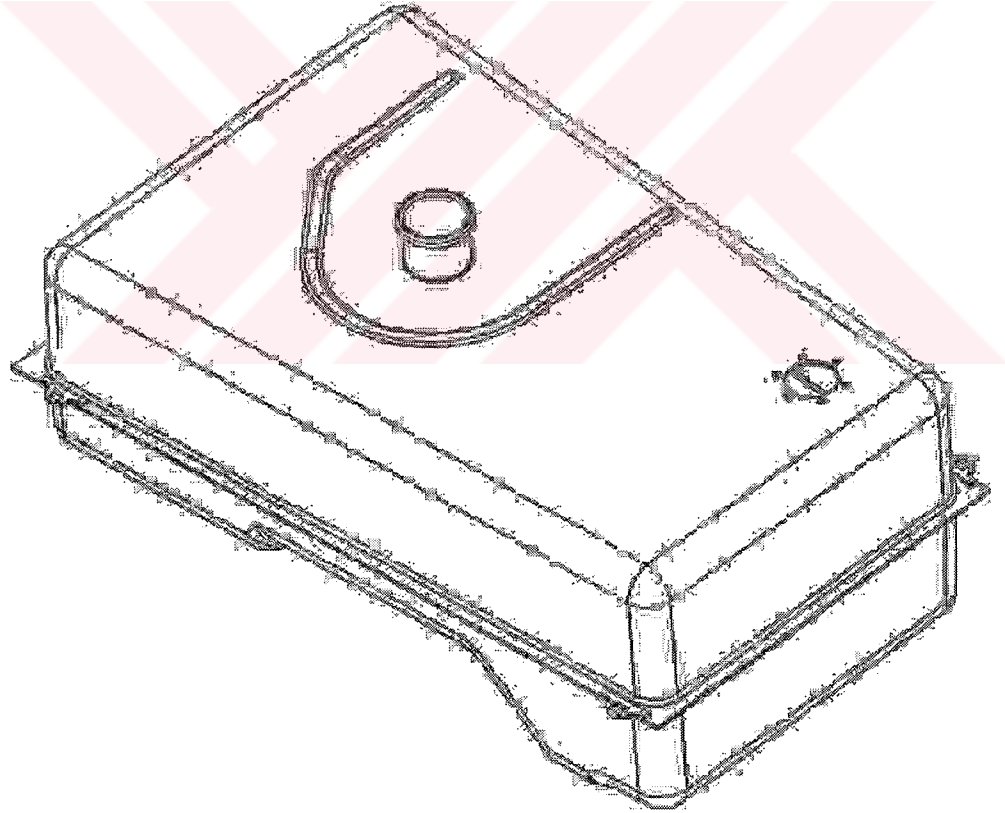
Şekil 5.10 Üst parça kompleksi iş akış şeması



Şekil 5.11 Alt parça kompleksi akış şeması.



Şekil 5.12 Yakıt tankı kompleksi akış şeması.



Şekil 5.13 Yakıt tankı kompleksi

5.2.2.1.2 Üretime İlişkin Veriler

Uzel Makine’da üretim Giyotin, Pres, Sac, Talaşlı İmalat, Kalıp, Boya ve Montaj atölyelerinde gerçekleştirilmektedir. Ancak bu çalışmada değer akımı incelenen yakıt tankı üretimi giyotin, pres, sac ve boya atölyelerinde gerçekleştirildiğinden burada bu atölyeler incelenmiştir:

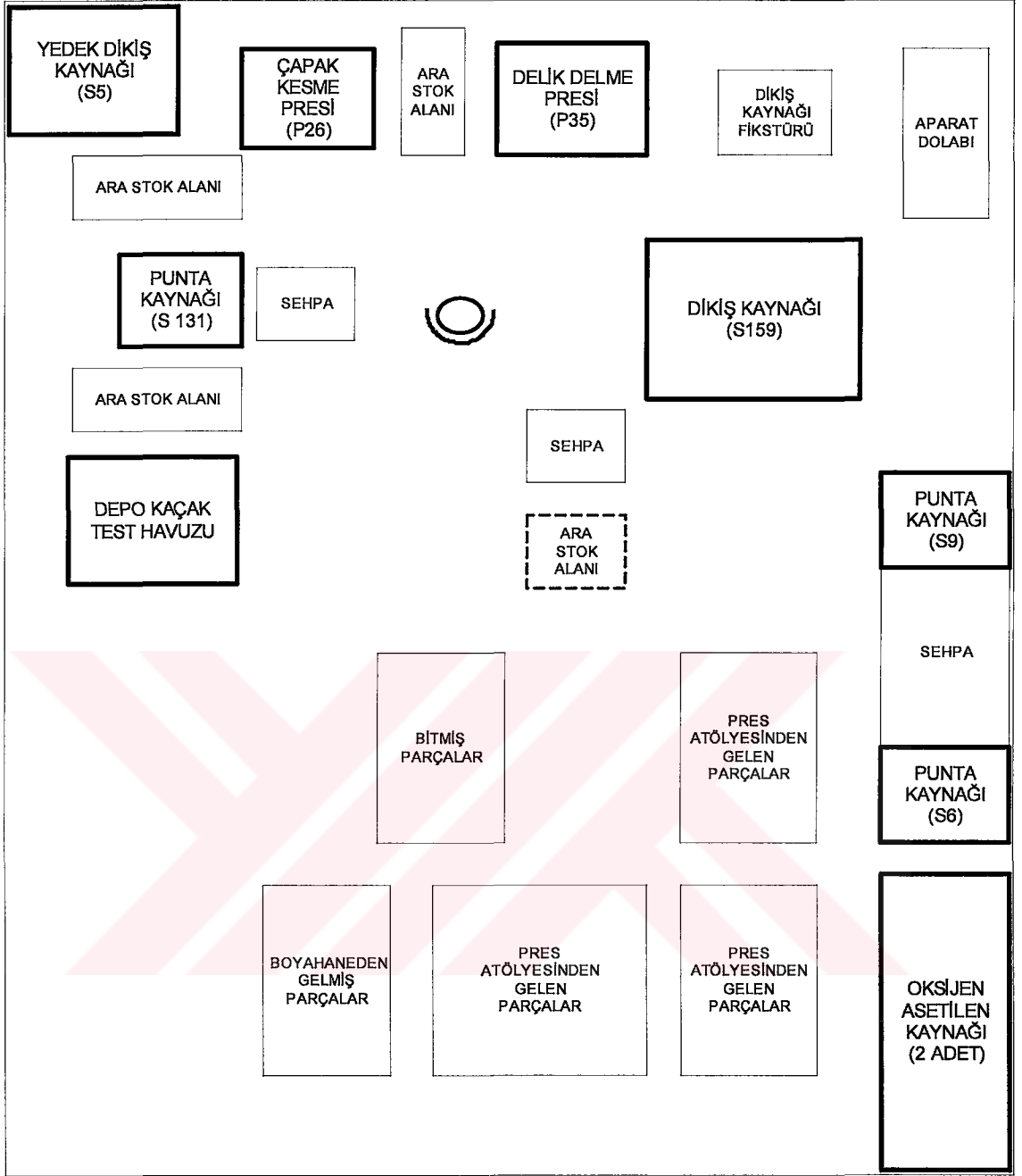
- Giyotin ve pres atölyeleri eşgüdümlü olarak çalışmakta, preste bir parça üretileceği zaman giyotin atölyesinde buna uygun olarak malzeme kesimi yapılmaktadır. Dolayısıyla, pres ve giyotin atölyeleri arasında, yakıt tankı üretimi için bir ara stok oluşmamaktadır.
- Pres atölyesinde hidrolik ve pnömatik presler bulunmaktadır. Bu preslerden PA 0101, PA 0102, PA 0103 ve PA 0201 presleri için hazırlık zamanları 20 dk. bağlama ve 10 dk. sökme olmak üzere 30 dk., diğer presler için ise hazırlık zamanları 10 dk. bağlama ve 10 dk. sökme olmak üzere 20 dk.dır.

Pres atölyesinde parça üretimi katile üretimi şeklinde gerçekleştirilmektedir. Yakıt tankı parça ailesi için parti büyüklüğü olarak, planlanan aylık traktör üretim miktarı alınmaktadır.

- Sac atölyesinde hücresel imalat yapılmaktadır. Dolayısıyla, üretim esnek bir biçimde gerçekleştirilmekte olup, parti büyüklüğü için herhangi bir alt sınır söz konusu değildir. Hücrelerin düzeni tamamiyle hücrede sürekli olan operatörlere ait olup, ara stokların taşınması, hücrenin düzenlenmesi hidrolik araçlarla operatorler tarafından gerçekleştirilmektedir.

Ayrıca üretilecek parça adedi için ambardan gerekli malzemenin istenmesi de hücredeki operatörler tarafından gerçekleştirilmektedir. Operatörler o gün kendilerine verilen üretim siparişindeki parça türü ve adedi kadar parçayı ambar görevlisine şifahi bildirilmekte ve bu parçaların tedarik edilmesini sağlamaktadır.

Yakıt tankı parça ailesi için 5 Numaralı Hücre tahsis edilmiştir. Bu hücrenin yerleşimi Şekil 5.14’te görüldüğü gibidir.



Şekil 5.14 Hücre 5'in mevcut durumdaki yerleşimi

Hücrede 1 operatör sürekli olarak görev yapmakta, ancak flanş kaynatma gibi bazı işlemler ve üretim hızı için yetersiz kalınan bazı durumlarda 2. bir operator gelerek hücrede görevlendirilmektedir. Genellikle her gün, günün belli bölümlerinde bu 2. operator hücrede bulunmaktadır. Boyun kaynatma, Flanş kaynak ve Dalgakıran puntalama işlemleri için 2 operatörün birlikte çalışması gerekmektedir.

Hücre 5'te boyahaneden gelmiş parçaların montaj için hazır hale gelene kadar gerçekleştirilecek işlemler için gerekli tüm makinalar tek parça akışı sağlamak üzere proses sırasına göre yerleştirilmiş olmasına karşın, operator işlemleri üç kademedede gerçekleştirmektedir. Operatör öncelikle alt ve üst parçaların ayrı ayrı çapaklarını keserek ara stoğa yerleştirmekte; daha sonra ara stokta bulunan alt ve üst parçaları birleştirmekte, delik delme ve kulak puntalama işlemlerini gerçekleştirmekte ve yine arastığa koymakta, son olarak da üretilen tüm parçaları kontrol havuzunda kaçak olup olmadığını test ederek, mamül stoğa yerleştirmekte; eğer hatalı parçalar varsa, bunları kaynakla onarmaktadır.

Operatörün bu işlemleri gerçekleştirme sırası ve bu işlemlerin süreleri Çizelge 5.11, Çizelge 5.12 ve Çizelge 5.13'te görüldüğü gibidir.

Çizelge 5.11 Çapak kesme işlem sırası.

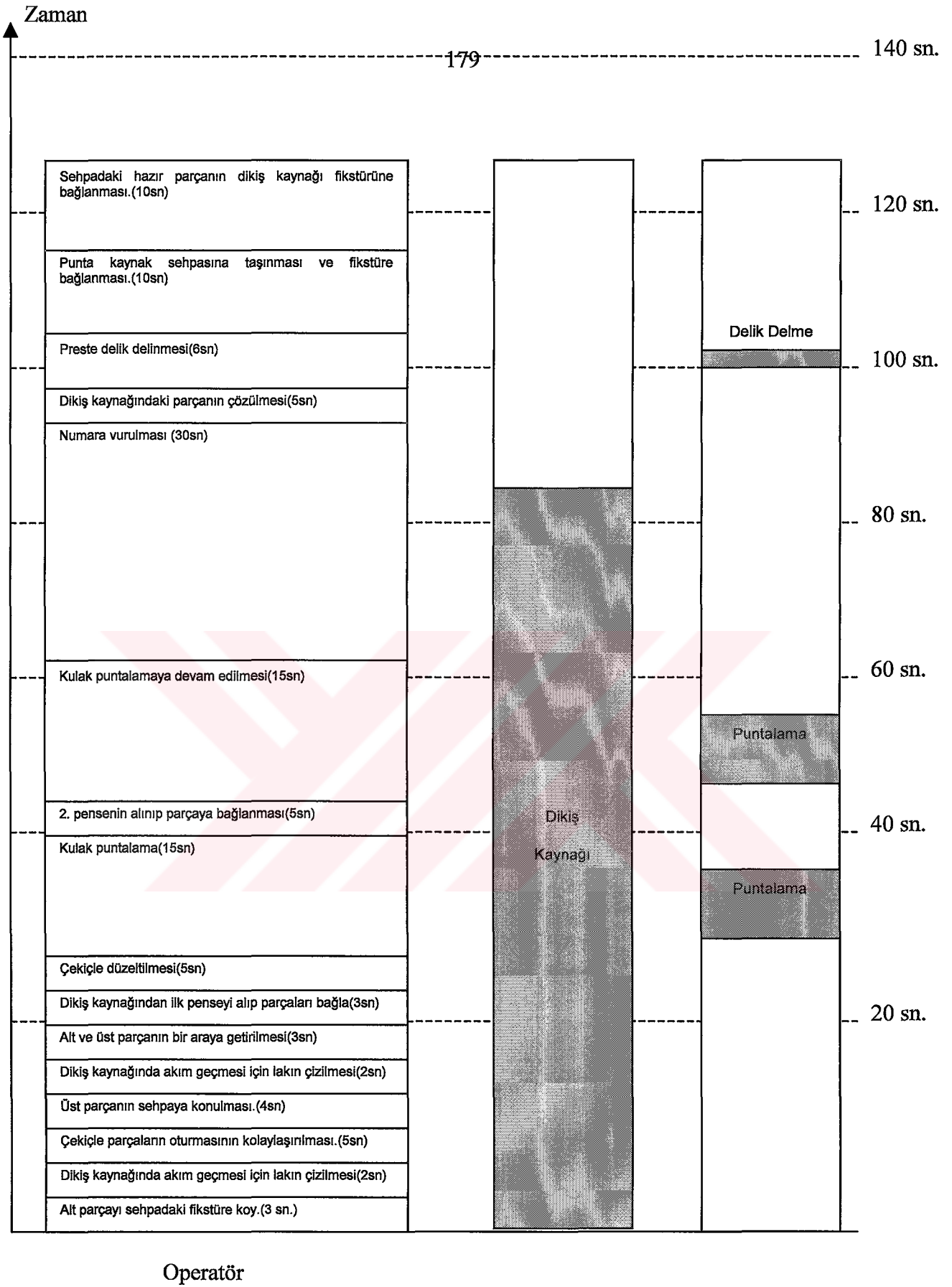
Sıra No	İşlem	Değer Katan (sn.)	Değer Katmayan (sn.)	Toplam (sn.)
1	Parçayı(alt veya üst) ara stoktan al ve prese(P26) yerleştir.	0	3	3
2	Prete çapakları kes.	1	0	1
3	Çapakları temizle.	0	5	5
4	Depoyu ters çevirerek prese yerleştir.	0	3	3
5	Prete çapakları kes.	1	0	1
6	Çapakları temizle.	0	5	5
7	Parçayı ara stok alanına yerleştir.	0	3	3
TOPLAM		2	19	21

Çizelge 5.12 Dikiş kaynağı, delik delme ve punta kaynağı işlem sırası.

Sıra No	İşlem	Değer Katan (sn.)	Değer Katmayan (sn.)	Toplam (sn.)
1	Alt parçayı sehpadaki fikstüre koy.	0	3	3
2	Dikiş kaynağında akım geçmesi için lak'ın çizilmesi.	0	1	1
3	Çekiçle dalgakırana vurulup alt ve üst parçaların kolay oturmasının sağlanması(aslında olmayan ancak operatör tarafından gerçekleştirilen bir proses)	0	5	5
4	Üst parçayı ara stok alanından alıp sehpanın üzerine koy.	0	4	4
5	Lak'ın dikiş kaynağında akım geçmesi için çizilmesi.	0	1	1
6	Alt ve üst parçaların birarye getirilmesi.	3	0	3
7	Dikiş kaynağından ilk penseyi alıp, bir tarafın tutturulması.	0	3	3
8	Çekiçle vurulup alt ve üst parçaların aynı hizaya getirilmesi.	0	5	5
9	Punta kaynağında kulak kaynatılması.	10	5	15
10	Dikiş kaynağından diğer penseyi alıp, sehpa bekleyen parçaya takılması.	0	4	4
11	Punta kaynağına geri dönüp kulak puntalamanın tamamlanması.	10	5	15
12	Numara vurulması.	0	30	30
13	Dikiş kaynağındaki parçanın fikstürden çözülmesi.	0	5	5
14	Parçaya delik delme presinde delik delinmesi.	1	5	6
15	Punta kaynak presine taşınması ve fikstüre bağlanması.	0	10	10
16	Sehpadaki hazır parçanın dikiş kaynağı fikstürüne bağlanması ve makinanın çalıştırılması.	0	10	10
TOPLAM		24	96	120

Çizelge 5.13 Yakıt deposu test işlem sırası.

Sıra No	İşlem	Değer Katan (sn.)	Değer Katmayan (sn.)	Toplam (sn.)
1	Parçanın punta fikstüründen çözüp kontrol havuzu fikstürüne bağlanması.	0	3	3
2	Hortum ve şamandıraların bağlanması	0	60	60
3	Makinanın çalıştırılıp deponun havuza girmesinin sağlanması ve kontrol edilmesi.	0	35	35
4	Düğmeye basılıp deponun kontrol havuzundan çıkarılarak, hortum ve şamandıraların çözülmesi	0	60	60
5	Fikstürden çıkarıp mamül stoğa taşınması.	0	10	10
TOPLAM		0	169	169



Şekil 5.15 Hücre 5'te dikiş kaynağı, delik delme ve punta kaynak çevrimi için insan-makina diyagramı.

- Tıpkı giyotin ve pres atölyelerinde olduğu gibi sac ve boya atölyeleri de eşgüdümlü olarak çalışmaktadır. Sac atölyesine açılan her sipariş aynı zamanda boya atölyesine de açılmış olmakta, dolayısıyla sac atölyesinde üretilen parçalar doğrudan boyaya gitmekte, herhangi bir emniyet stoğu tutulmamakta, yalnızca tüm parçalar geliş ya da öncelik sıralarına göre askılı konveyörlere konularak işlem yapılmaktadır.
- Atölyeler arasında taşımada ve yarımamüller ambarda saklanırken farklı ebatlarda palet, sandık ve askılar kullanılmaktadır. Yakıt tankı kompleksinin üretiminde kullanılan araçlar ve kapasiteleri şu şekildedir:
 - Pres atölyesinden taşıma işlerinde kullanılan sandık: 20 adet parça
 - Sac atölyesinden boya atölyesine taşıma işlemlerinde kullanılan sandık: 10 adet
 - Boya atölyesinden montaj atölyesine taşıma işlemlerinde kullanılan özel askılı sehpa: 16 adet
- Uzel Makina'da çalışma saatleri ve vardiya uygulaması atölyelere göre farklılık göstermektedir:
 - Giyotin,sac ve montaj atölyeleri 9 saatlik tek vardiya halinde çalışmakta, 1 saatlik yemek arası ve 10'ar dk.lık iki çay molası verilmektedir. Buna göre toplam çalışma zamanı:

$$9*60-(2*10)=520 \text{ dk.} *60=31.200 \text{ sn./gün} \quad (5.1)$$

- Pres atölyesi 9 saatlik 2 vardiya ile çalışmakta, 30 dk. yemek arası ve 10'ar dakikalık iki çay molası verilmektedir. Buna göre toplam çalışma zamanı:

$$9*60-30-(2*10)=490 \text{ dk.} *60=29.400 \text{ sn.} *2 \text{ vardiya}=58.800 \text{ sn./gün} \quad (5.2)$$

- Boya atölyesi 7,5 saatlik 3 vardiya halinde çalışmakta, 30 dk. yemek arası ve 10'ar dk.lık 2 çay molası verilmektedir. Buna göre toplam çalışma zamanı:

$$7,5*60-30-(2*10)=490 \text{ dk} *60=400\text{dk} *60=24.000\text{sn} *3 \text{ vardiya}=72.000\text{sn/gün} \quad (5.3)$$

Uzel Makine haftada 5 gün üretim yapmaktadır. Yılda 15 gün fabrika genel bakım nedeniyle kapalı kalmakta, buna göre yılda 50 hafta fiili üretim yapılmaktadır. Bu durumda, Uzel Makinenin yılda çalıştığı gün sayısı aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$50 \cdot 5 = 250 \text{ gün/yıl} \quad (5.4)$$

Bu rakam resmi tatillere göre değişiklik gösterse de, ortalama olarak bu değer alınabilir. Bu durumda her bir yakıt tankı türü için yıllık ve günlük talepler Çizelge 5.14'te görüldüğü gibidir.

Çizelge 5.14 Yakıt tankı türleri için yıllık ve günlük talep miktarları.

Yakıt Tankı Türü	Yıllık Talep	Gün Sayısı	Günlük Talep
0017669 (A)	3250	250	13
0012185 (B)	5700	250	22,8
001636 (C)	300	250	1,2
001611 (D)	1250	250	5
TOPLAM	10500	250	42

- Yapılan gözlemlerde, Yakıt tankı parça ailesi için toplam işlem süreleri, makina hazırlık zamanları ve değer katan zamanlar Çizelge 5.15 Çizelge 5.16 Çizelge 5.17 ve Çizelge 5.18'de görüldüğü gibi bulunmuştur:

Çizelge 5.15 Alt parça kompleksi için işlem süreleri.

Sıra No	İşlem	Atölye	Makine	Hazırlık Zamanı	Toplam İşlem Süresi	Değer Katan Zaman	Operatör
1	Alt gövde için giyotinde parçanın kesilmesi.	Giyotin Atölyesi	LJ 0101	0	45	1	3
2	Sıvama	Pres Atölyesi	PA 0201	30	75	20	1
3	Çapak Kesme	Pres Atölyesi	PA 0307	20	48	3	1
4	Delik delme.	Pres Atölyesi	PA 0306	20	18	2	1
5	Flanşın kaynak yapılması.	Sac Atölyesi	Hücre 5	0	120	90	1
6	Dalgakıran'ın puntalanması.	Sac Atölyesi	Hücre 5	0	60	30	2
7	Yüzey temizleme ve fosfatlama.	Boya Atölyesi	BY 0101	0	80	25	3
8	Yüzeyin laklanması.	Boya Atölyesi	BY 0201	0	106	30	4

Çizelge 5.16 Üst parça kompleksi için işlem süreleri.

Sıra No	İşlem	Atölye	Makine	Hazırlık Zamanı	İşlem Süresi	Değer Katan Zaman	Operatör
1	Sıvama	Pres Atölyesi	PA 0201	30	75	20	1
2	Çapak kesme	Pres Atölyesi	PA 0307	20	48	4	1
3	Delik delme.	Pres Atölyesi	PA 0403	20	18	3	1
4	Delik delme	Pres Atölyesi	PA 0306	20	18	3	1
5	Havşalama	Pres Atölyesi	PA	20	18	3	1
6	Yakıt tankı boynunun (çizelge 5.x) kaynatılması	Sac Atölyesi	Hücre 5	0	111	80	1
7	Flanşın puntalanması.	Sac Atölyesi	Hücre 5	0	60	30	2
8	Yüzey temizleme ve fosfatlama.	Boya Atölyesi	BY 0101	0	80	25	3
9	Yüzeyin laklanması.	Boya Atölyesi	BY 0201	0	106	30	4

Çizelge 5.17 Yakıt tankı boynu için işlem süreleri.

Sıra No	İşlem	Atölye	Makina	Hazırlık Zamanı	İşlem Süresi	Değer Katan Zaman	Operatör
1	Kesme	Pres Atölyesi	PA 0307	20	20	1	1
2	Sıvama	Pres Atölyesi	PA 0404	20	20	15	1
3	Çapak kesme	Pres Atölyesi	PA 0306	20	25	1	1
4	Sıvama	Pres Atölyesi	PA 0306	20	18	15	1
5	Etek ütülenmesi	Pres Atölyesi	PA 0306	20	6	3	1
6	Etek kesilmesi	Pres Atölyesi	PA 0306	20	9	3	1
7	Kıvrırma	Pres Atölyesi	PA 0306	20	9	3	1
8	Delik delme.	Pres Atölyesi	PA 0308	20	9	3	1

Çizelge 5.18 Yakıt tankı kompleksi için işlem süreleri.

Sıra No	İşlem	Atölye	Makine	Hazırlık Zamanı	İşlem Süresi	Değer Katan Zaman	Operatör
1	Depo üst ve alt parça komplelerinin dikiş kaynağı ile birleştirilmesi.	Sac Atölyesi	Hücre 5	20	180	85	1
2	Kulakların puntalanması	Sac Atölyesi	Hücre 5	0	96	20	1
3	Delik delinmesi.	Sac Atölyesi	Hücre 5	0	8	1	1
4	Çapak kesilmesi.	Sac Atölyesi	Hücre 5	0	21	2	1
5	Deponun kaçak testine tabi tutulması.	Sac Atölyesi	Hücre 5	0	169	0	1
6	Numara vurulması	Sac Atölyesi	Hücre 5	0	30	0	1
7	Astar siyah boya yapılması.	Boya Atölyesi	BY 0201	0	128	64	4
8	Sonkat siyah boya yapılması.	Boya Atölyesi	BY 0301	0	255	128	8

- Yakıt tankı türleri için mamül ve yarımamül stokları Çizelge 5.19, Çizelge 5.20, Çizelge 5.21 ve Çizelge 5.22'deki gibi saptanmıştır.

Çizelge 5.19 0017669 Yakıt Tankı için mamül ve yarımamül stok miktarları.

Parça Türü	Stok Miktarı(adet)	Birim Fiyat(YTL)	Toplam Stok Değeri(YTL)	Günlük Talep(Adet)	Stok Miktarı/Günlük Talep(Gün)
0017669(A) YTK	27	121,67	3285,09	13	2,08
Boyahaneye Gidecek YTK	49	116,54	5710,46	13	3,77
Laklanmış ÜPK	19	69,21	1314,99	13	1,46
Boyahaneye Gidecek ÜPK	8	68,05	544,4	13	0,62
Preslenmiş ÜPG	523	12,95	6772,85	13	40,23
Yakıt Tankı Boynu(*)	399	48,17	19219,83	14,2	28,1
Laklanmış APK	7	30,55	213,85	13	0,54
Boyahaneye Gidecek APK	11	29,4	323,4	13	0,85
Preslenmiş APG	246	12,48	3070,08	13	18,23
Kesilmiş APG	0	8,65	0	13	0
TOPLAM			40454,95		

Çizelge 5.20 0012185 Yakıt Tankı için mamül ve yarımamül stok miktarları.

Parça Türü	Stok Miktarı(adet)	Birim Fiyat(YTL)	Toplam Stok Değeri(YTL)	Günlük Talep(Adet)	Stok Miktarı/Günlük Talep(Gün)
0012185(B) YTK	104	87,52	9102,08	22,8	4,56
Boyahaneye Gidecek YTK	15	75,88	1138,2	22,8	0,66
Laklanmış ÜPK	43	23,23	998,89	22,8	1,89
Boyahaneye Gidecek ÜPK	44	22,18	975,92	22,8	1,93
Preslenmiş ÜPG	378	13,49	5099,22	22,8	16,58
Boyun Servis Kapağı	135	2,37	319,95	22,8	5,92
Laklanmış APK	99	31,48	3116,52	22,8	4,34
Boyahaneye Gidecek APK	19	30,43	578,17	22,8	0,83
Preslenmiş APG	411	12,67	5207,37	22,8	18,03
Kesilmiş APG	0	8,9	0	22,8	0
TOPLAM			26536,32		

Çizelge 5.21 001636 Yakıt Tankı için mamül ve yarımamül stok miktarları.

Parça Türü	Stok Miktarı(adet)	Birim Fiyat(YTL)	Toplam Stok Değeri(YTL)	Günlük Talep(Adet)	Stok Miktarı/Günlük Talep(Gün)
001636(C) YTK	37	120,82	4470,34	1,2	30,83
Boyahaneye Gidecek YTK	5	114,43	572,15	1,2	4,17
Laklanmış ÜPK	0	75,87	0	1,2	0
Boyahaneye Gidecek ÜPK	0	74,72	0	1,2	0
Preslenmiş ÜPG	169	12,79	2161,51	1,2	140,83
Yakıt Tankı Boynu(*)	399	48,17	19219,83	14,2	28,1
Laklanmış APK	6	23,26	139,56	1,2	5
Boyahaneye Gidecek APK	0	22,11	0	1,2	0
Preslenmiş APG	170	11,83	2011,1	1,2	141,67
Kesilmiş APG	0	8,9	0	1,2	0
TOPLAM			28574,49		

Çizelge 5.22 001611 Yakıt Tankı için mamül ve yarımamül stok miktarları.

Parça Türü	Stok Miktarı(adet)	Birim Fiyat(YTL)	Toplam Stok Değeri(YTL)	Günlük Talep(Adet)	Stok Miktarı/Günlük Talep(Gün)
001611(D)YTK	29	77,84	2257,36	5	5,8
Boyahaneye Gidecek YTK	1	71,75	71,75	5	0,2
Laklanmış ÜPK	6	29,02	174,12	5	1,2
Boyahaneye Gidecek ÜPK	0	27,59	0	5	0
Preslenmiş ÜPG	51	13,89	708,39	5	10,2
Boyun Servis Kapağı	86	1,85	159,1	5	17,2
Laklanmış APK	10	26,71	267,1	5	2
Boyahaneye Gidecek APK	0	25,45	0	5	0
Preslenmiş APG	66	13,33	879,78	5	13,2
Kesilmiş APG	0	8,83	0	5	0
TOPLAM			4517,6		

* “A” ve “C” türü yakıt tankları için aynı “Yakıt Tankı Boynu” parçası kullanılmaktadır.

- Uzel makina, üretimde kullandığı sac metal malzemeleri Ereğli Demir Çelik'ten ve Borçelik'ten temin etmektedir. Yakıt tankının üretiminde kullanılan sac metal malzemeler ise Ereğli Demir Çelik'ten temin edilmektedir. Ereğli Demir Çelik, üç ay öncesinden kesin sipariş verilmesini istemektedir. Verilen siparişler üretildiğinde, ücretleri ödenerek, anlaşmalı nakliyeciler vasıtasıyla Ereğli'den alınmakta ve Uzel Makina'ya getirilmektedir. Eğer siparişler belli bir süre içinde alınmazsa, Ereğli Demir Çelik bu ürünlerin fiyatına ayrıca bir ambar ücreti de eklemektedir.

Yakıt tankı üretiminde kullanılan malzemeler, stok miktarları, birim fiyatları ve toplam stok değerleri Çizelge 5.23'te görüldüğü gibidir.

Çizelge 5.23 Hammalzeme Stok Miktarları

Malzeme	Stok Miktarı (kg)	Birim Fiyatı (YTL/kg)	Toplam Stok Değeri (YTL)	Aylık Tüketim (Ton)	Günlük Tüketim (Ton)	Stok Miktarı/ Günlük Tüketim (Gün)
1,2*800*1200	23.855	1,2	28626	7	0,23	102,39
1,2*1200*2400	24.257	1,11	26925,27	6	0,2	121,28
1,2*2000*1425	55.659	0,91	50649,69	20	0,67	83,58
1,5*1000*2000	7.667	1,13	8663,71	23	0,77	10
TOPLAM			114864,67	56	1,87	317,25

Bu ham malzemeler, Uzel makinada üretilen başka parçaların üretiminde de kullanılmaktadır.

Uzel makina'da ham malzemeler için 2 aylık ihtiyaca bakarak, 6 haftalık emniyet stoğu bulundurmaktadır.

- Yakıt tankının üretiminde kullanılan bir diğer parça "Dalgakıran" olup, yakıt deposu içinde sarsıntı nedeniyle yakıtın çalkalanıp köpüklenmesini önlemek amacıyla "A" ve "C" türü yakıt tanklarının içine yerleştirilmektedir. Bu parça Uzel Makina'da üretilmemekte, Asfen Makina'dan temin edilmektedir. Uzel makina bu parça için 3 aylık ihtiyaca bakarak 2 haftalık sipariş vermekte, ve Asfen makina bu parçanın sevkiyatını iki haftada bir kez

gerçekleştirmektedir.Çizelge 5.24'te dalgakıran parçasının stok miktarı, birim fiyatı ve toplam stok değeri görülmektedir.

Çizelge 5.24 Dalgakıran perde parçası stok miktarı.

Parça	Stok Miktarı(kg)	Birim Fiyatı(YTL/kg)	Toplam Stok Değeri(YTL)	Günlük Talep(Adet)	Stok Miktarı/Günlük Talep(Gün)
Dalgakıran Perde(A)	427	8,5	3629,5	13	32,85
Dalgakıran Perde(C)	84	2,6	218,4	1,2	70
TOPLAM			3847,9		

Bu parça için 3 aylık ihtiyaca bakılarak, 2 haftalık emniyet stoğu tutulmaktadır.

5.2.2.1.3 Bilgi Akışı İle İlgili Veriler

Uzel Makina'da üretim planlama "Lojistik Departmanı" tarafından yapılmaktadır. Lojistik departmanı beş ana kısımdan oluşmaktadır:

- Montaj planlama
- Üretim(Atölye) Planlama
- Sevkiyat
- Yurtiçi Tedarik
- Yurtdışı Tedarik

Piyanın durumuna ve geçmiş yılın taleplerine ilişkin bilgilere göre satış ve pazarlama departmanı tarafından ana model traktörler bazında gelecek dönemde talebin ne olacağına dair bir "Yıllık Tahmini Plan" oluşturulur.

Lojistik departmanında bu tahminler aylık ve hatta günlük düzeye indirilir. Bu yapılırken öncelikle bayilerden gelen kesin siparişler girilir. Bunlara yedek parça siparişleri ve yurtdışı fabrikalara tedarikçi olarak gönderilecek ihraç kalemleri eklenerek toplam talep belirlenir.

Daha sonra bu talep bilgileri Uzel Makina AŞ'de kullanılmakta olan ERP programı SAP'nin "Satış Dağıtım Modülü" kullanılarak MRP programına girilir ve her akşam MRP çalıştırılarak, malzeme ihtiyaçları belirlenir. MRP, Emniyet Stok miktarı, Asgari parti

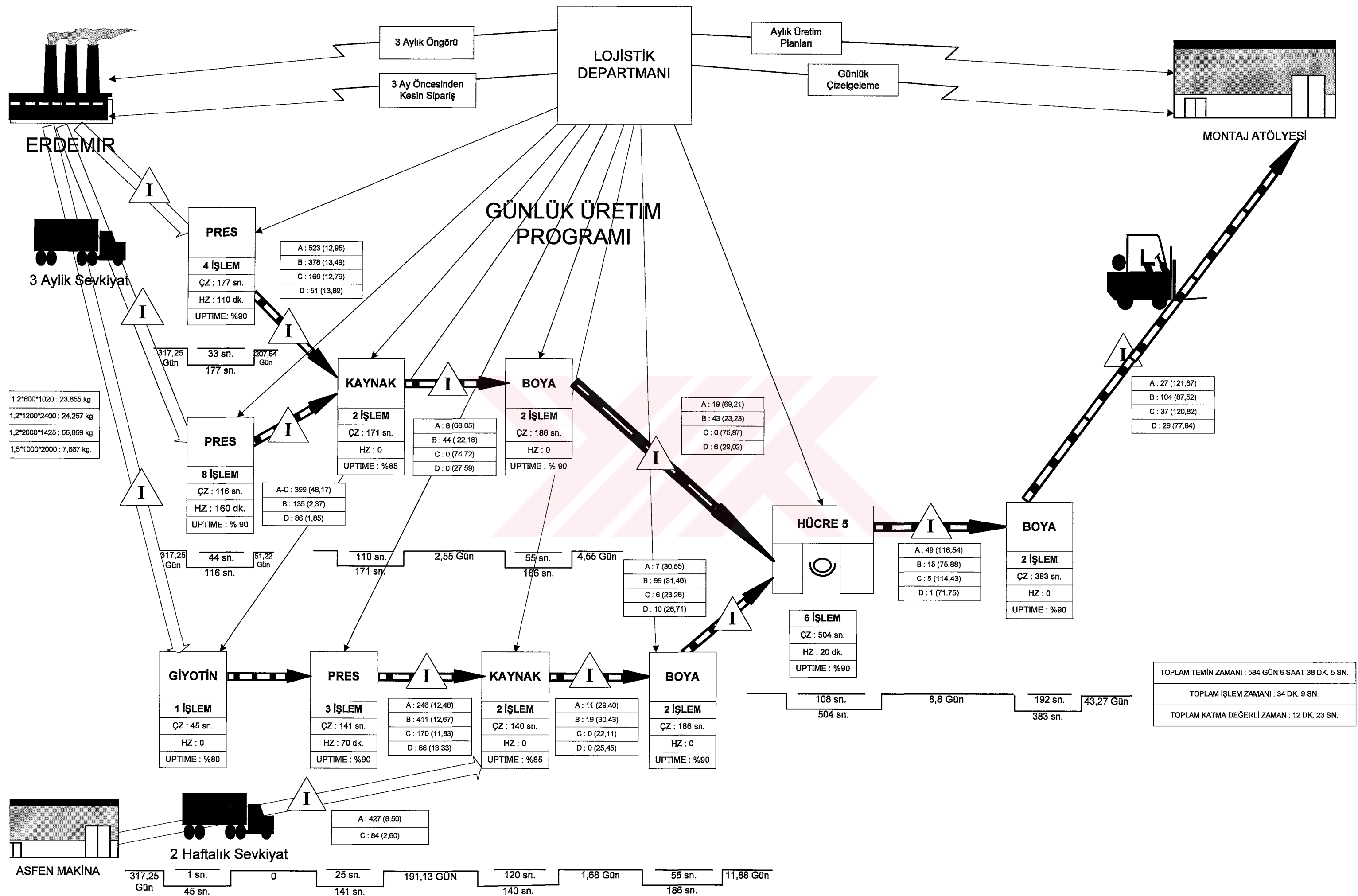
büyükülüğü gibi planlama prametrelerine göre; Uzel’de üretilecek parçalar için “üretim siparişi”, Yurtiçi ve yurtdışından tedarik edilecek parçalar için ise “Teslimat Planı” çıkarır.

Lojistik departmanında her parça için görevli bir “Malzeme İhtiyaç Planlama Sorumlusu” vardır. Bu sorumlular, kendi sorumluluğundaki parçaları kontrol ederek, bunları üretim siparişleri çıkarırlar.

Tüm bu verilere göre yakıt tankı parça ailesi için mevcut durum değer akış haritası Şekil 5.16’te görüldüğü gibi olur.

Bu haritada da görüldüğü gibi Toplam temin zamanı, 584 gün 6 saat 38 dk. 5 sn.; Toplam işlem süresi 34 dk. 9 sn. ve toplam katma değerli zaman 12 dk. 23 sn.dir.





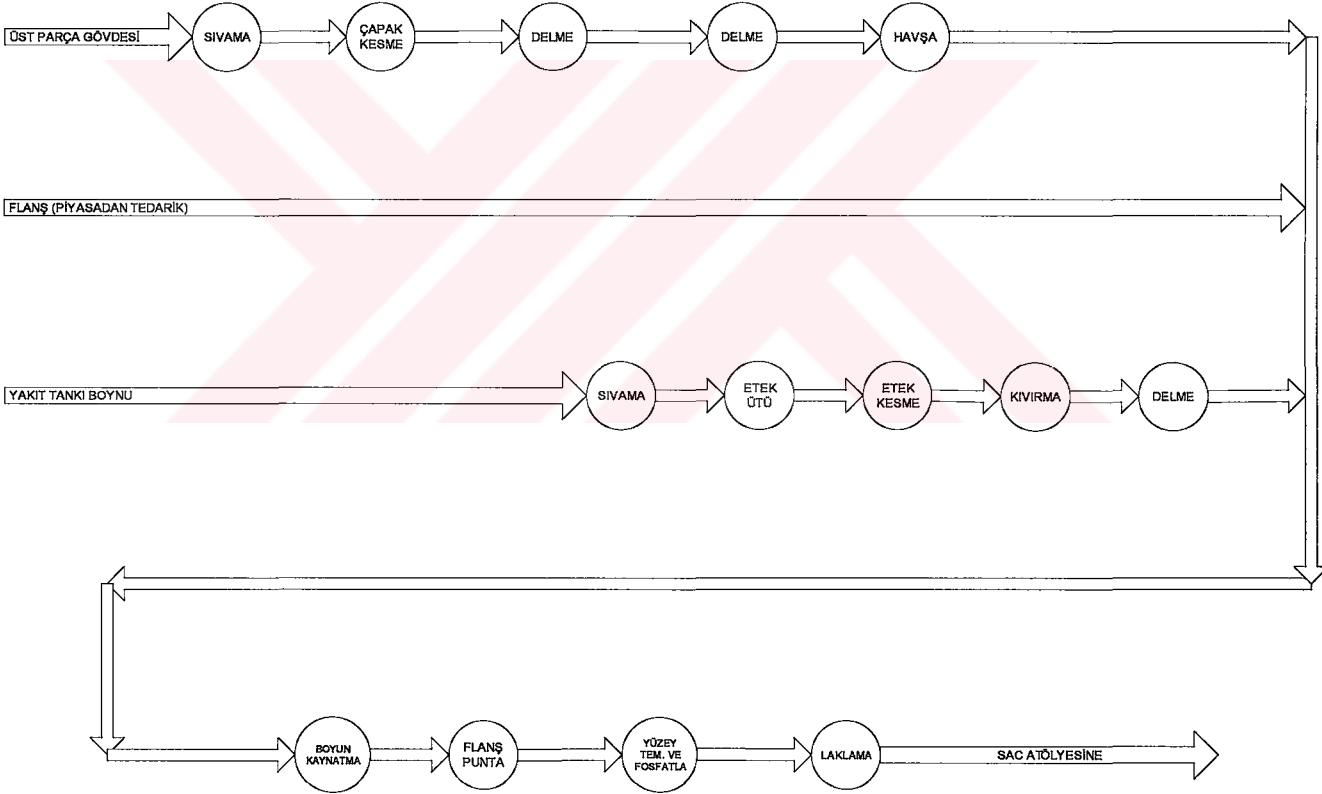
Şekil 5.16 Yakıt tankı parça ailesi için mevcut durum değer akış haritası.

5.2.2.2 Gelecek Durumun Haritalanması

Yapılan incelemeler sonucu, proseste şu iyileştirmelerin yapılabileceği öngörülmüştür:

- Öncelikle yakıt tankı boynunun iş akışında ilk aşamayı oluşturan “Kesme” işlemi, bir sonraki adım olan “Sıvama” kalıbında yapılan bir revizyon ile elemine edilmiştir. Bununla 20 sn.lik işçilik zamanı elemine edilmiştir. Sürmekte olan çalışmalar kapsamında, 4. operasyon olan “Sıvama” kalıbında yapılacak değişiklikler ile 2. işlem olan “Sıvama” ve 3. işlem olan “Çapak Kesme” de elemine edilerek, ilk üç aşamanın ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır. Böylece, 48 sn.lik işçilik zamanı elemine edilmiş olacaktır.

Yeni durumda yakıt tankı boynunu da içeren üst parça kompleksi iş akış şeması Şekil 5.16’da görüldüğü gibi olacaktır.



Şekil 5.17 Üst parça kompleksi gelecek durum iş akış şeması.

- Pres atölyesinde halihazırda sürmekte olan bir SMED çalışması ile, kalıpların ve bunların bağlama biçimlerinin standart hale getirilme çalışması mevcuttur.

Bu çalışma kapsamında tüm kalıp ve preslerin yükseklikleri standart hale getirilerek,

cıvata ve somunlar elemine edilmekte, bunun yerine kalıpların prese bağlanmasında pnömatik sistemlerden yararlanılmaktadır.

Bu çalışma bazı presler ve kalıplar için tamamlanmış olup, 1 ila 2 yıl zarfında tüm kalıpların bağlama biçimlerinin standardize edilerek, makine hazırlık zamanlarının 10 dk.nın altına indirilerek, üretimde daha fazla esneklik sağlanması düşünülmektedir.

- Sac atölyesi Hücre 5'te yapılan incelemelerde, öncelikle hücrenin tek parça akışına uygun olması için çapak kesme işleminin alt ve üst parçalar dikiş kaynağı ile birleştirildikten sonra tek seferde gerçekleştirilmesi gerektiği tespit edilmiştir. Yapılan incelemelerde, çapak kesme işleminin tek seferde gerçekleştirilememesine, kalıptaki bir aksaklık sonucu, alt ve üst parçalar birlikte kesildiklerinde alt parçada bir oraya çıkan bir "tırnak" sonucu, bu parçaların son montajı sırasında bu parçanın operatörlerin ellerini keserek iş kazasına neden olduğu ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla, P26 nolu çapak kesme presinin kalıbında yapılacak bir revizyon ile, bu mahsur ortadan kaldırılacak ve yakıt tankı kompleleri dikiş kaynağı yapıldıktan sonra tek bir adımda çapak kesme işlemine tabi tutulacak, hem operatör zamanı azaltılacak, hem hücre içindeki ara stoklar ortadan kaldırılacak, böylece maliyet tasarrufu elde edilecek ve hücrenin 5S prensiplerine daha uygun hale getirilmesi sağlanacaktır.
- Hücrenin 5S prensipleri çerçevesinde yeniden düzenlenmesi ile, operatörlerin işlemleri daha az zamanda, daha az yürüyerek ve daha az emek harcayarak gerçekleştirmesi sağlanmalıdır. Bu çerçevede ele alınması gereken problemler ve bunlara önerilen çözümler şu şekildedir:

- Yakıt tanklarının ağırlıkları ortalama 15 kg'dır. Hücre içindeki işlemler arasında operatör bu parçaları elle taşıdığından, zamanla yorulmakta, bu da ilerleyen zamanlarda çalışma veriminin düşmesine neden olmaktadır.

Bunu bertaraf etmek için alternatiflerden biri, hücrede çalışan içinde kullanılan fiktürlerin tekerlekli sehpalara monte edilerek, hareketli hale getirilmesi ve tüm makinelerin bu sehpalara yerleştirilen parçaların herhangi bir ayar gerektirmeksizin işlem görebilmesini sağlayacak şekilde yüksekliklerinin ayarlanması düşünülebilir.

Bir diğer çözüm alternatifi ise, hücrede çalışan operatörlerin rotasyona tabi tutulmasıdır. Bu çerçevede hücrede öğleden önce ve sonra farklı operatörler görevlendirilebilir.

Ayrıca makineler arasındaki mesafelerin azaltılması da bu çerçevede düşünülebilir. Böylece operatör için daha ergonomik bir çalışma ortamı sağlanarak, daha az yürütmesi ve daha az emek sarfmesi sağlanarak, operatör etkinliği artırılabilecektir. Ayrıca, bu şekilde hücre içindeki sabit sehpa alanının elemine edilmesi ve makinelerin birbirine daha yakınlaştırılması ile, hücre içinde ara stok alanı bırakılmayarak, operatörün işleri tek parça akışı biçiminde gerçekleştirilmesi teşvik edilmiş olacaktır.

- Hücre içi girdi ve mamül arastok alanları belirsizdir. Bu nedenle operatör, ara stokları hücre içinde müsait herhangi bir yere koymakta, bu ise, fazladan yürütmesine; emek ve zaman harcamasına neden olmaktadır.



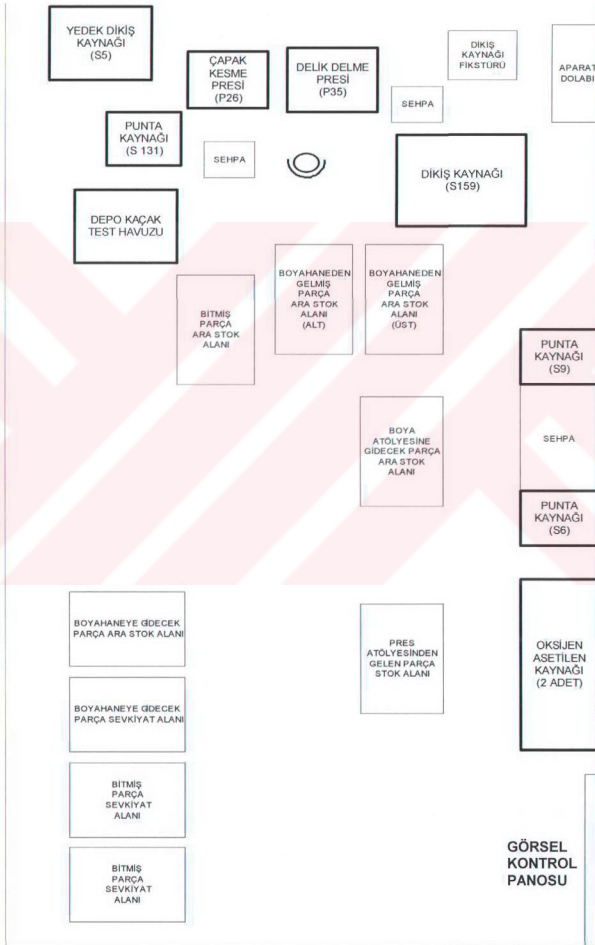
Resim 5.11 Hücre 5'te mevcut durumdaki ara stok alanları

Bunu bertaraf etmek için hücre içinde boyahaneden gelen alt ve üst parça kompleleri için, preshaneden gelen parçalar için ve montaj atölyesine gidecek bitmiş parçalar için zeminin renkli olarak boyanması suretiyle, belirli arastok alanları oluşturulmalıdır. Bu yapıldıktan sonra, hücre içindeki her türlü yerleşim operatör tarafından gerçekleştirildiğinden, bu çalışmadan operatörün kendisinin de zaman ve emek olarak sağlayacağı fayda kendisine anlatılmalı ve buna riayet etmesi için gerekli önlemler alınmalıdır.

- Hücrede üretim sırasında kalite ile ilgili bazı problemler ortaya çıkmaktadır. Her ne kadar bu problemler operatörler tarafından hemen üstlerine iletilmek durumundaysa da, bu mekanizmanın işleminde bazı güçlükler bulunmaktadır. Bu nedenle, operatörün kalite, proses, vb. problemleri ve diğer önerilerini yazabilmesi için hücre içinde bir görsel kontrol panosu yerleştirilebilir. Bu panoda yalnızca problemleri yazmak için bir alan değil, aynı zamanda hücrede

gerçekleştirilen operasyonların yabancı birisinin bile hemen anlayabileceği biçimde hazırlanmış standart operasyon formları ve bunların açıklamaları, alınması gereken güvenlik önlemleri ile ilgili uyarılar ve sosyal duyurularla ilgili bir kısım yerelabilir.

Bu çerçevede Hücre 5 için önerilen gelecek durum yerleşimi Şekil 5.18’de görülmektedir.



Şekil 5.18 Hücre 5 gelecek durum yerleşimi

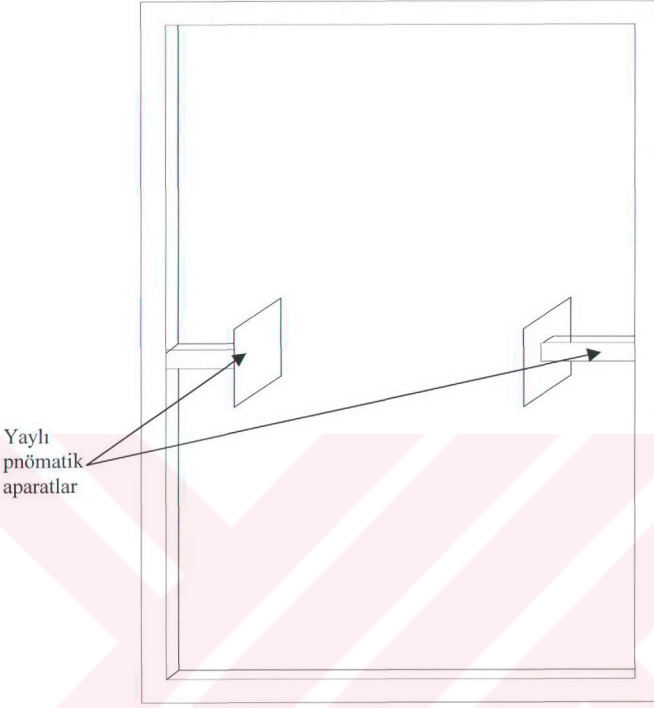
- Hücre içinde bu işlemlerin gerçekleştirilmesi sırasında operatörün verimini düşüren en önemli etkenlerden birisi, dikiş kaynağında üst ve alt parça komplelerinin kaymasını engellemek üzere parçaya yerleştirilen iki adet ayarlı pensenin alınarak, sehpa da bulunan parçaya takılmasıdır. Bu penselerin varlığı, operatörün dikiş kaynağında penselerin alınacağı zamanı belirlemek üzere sürekli olarak nezaret etmesini gerektirmekte, bu ise operatörün dikkatini dağıtmakta, fazladan yol yürümesine ve başka işlem gerçekleştirememesine neden olmaktadır.



Resim 5.12 Alt ve üst parçaları bir araya getirmekte kullanılan ayarlı pense.

Bu nedenle, dikiş kaynağının üzerinde pensenin elemine edilmesini sağlamak üzere, hücreye bir “Askılı Punta Kaynağı makinesi” ilave edilmelidir. Bu punta kaynak makinesi tavandan bir manipülatöre bağlanarak, istenilen noktaya hareket edebilmesi sağlanmalıdır. Bu mekanizma sayesinde, operatör alt ve üst parçaları doğrudan dikiş kaynağı fişstürü üzerinde bir araya getirecek, dikiş kaynağındaki penseleri almak için fazladan zaman sarfetmesi ve yürümesi gerekmeyecek, toplam çevrim zamanı ve işçilik zamanı gereksinimi azalacaktır.

Bunun yerine ikinci bir alternatif olarak, dikiş kaynağının üzerinde pensenin elemine edilmesini sağlayacak pnömatik bir mekanizma yerleştirilebilir. Bu mekanizma Şekil 5.19’da görülebilir. Bu çalışmada oluşturulan gelecek durum haritasında askılı punta kaynağı kullanımı öngörülmüştür.



Şekil 5.19 Dikiş kaynağında penseyi elemine etmek için tasarlanan mekanizma.

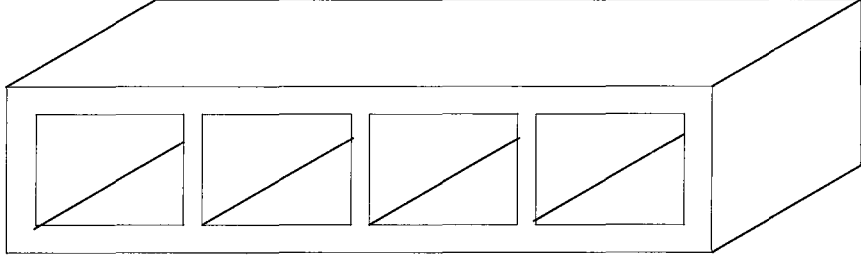
- Dikiş kaynağı makinesinin üzerinde yeralan çalıştırma butonu, operatörün ekstra hareket etmesine neden olacak uzak bir noktada bulunmaktadır. Bu butunun yerine, makinenin fikstürü üzerinde ayrı bir başlama ve durdurma butonu konularak, operatörün gereksiz hareket gerçekleştirmesi engellenmiş olacaktır.



Resim 5.13 Dikiş kaynağını çalıştırmak için operatörün hareketi.

- Dikiş kaynağındaki elektrotlar zamanla çapak oluşturmaktadır. Bu çapaklar, yakıt tanklarını delerek, tankların sızdırmasına neden olmaktadır. Bu çapakların oluşmasını engellemek üzere makineye yerleştirilmiş olan parçalar, elektrotların üst kısmında, dönüş yönünde yermekte, bu nedenle işlevlerini yerine getirememektedir. Bu nedenle operatör bu sakıncayı ortadan kaldırmak için sorun ortaya çıktığında makinenin elektrotlarını iyelemek durumunda kalmaktadır. Bunu önlemek için elektrotlarda çapak oluşmasını engelleyecek parçalar makinenin alt kısmına yerleştirilecek biçimde makinenin dizaynı değiştirilmelidir.
- Hücrede üretilen yakıt tanklarının kim tarafından ve ne zaman üretildiğinin depo üzerinde belirtilmesi amacıyla, numara vurma işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu işlemde operatör dört parça metal çubuğu çekiçe vurmak suretiyle; gün, ay, yıl ve kendi ismini tankın üzerine yazmaktadır. ancak bu işlem için kullanılan dört metal çubuğu tek tek eline almakta, sıraya koymakta, tek tek vurmakta ve yine sıralayarak, presin üzerine koymaktadır. Bu işlem için 30 sn.lik bir zaman harcamaktadır.

Deponun üzerine vurulacak olan numaraların tümünü bir arada tutacak basit bir aparat ile, bu numaralama işleminin 5 sn. gibi kısa bir zamanda gerçekleştirilmesi mümkündür. Bu aparat her gün farklı metal çubukların kullanımı gerektiğinden, bu çubukların her gün değiştirilebilmesine izin verecek tarzda, onları bir arada tutacak biçimde dizayn edilmiştir. Bu sayede, 25 sn.lik bir işçilik zamanı kazanılmıştır. Bu aparat Şekil 5.20'de görülebilir.



Şekil 5.20 Numara vurma için geliştirilen aparat.

Ayrıca bu numara vurma işleminin de, depo kaçak test işlemi sırasında gerçekleştirilmesi sağlanarak, toplam çevrim süresi azaltılmıştır.

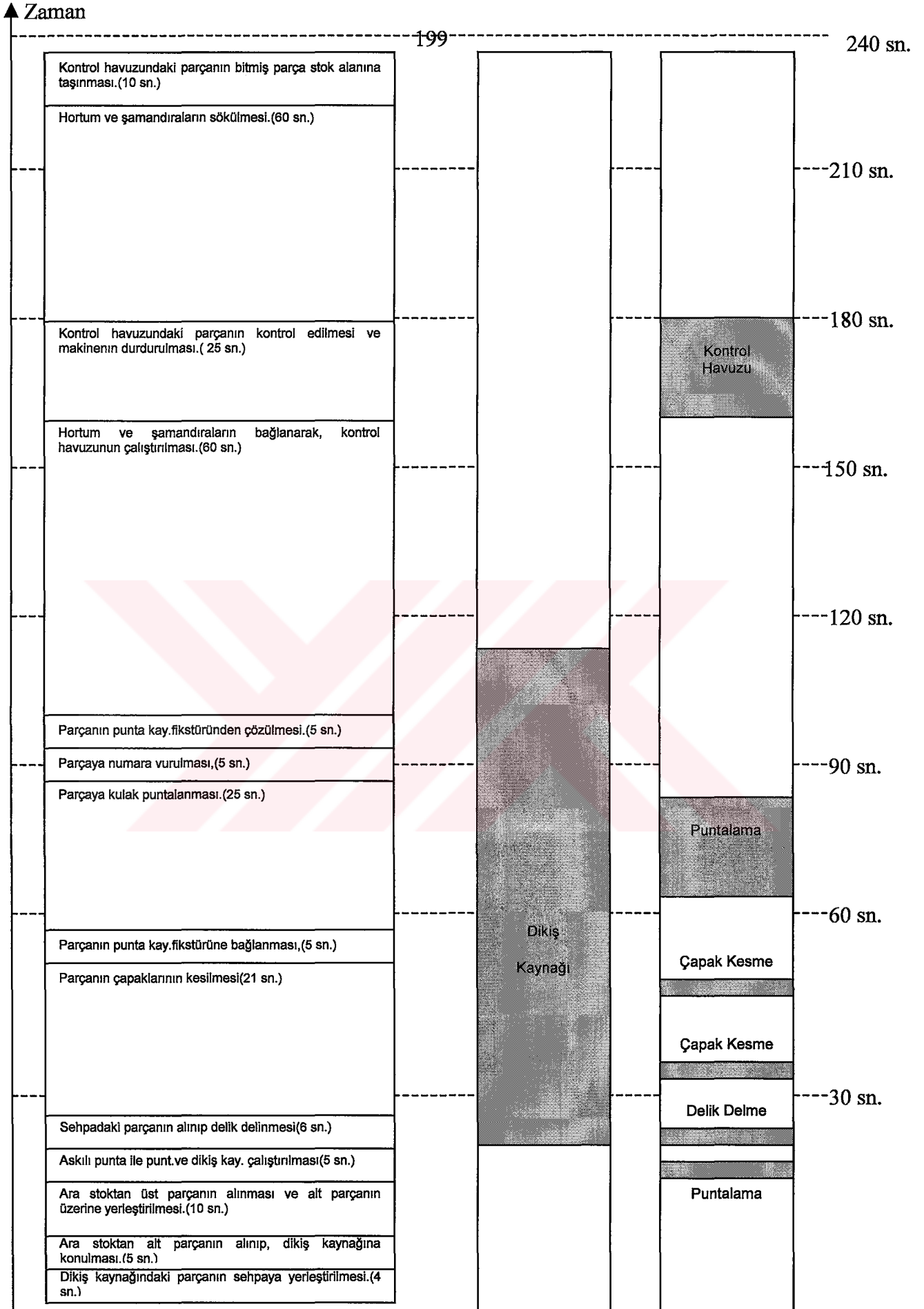
Tüm bu değişikliklerin sonucunda ortaya çıkan yeni duruma ilişkin standart operasyon sırası Çizelge 5.25’te görüldüğü gibidir.



Çizelge 5.25 Hücre 5 gelecek durum standart operasyon sırası.

Sıra No	İşlem	Değer Katan (sn.)	Değer Katmayan (sn.)	Toplam (sn.)
1	Dikiş kaynağındaki parçanın alınıp sehpaye konulması	0	4	4
2	Ara stoktan alt parçanın alınıp dikiş kaynağı makinasına konulması	0	5	5
3	Ara stoktan üst parçanın alınıp dikiş kaynağında alt parçanın üzerine yerleştirilmesi	3	7	10
4	Parçaların askılı punta ile puntalanması,dikiş kaynağının çalıştırılması	0	5	5
5	Sehpa daki parçanın alınıp parçaya delik delinmesi	1	5	6
6	Parçanın çapaklarının kesilmesi	2	19	21
7	Parçanın punta kaynak fikstürüne bağlanması	0	5	5
8	Parçaya kulak puntalanması	20	5	25
9	Parçaya numara vurulması	0	5	5
10	Parçanın punta kaynak fikstüründen çözülmesi	0	5	5
11	Parçanın alınıp kontrol havuzu fikstürüne yerleştirilmesi, hortum ve şamandıraların bağlanması	0	60	60
12	Kontrol havuzundaki parçanın kontrol edilmesi ve makinanın durdurulması	0	25	25
13	Hortum ve şamandıraların çözülmesi	0	50	50
14	Kontrol havuzundaki parçanın bitmiş ürün stok alanına yerleştirilmesi	0	10	10
TOPLAM		26	210	236

Gelecek durumda Hücre 5'te gerçekleştirilen işlemlere ilişkin insan makine diyagramı Şekil 5.21'de görüldüğü gibidir.



Operatör

Şekil 5.21 Hücre 5 gelecek durum insan makine diyagramı

- Üretimin tüm aşamaları lojistik departmanı tarafından oluşturulan üretim siparişlerine göre günlük olarak çizelgelenmektedir. Ancak her zaman için, üretimde aksamalar meydana gelmekte, üretimi yetiştirilemeyen parçalar olmakta, bunun neticesinde, üretimin aksamasını engellemek amacıyla, emniyet stokları bulundurulmaktadır.

Oysa, son montajdaki üretim karmasının ve hacminin seviyelendirilmesi ile ortaya çıkacak düzgün bir üretim için oluşturulacak bir çekme sistemi, üretimin diğer tüm aşamalarının müşterinin talebi tarafından kendiliğinden çizelgelenmesini sağlayacak, üretimdeki aksamalar minimuma inecektir. Bu durumda lojistik departmanı yalnızca son montajı çizelgeleyeceğinden, lojistik departmanının da işyükü azalmış ve üretim için gerekli olan endirekt işçilik gereksinimi de azalmış olacaktır. Üretimin müşteri tarafından çekilmesi için kanban sisteminin kurulması gerekmektedir. Bu sistemin kurulması için ilk koşul, günlük talebin belirlenmesidir.

Yakıt tankı türleri için günlük talep daha önce Çizelge 5.14'te (s.182) verilmişti. Görüldüğü gibi, "B" ve "C" kodlu yakıt tankları için günlük talep küsüratlı olarak bulunmaktadır. Yuvarlama yapılması durumundaysa alt rakama yuvarlama durumunda gereksinimin karşılanamaması, üst rakama yuvarlama yapılması durumundaysa fazla üretim israfı söz konusu olmaktadır. Bu durumda, "B" ve "C" tankları için haftalık küsüratlar toplamı şu şekilde bulunur:

$$0,8 \cdot 5 = 4 \quad (5.5)$$

$$0,2 \cdot 5 = 1 \quad (5.6)$$

Buna göre haftada 5 adetlik bir toplam yakıt tankı ihtiyacı vardır. Haftada 5 gün üretim yapıldığına göre, haftanın 4 gününde "B" parçasından bir fazla, diğer gün ise "C" parçasından bir fazla üretilerek, günlük üretim 42 adette sabitlenmiş olacaktır. Bu durumda haftalık üretim siparişleri Çizelge 5.26'da görüldüğü gibi olacaktır.

Çizelge 5.26 Yakıt tankı türleri için günlük üretim sipariş miktarları.

Yakıt Tankı Türü	Üretim Sipariş Miktarı				
	Pzt	Salı	Çrş	Perş	Cuma
0017669 (A)	13	13	13	13	13
0012185 (B)	23	23	23	23	22
001636 (C)	1	1	1	1	2
001611 (D)	5	5	5	5	5
TOPLAM	42	42	42	42	42

Bu çizelgede üretimin dağıtıldığı günler örnek mahiyetinde olup, talebe göre fazladan üretimin yapıldığı günlerin değiştirilmesi mümkündür.

- Montaj atölyesinin günlük kapasitesi 70 traktördür. Buna göre Montaj atölyesinin takt zamanı aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$31.200/70 = 445 \text{ sn.} \quad (5.7)$$

Bunlardan 42 tanesi metal yakıt tankı kullandığına göre, geri kalan 28 adedinde plastik yakıt tankları kullanılmaktadır.

Montajdan önce malzemenin akış halinde olması sözkonusu olmadığından, tempoyu belirleyen proses son montaj atölyesidir. Bu durumda montaj atölyesi çizelgelenmeli ve üretim hacmi ile karması montaj atölyesinde seviyelendirilmelidir.

- Montaj atölyesinde emniyet stoğu tutulması gerekli görüldüğünden, montaj ve boya atölyeleri arasında bir süpermarket çekme sistemi kurulmalıdır. Yakıt tankı kompleksi için, bir aylık ihtiyaca bakılarak, bir günlük emniyet stoğu tutulmaktadır. Bu nedenle, bu parça süpermarketinde, günlük talebe yakın miktarda parça bulunmalıdır. Buna göre, montaj ile sac kaynağı arasında kurulacak süpermarkette bulunacak parça adetleri Çizelge 5.27’de görüldüğü gibi olacaktır.

Çizelge 5.27 Yakıt tankı türleri için sac ve montaj atölyeleri arasındaki parça süpermarketindeki parça adedi.

Yakıt Tankı Türü	Süpermarket Parça Miktarı
0017669 (A)	13
0012185 (B)	24
001636 (C)	2
001611 (D)	6
TOPLAM	46

Bu parçalardan yalnızca “A” parçası için farklı bir fikstür kullanılmakta ve dikiş kaynağı makinesında bu fikstürün değiştirilmesi 20 dk. almaktadır. Bu durumda gün içinde sık sık fikstür değişimi yapılarak küçük partiler halinde üretim yapılması efektif değildir. Dikiş kaynağı fikstürünün değişiminde yapılacak bir çalışma ile, hazırlık süresi 10 dk.nın altına indirilmelidir. Böylece, günde en azından iki kez fikstür değişimi yapılarak, daha esnek ve stoksuz bir üretim gerçekleştirilebilir. Eğer hazırlık zamanları daha da azaltılabilirse, bu durumda kanban kartı başına üretim adetleri de aşağı çekilebilir.

Yapılacak olan iyileştirmelerle, hazırlık zamanlarının 10 dk.nın altına düşürülmesi durumunda, günde iki kez model değişimi gerçekleştirilebilir. Bu durumda,

- “A” parçası için her biri 7 parça üretim emrini taşıyan 2 kanban kartı;
- “B” parçası için her biri 4 parça üretim emrini taşıyan 6 kanban kartı;
- “C” parçası için her biri 1 parça üretim emrini taşıyan 2 kanban kartı ve
- “D” parçası için ise, her biri 1 parça üretim emrini taşıyan 6 kanban kartının

kullanılması gereklidir.

- Boya ile sac atölyeleri eşzamanlı olarak çizelgelendiklerinden, bir atölyeye açılmış olan sipariş, aynı anda diğer atölyeye de açılmış olmaktadır. Dolayısıyla, sac atölyesinden çıkan parçalar doğrudan boya atölyesine gitmekte ve burada işlem görmekte, buradan çıkan parçalar da doğrudan sac atölyesine gitmekte, ayrı bir üretim siparişinin açılmasını beklememektedir. Keza aynı durum pres ve giyotin atölyeleri için de geçerlidir.

Bu durumda bu Sac-Boya ile Giyotin-Pres atölyeleri arasında bir “İlk Giren İlk Çıkar(FIFO-First In First Out)” sisteminin kurularak, sürekli akışın sağlanması mümkündür.

- Pres atölyesinde üretim parti üretimi şeklinde olduğundan, sac atölyesi ile pres atölyeleri arasına bir parça süpermarketinin kurulması gereklidir. Pres atölyesinden gelmekte olan parçalar için bir aylık ihtiyaca bakılarak 2 günlük emniyet stoğu tutulmakta ve aylık ihtiyaç miktarında üretim gerçekleştirilmektedir.

Pres atölyesinde yapılmakta olan SMED çalışmasıyla model değişim süreleri 10 dk.nın altına indirildiğinde, parti büyüklükleri azaltılabilecektir. Ayrıca gelecek durumda, pres ve sac atölyeleri arasında sinyal kanbanı sistemi kurulmalıdır. Bu sistemde, sinyal kanbanlarının üretim emrini verecekleri nokta olarak, mevcut durumdaki 2 günlük emniyet stoğu miktarı baz alınmıştır. Sinyal kanbanlarının yakıt tanklarının türlerine göre

verdiği üretim siparişleri ve hangi seviyede bu siparişlerin verildiği, Çizelge 5.28’de görülmektedir.

Çizelge 5.28 Yakıt tankı türlerine göre pres ve sac atölyeleri arasında kurulacak sinyal kanbanlarının verecekleri üretim siparişi miktarları ve bu siparişin verileceği seviyeler.

Yakıt Tankı Türü	Parça Türü	Sinyal Kanbanı Seviyesi (adet)	Kanbanın Verdiği Üretim Siparişi (adet)
0017669 (A)	Alt parça gövdesi	25	65
0017669 (A)	Üst parça gövdesi	25	65
0017669 (A)	Yakıt tankı boynu	25	65
0012185 (B)	Alt parça gövdesi	45	100
0012185 (B)	Üst parça gövdesi	45	100
0012185 (B)	Boyun Servis Kapağı	45	100
001636 (C)	Alt parça gövdesi	3	6
001636 (C)	Üst parça gövdesi	3	6
001636 (C)	Depo Boğazı	3	6
001611 (D)	Alt parça gövdesi	10	25
001611 (D)	Üst parça gövdesi	10	25
001611 (D)	Boyun Servis Kapağı	10	25

- Ham malzemelerin temin edildiği Ereğli Demir Çelik, sipariş ve sevkiyat konusunda oldukça katı bir tavır sergilemektedir. Ereğli Demir Çelik, yakın zamanda uygulamaya koyduğu bir kararla, ürettiği malzemeler için minimum sipariş miktarlarını yükseltmiştir. Bu ise, ham malzemeye bağlanan sermayenin artmasına yol açmıştır.

Uzel makine bunun üzerine, üretiminde farklı ham malzeme kullanılan komponentlerin ham malzemelerini ortaklaştırarak, satın alınan ham malzeme çeşitliğinin azaltılması ve satın alınan hammalzemelerin kullanım miktarlarının artırılarak, stok dönüşüm hızını en azından bugünkü seviyesinde tutmayı hedeflemektedir.

Ereğli demir çelik’in bu katı tutumu nedeniyle, ham malzemeler için daha sık ve daha az

miktarlarda sevkiyat olanaksız olmaktadır. Bir diğer ham malzeme tedarikçisi olan Borçelik'in ise, fiyatlarının Ereğli Demir Çelik'e göre pahalı oluşu, ham malzeme sevkiyatı konusunda iyileştirme yapılmasını olanaksız kılmaktadır.

Ham malzemeler için de bir satıcı kanbanı sistemi kurulmalıdır. Bu sistemde eldeki stok miktarı, halihazırda emniyet stoğu olarak tutulan 2 aylık ihtiyaca bakılarak, 6 haftalık ihtiyaç miktarına malzemenin temin süresi olan 1 aylık dönemdeki ihtiyacın eklenmesi ile bulunur. Bu durumda eldeki stok miktarı 2,5 aylık(75 gün) ihtiyacı karşılayacak düzeyde olacaktır. Bunun gerçekleştirilebilmesi ancak malzemelerin ortaklaştırılarak, malzemelerin aylık kullanımlarının Erdemir'in belirlemiş olduğu minimum sipariş miktarına çekilmesi ile mümkündür.

- Dalgakıran perde parçasını tedarik eden Asfen Makine ile daha sık sevkiyat yapılması hususunda görüşme yapılmalıdır. Bu çerçevede, halihazırda 2 haftada bir olan sevkiyat sıklığı haftada bire düşürülmeli ve sipariş miktarı da azaltılmalıdır.

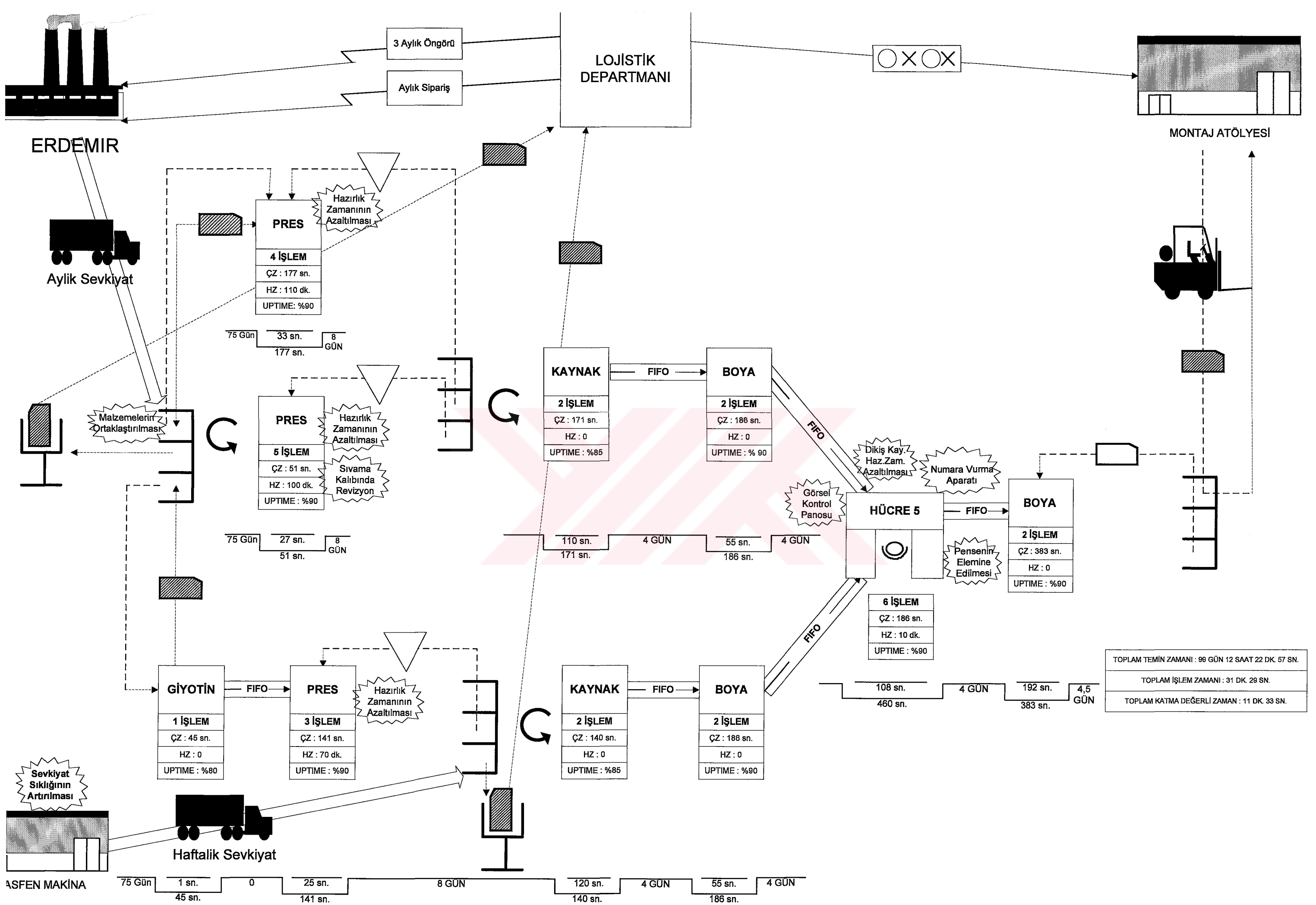
Dalgakıran perde parçası için bir satıcı kanbanı sistemi oluşturulmalıdır. Dalgakıran parçası için halihazırda 3 aylık ihtiyaca bakılarak 2 haftalık emniyet stoğu tutulmaktadır. Bu sistemde sipariş verme noktası; emniyet stoğuna, parça temin süresi olan 1 haftanın eklenmesiyle bulunan 3 haftalık ihtiyaç düzeyi olarak belirlenmiştir. Sipariş miktarı ise, sevkiyat sıklığı 1 haftaya indirildiğinden, 1 haftalık ihtiyaç düzeyi olarak tespit edilmiştir. Ancak "C" parçası için kullanılan miktar çok düşük olduğundan, 10'un katlarına yuvarlanmıştır. Dalgakıran parçası için sipariş verme noktası ve sipariş büyüklüğü Çizelge 5.29'da görüldüğü gibidir.

Çizelge 5.29 Dalgakıran perde parçası için satıcı kanbanı yeniden sipariş noktası ve sipariş miktarları.

Parça Türü	Satıcı Kanbanı Sipariş Noktası	Satıcı Kanbanı Sipariş Büyüklüğü
Dalgakıran Perde(A)	195	65
Dalgakıran Perde(C)	20	10

Tüm bu verilere göre, yakıt tankı parça ailesine ait gelecek durum değer akış haritası Şekil 5.22’de görüldüğü gibidir. Haritada görüldüğü gibi, yapılan yeni düzenlemelerle toplam temin süresi 584 gün 6 saat 38 dk. 5 sn.den, 99 gün 12 saat 22 dk. 57 sn.ye; Toplam işlem zamanı 34 dk. 9 sn.den 31 dk. 29 sn.ye; Toplam katma değerli zaman ise 12 dk. 23 sn.den 11 dk. 33 sn.ye inmiştir.





Şekil 5.22 Yakıt tankı parça ailesi için gelecek durum değer akış haritası.

6.SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Henry Ford'un 20. yüzyılın başında seri üretim sisteminin geliştirilmesinden önce uygulanan emek-sanat bağımlı üretim modeli, her şeyden önce, düşük bir üretim hacminde ve yüksek maliyetlerle üretim yapmaktaydı. Bu nitelikli üreticiler, yüksek vasıflı çalışanları ile her tüketici için ayrı ve özel mamuller üretmekteydiler. Kullanılan teknikler ve üretim araçları son derece basitti, ancak esnek bir niteliğe sahipti.

Emek- sanat bağımlı üretimin düşük hacimli ve pahalı üretim yapısını değiştirmeye yönelik ilk girişimler, 20. yüzyılın başlarında Henry Ford tarafından gerçekleştirildi. Ford, tasarladığı yeni sistemle birim maliyetleri düşürürken, kalite ve verimliliği de arttırmayı başarıyordu. Bu yeni sistem Henry Ford tarafından "seri üretim" olarak adlandırılmaktaydı. Ancak seri üretim büyük oranda her parça için ayrı makineler kurulmasını gerektirdiğinden, oldukça fazla sermaye yatırıma ihtiyaç gösteriyordu. Ayrıca, başka bir ürünün üretimi için gerekli olan maliyet ve süre bu sistemin esnek olmamasına neden olmaktaydı. Müşterilerin ihtiyaçlarının değişim hızının düşük olduğu 20.yy.ın ilk yarısında bu üretim sistemi oldukça iyi sonuçlar vermiştir.

20.yy.ın ikinci yarısından itibaren, müşterilerin ihtiyaçlarının değişim hızı artmaya başlamıştır. Önceki yıllarda arz kısıtlı olduğu için müşteriler, kendilerine sunulan şeyleri tüketmek zorunda kalmışlardır. Oysa zamanla teknolojinin gelişim hızının artması ve kitle iletişim araçlarının da yayılmasıyla birlikte, tüketicilerin ihtiyaç olarak algıladığı şeyler de hızla değişmeye başlamış, dolayısıyla ürünlerin piyasada kaldıkları süre çok kısalmıştır. Dolayısıyla, değişen ihtiyaçlara zamanında yanıt verecek biçimde ürünleri piyasaya sürmek ve bunu en az maliyetle gerçekleştirecek kadar esnek bir üretim yapısına sahip olmak, işletmelerin yaşamlarını sürdürmeleri için elzem olmuştur.

II. Dünya Savaşı'ndan sonra sermaye sıkıntısı çeken Japonya'da seri üretimin gerektirdiği yüksek sermaye yatırımı yapma imkanı yoktu. Bu nedenle Toyota Motor Company'den Eiji Toyoda ve Taiichi Ohno, üretimi daha az sermaye gerektiren metotlarla gerçekleştirmek için yollar aramışlar ve ortaya koydukları uygulamalarla yalın üretim kavramına öncülük etmişlerdir.

Yalın üretim, makine hazırlık zamanlarının kısaltılması, üretim pati büyüklüklerinin azaltılması, üretim içi stok miktarının minimize edilmesi gibi ilkelerle müşteri ihtiyaçlarına mümkün olan en hızlı biçimde ve en az maliyetle yanıt verilmesini sağlamıştır. Dolayısıyla, Japonya'daki tarihsel ve ekonomik sonuçlar sonucu ortaya çıkan bu yeni sistem, çağın tüketim yapısına uygunluğu nedeniyle Japon şirketlerine önemli rekabet avantajı sağlamış,

Japon otomobil firmalarının dünya pazarındaki paylarını hızla artırmalarına neden olmuştur. Bunu gören diğer üreticilerin bu teknikleri öğrenerek kendi işletmelerinde uygulamaları ile yalın üretim tüm dünyaya yayılmış, giderek yaygınlaşmıştır.

Yalın üretim; en az kaynakla, en kısa zamanda, en ucuz ve hatasız üretimi, müşteri talebine de birebir yanıt verebilecek şekilde, en az israfta ve tüm üretim faktörlerini esnek bir şekilde kullanıp, potansiyelinin tümünden yararlanarak nasıl gerçekleştirilebileceği arayışının bir sonucudur.

Yalın üretim sisteminin amacı yalın bir değer akışı sağlayarak işletmede üretime değer katmayan faaliyetlerin -yani israfların- elimine edilmesidir. Değer akışı, her ürün için esas olan, ana akışlar boyunca bir ürünü meydana getirmek için ihtiyaç duyulan, katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetlerin bütünüdür. Yalın dönüşüm için, işletmelerin değer akışlarındaki israfların ortaya çıkarılarak bunların ortadan kaldırılması gerekir. Bu noktada yalın dönüşümü gerçekleştirmek ve bunu sürekli mükemmelleştirmek için “Değer Akış Yönetimi” tekniği kullanılır.

Değer akış yönetimi, işletmenin fonksiyonel birimleri arasında akan değer bütünsel bir resmini çekerek, fonksiyonel bakış açısının değer akışı önüne kurduğu engelleri kaldırır ve değer müşteriye doğru olabildiğince hızlı bir biçimde akmasını sağlamayı amaçlar. Yalın dönüşüm bir anda gerçekleştirilebilecek bir olgu değildir, bir süreci gerektirir. Değer akış yönetimi bu süreci yönetmekte kullanılabilecek çok değerli bir araçtır.

Ancak bu tekniğin uygulanabilmesi için öncelikle üst yönetimin yalınlığa kendisini adanması şarttır. Yönetimin desteği ve adanmışlığı olmaksızın hiçbir yalın dönüşüm projesinin başarılı olması mümkün değildir. Üst yönetim bu projeyi yürütmek üzere bir değer akış yöneticisi belirler ve proje ekibini oluşturur. Bu ekipteki herkesin ve genel olarak tüm çalışanların yalın üretim konseptini ve bunun işletme açısından stratejik önemini anlamaları sağlanmalıdır.

Daha sonra yalın dönüşümü gerçekleştirmek üzere bir ürün grubunun üretildiği değer akışı seçilir. Bu değer akışının mevcut durumu proje ekibi tarafından analiz edilerek, haritalandırılır ve hangi iyileştirme çalışmalarının uygulanabileceği, bu çalışmalar sonucunda hangi değerlerde iyileştirme sağlanmak istendiği tespit edilir. Yapılması mümkün olan iyileştirme çalışmaları gelecek durum haritası üzerinde gösterilir. Daha sonra bu gelecek durum haritasına ulaşmak için yapılması gerekenlerin nasıl ve ne zaman yapılacakları bir programlanarak uygulamaya geçilir.

Nitekim bu çalışma çerçevesinde Ford Otosan AŞ ve Uzel Makina AŞ bünyesinde gerçekleştirilen çalışmalar “Değer Akış Yönetimi” tekniğinin sağladığı faydaları ortaya

koymuştur. Ford Otosan Aş. Ön Kros Toplama Hücresinde yapılan uygulama ile Toplam katma değerli zaman değişmeksizin; Toplam temin süresi 17 saat 47 dk. 8 sn.den, 10 saat 4 dk. 58 sn.ye; Toplam işlem süresi de, 11 dk. 8 sn.den, 4 dk. 58 sn.ye inmiştir. Uzel Makina Aş'de ise yakıt tankı parça ailesi için geręekleřtirilen çalışma ile Toplam temin süresi 584 gün 6 saat 38 dk. 5 sn.den, 99 gün 12 saat 22 dk. 57 sn.ye; Toplam işlem zamanı 34 dk. 9 sn.den 31 dk. 29 sn.ye; Toplam katma değerli zaman ise 12 dk. 23 sn.den 11 dk. 33 sn.ye inmiştir.

Tüm dünyada sınırların kalktığı ve uluslar arası ticaretin daha da yoğunlaştığı günümüzde, ölkemizdeki işletmelerin rekabet güçlerini artırmaları daha da önem kazanmıştır. Tüm dünyadaki işletmeler, yalın üretim konseptlerini uygulayarak artan rekabete karşı koymaya, dünya pazarındaki yerlerini korumaya çalışmaktadırlar. Ölkemizdeki işletmeler de bu rekabetçi ortamda yaşamlarını sürdürmek istiyorlarsa, şu anda dünyada genel kabul görmüş olan yalın üretim tekniklerini öğrenmek ve giderek daha iyi bir şekilde uygulamak zorundadırlar. Ancak günümüz koşullarının gerektirdiği değişen koşullara hızlı yanıt verebilmek, ancak bu tekniklerin uygulanmasıyla mümkün olabilmektedir.

Bu noktada Değer akış yönetimi, Türkiye'deki işletmelerin kendilerinin yalınlık açısından nerede olduklarını ve gitmeleri gereken yerin neresi olduğunu belirlemek ve aradaki dönüşümü geręekleřtirmelerini sağlamak üzere kullanabilecekleri çok değerli bir araçtır. Değer akış yönetiminin uygulanması işletmeler kendilerini daha yalın hale getirerek, rekabet güçlerini artırmalarını sağlayacak, bu da artan rekabete karşın dünya ekonomileri içinde ölkemizin konumunun güçlenmesini sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Acar, Nesime (2003), Tam Zamanında Üretim, MPM Yayınları, X.Baskı, No : 542 Ankara.

Acar, Nesime (1992), “Tam Zamanında Üretim ve Kanban Sistemi”, Verimlilik Dergisi 1992/3, MPM Yayınları, Ankara.

Acar, Nesime (1992), “Tam Zamanında Üretim Ortamında Satınalma ve Yan Sanayi ile İlişkiler”, Verimlilik Dergisi 1993/1, MPM Yayınları, Ankara.

Acar, Nesime (1992), “Tam Zamanında Üretim”, Verimlilik Dergisi 1990/1, MPM Yayınları, Ankara.

Acar,N., Çapçı, Semra; (1996), “Tam Zamanında Üretim Uygulamalarında Kritik Başarı Faktörleri, MPM Yayınları, Yayın No:578, Ankara.

Arkış,N., (1996), “Kalite Çemberlerinin Amaçları”, Verimlilik Dergisi Toplam Kalite Yönetimi Özel Sayısı, MPM Yayınları, Ankara.

Askin,R.G.,Goldberg,J.B.,(2002), “Design and Analysis of Lean Production Systems”,Wiley, New York.

Baraçlı,H.(1998), “Sıfır Hataya Ulaşmada Poka-Yoke Tekniği ve Ayakkabı Sektöründe Uygulama Çalışması”, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nde Yapılmış Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul.

Duggan,K.J., (2002), “Creating Mixed Model Value Streams: Practical Lean Techniques for Building to Demand”, Productivity Press, New York.

Durmuşoğlu, M.B. (2003), Tam Zamanında Üretim Sistemleri Ders Notları, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Emre, Aynur (1995), “Tam Zamanında Üretim Sisteminin Ülkemizdeki Uygulamaları ve Sorunları”, MPM Yayınları, Yayın No:543, Ankara.

Feld,W.M., (2001), “Lean Manufacturing:Tools, Tecniques and How to Use Them”, The St.Lucie Press, Boca Raton.

Hasan,D.(2001), “Toplam Verimli Bakım ve Bir İşletmede Uygulama Çalışmaları”,Yıldız

Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yapılmış, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Hounshell, D.A.,(1985); "From American System to Mass Production:1800-1932", The John Hopkins University Press, Baltimore.

Imai,M., (1996), " Kaizen: Japonya'nın Rekabetteki Başarısının Anahtarı", Dördüncü Baskı, Kalder Yayınları, Yayın No:21, İstanbul.

Jones, D., Womack, J., (2002), "Bütünü Görmek: Genişletilmiş Değer Akışı Haritalama", The Lean Enterprise Institute, Brookline.

Kulak,O.,(2003), Hücresel Üretim Sistemleri Tasarımı İçin Aksiyomlarla Tasarım Prensiplerine Dayalı Bütünsel Bir Yöntem", İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yapılmış Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul.

Levinson,W.A.,(2002), "Lean Enterprise: A synergistic Approach to Minimizing Waste", ASQ Quality Press, Milwaukee.

Ohno, T. (1998), "Toyota Ruhu", Scala Yayıncılık, İstanbul.

Okur. A.S.,(1997), "Yalın Üretim, 2000'li yıllara doğru Türkiye sanayii için yapılanma modeli", Söz Yayınları, İstanbul.

Öncer,M.,(1997), "Japon Ekonomik Mucizesinin Ardında Yatan Gerçek", Verimlilik Dergisi 1997/1, MPM Yayınları, Ankara.

Rother,M., Haris,R., (2001), "Sürekli Akış Yaratmak", The Lean Enterprise Institute, Brookline.

Rother, M. ve Shook, (1999) J., Görmeyi Öğrenmek, The Lean Enterprise Institute, Massachusetts.

Shingo. S., (1985) "A Revolution in Manufacturing: The SMED System" Productivity Press, Cambridge.

Shingo. S., (1985) "A Study of The Toyota Production System From an Industrial Engineering Viewpoint", Revised Edition, Productivity Press, Cambridge.

- Spearman,M.L., Woodruff, D.L., ve Hoop, W.J., (1989), “CONWIP: A Pull Alternative to Kanban”, International Journal of Production Research, Vol. 28(5), s: 879- 894.
- Shingo,S., (1988), “Non-Stock Production:The Shingo System For Continuous Improvement”, Productivity Press, Cambridge, MA.
- Suzaki,K., (1993), “The New Shop Flor Management: Empowering People For Continuous Improvement”, The Free Press, New York.
- Tajiri,M.,Gotoh,F., (1996), “Toplam Verimli Bakım Uygulaması: Bir Japon Yaklaşımı”, Kordsa Yayınları, İstanbul.
- Tapping, D., Luyster T. ve Shuker T. (2002), Value Stream Manegament, Productivity Press, New York.
- Tarhan,Z.,(2000), “Tam Zamanında Üretime Doğru Kaizen Uygulamaları”, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nde Yapılmış, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- The Productivity Press Development Team, (1996) Quick Changeover ; the SMED System, Productivity Press, Cambridge, MA.
- Toyota, (2005), “Toyota Way”, Toyota Motor Company Türkiye Tanıtım Broşürü, Sakarya.
- Womack, J., Jones, D. ve Roos, D., (1990), Dünyayı Değiştiren Makina, Rawson Associates, Newyork.
- Womack, J., Jones, D., (1996), Lean Thinking, Simon and Schuster, Newyork.

İNTERNET KAYNAKLARI

- [1] www.danismend.com
- [2] www.mamtc.com
- [3] www.ford.com.tr
- [4] www.tpmonline.com
- [5] www.uzel.com.tr

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 01.01.1979

Doğum yeri Giresun

Lise 1989-1996 Giresun Hamdi Bozbağ Anadolu Lisesi

Lisans 1998-1999 Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü

1999-2002 Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 2002-2005 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Programı

Çalıştığı kurum

2002-Devam ediyor YTÜ Endüstri Müh.Bölümü Araştırma Görevlisi