

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DEĞER AKIŞI HARİTALANDIRMA VE CONWIP
SİSTEMİNE YÖNELİK BİR TASARIM**

Endüstri Mühendisi Şenim ÖZGÜRLER

**FBE Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Endüstri Mühendisliği Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Semih ÖNÜT

İSTANBUL, 2007

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	vi
KISALTMA LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	xi
ÖNSÖZ	xii
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xiv
1. GİRİŞ	1
2. YALIN DÜŞÜNCE	3
2.1 Yalın Düşünce'nin Gelişimi	4
2.2 Neden Yalın Yaklaşım?	6
2.3 Mevcut Üretim Şeklinin Sorunları	7
2.4 Yalın Düşünce'nin İlkeleri	8
2.4.1 Değer.....	8
2.4.2 Değer akışı	9
2.4.3 Sürekli Akış.....	10
2.4.4 Çekme	11
2.4.5 Mükemmellik	12
2.5 Yalın Yönetim İlkeleri	13
2.5.1 Yalın Üretim'de Yönetim Yaklaşımı	13
2.5.2 Yalın Dönüşüm.....	14
2.6 Türkiye'de Yalın Yaklaşım	15
2.7 Yalın Üretim Teknikleri.....	16
2.7.1 Tek parça akışı.....	16
2.7.2 U hatları, iş rotasyonu	16
2.7.3 Bir dakikada kalıp değiştirme	17
2.7.4 Kanban sistemi	18
2.7.5 Üretimde Düzenlilik ve Karma Modelli Çizelgeleme	19
2.7.5.1 Heijunka	19
2.7.5.2 Heijunka Kutusu	20
2.7.6 Toplam İş Denetimi / Senkronizasyon.....	24
2.7.7 Sıfır hata.....	24
2.7.8 Toplam üretken bakım	25
2.7.9 Sürekli iyileştirme (kaizen)	25
3. TAM ZAMANINDA ÜRETİM SİSTEMİ	30

3.1	Tam Zamanında Üretim Sisteminin Gelişimi ve Felsefesi	30
3.2	Tam Zamanında Üretim Sisteminin Temel Kavramları	33
3.3	Tam Zamanında Üretim Sisteminin Elemanları.....	34
3.3.1	Odaklanmış Fabrika.....	34
3.3.2	Kısaltılmış hazırlık süreleri	35
3.3.3	Grup Teknolojisi.....	35
3.3.4	Toplu kalite kontrolü ve toplu koruyucu bakım	36
3.3.5	Çok iyi eğitilmiş işçiler.....	36
3.3.6	Düzenli iş yükleri.....	37
3.3.7	Satın alınan parçaların tam zamanında teslimi.....	38
3.3.8	Kanban sistemi	38
3.4	Tam Zamanında Üretimin Unsurları	39
3.5	Tam zamanında üretim sisteminde kalite.....	40
3.6	Tam Zamanında Üretim Sistemi Ne Değildir?.....	43
3.7	Tam Zamanında Üretim Sisteminin Amaçları	45
3.8	Tam Zamanında Üretim Sistemlerinin Gerekleri	48
3.9	Tam Zamanında Üretim Sistemlerinin Ele Alındığı Çevreler	49
3.10	Tam Zamanında Üretim Sisteminin Uygulandığı Üretim Tipleri.....	49
3.11	Tam Zamanında Üretim Sisteminin Tasarımı.....	50
3.12	TZÜ Sisteminin Uygulanmasının Sağlayacağı Faydalar.....	52
3.13	Tam Zamanında Üretim Sisteminin Uygulanmasına Engeller	54
4.	KANBAN SİSTEMİ.....	56
4.1	Tam Zamanında Üretim Ortamında Çizelgeleme	56
4.2	Kanban	62
4.2.1	Kanban Sisteminin İşleyişi.....	63
4.2.2	Tekrarlı Üretim ve Kanban	64
4.2.3	Kanbanla Üretim Kontrolü.....	64
4.2.4	Kanban Fonksiyonları.....	65
4.2.5	Kanban Kart Sistemi.....	66
4.2.5.1	Çift kart sistemi	67
4.2.5.2	Tek kart sistemi	70
4.2.6	Diğer Kanban Çeşitleri	72
4.2.7	Modern Kanban Tipleri.....	73
4.2.7.1	Otomatik kanban	73
4.2.7.2	Elektronik ve telsiz kanban	74
4.2.8	Kanbanların kullanımı	78
4.2.9	Kanban Kullanımındaki Kurallar	79
4.2.10	Çekme Sistemlerinde Toplam Kanban Sayısının (TKS) Belirlenmesi.....	85
4.2.11	Üretkenlik Artışı Sağlayan Bir Teknik Olarak Kanban.....	88
4.2.12	Kanban Sisteminin İşlemesi İçin Gerekli Varsayımlar.....	89
4.2.13	Kanban Sisteminin Avantaj ve Dezavantajları.....	90
4.2.13.1	Avantajları.....	90
4.2.13.2	Dezavantajları.....	90
4.2.14	CONWIP Sistemleri	91
4.2.14.1	CONWIP ile Kanban Sisteminin Karşılaştırılması	92
4.2.14.2	CONWIP Sisteminin Avantajları	93
5.	DEĞER AKIŞ YÖNETİMİ	96
5.1	Mevcut Durumun Haritalanması	104

5.1.1	Değer Akış Haritalamada Kullanılan semboller	105
5.1.2	Değer Akışı Haritalandırma	109
5.1.2.1	Malzeme ve Bilgi Akışının Haritalandırılması	109
5.1.3	Mevcut Durumu Haritalandırma Adımları	110
5.1.3.1	Hazırlık	110
5.1.3.2	Mevcut Durum Haritasının Oluşturulması.....	111
5.1.4	Mevcut Durum Haritası Tamamlanırken Yapılması Gerekenler	118
5.1.5	Sık Karşılaşılan Sorunları Önlemek	118
5.1.6	Mevcut Durum Haritasıyla İlgili Hatırlanması Gerekenler	119
5.2	Değer Akışının Yalınlaştırılması	120
5.2.1	Aşırı Üretim.....	120
5.2.1.1	Takt Zamanı ile Çalışmak.	120
5.2.1.2	Uygun Olan Her Yerde Sürekli Akış Sistemi Kurmak.....	121
5.2.1.3	Sürekli Akışın Uygulanamadığı Yerlerde Üretimi Kontrol Etmek İçin Süpermarketler Kullanmak.	121
5.2.1.4	Üretim Prosesi Sadece bir Üretim Prosesine Gönderilmeye Çalışılır.	124
5.2.1.5	Pacemaker Proseste Farklı Ürünlerin Üretimini Zamana Düzgün Yaymak.	125
5.2.1.6	Pacemaker Proseste Küçük Tutarlı Artışlarla İş gönderip Çekerek “Başlangıç Çekişi” Yaratmak.	126
5.2.1.7	Pacemaker Prosesten Önceki Proseslerde “Her Parça Her Gün” Üretim Yeteneği Geliştirmek.	127
5.3	Gelecek Durumun Haritası.....	127
5.3.1	Gelecek Durum Haritasına Giriş	128
5.3.2	Adım 1: Müşteri Talebine Odaklanma	129
5.3.2.1	İlk Önce Müşteri Gelir Anlayışı.....	129
5.3.2.2	Müşteri Talebi Elemanlarını İçeren Gelecek Durum Haritası Tasarım Adımları	129
5.3.3	Adım 2: Akışa Odaklanma.....	133
5.3.3.1	Sürekli Akış.....	134
5.3.3.2	Akış Elemanlarını İçeren Gelecek Durum Haritası Tasarımının Adımları.....	134
5.3.4	Adım 3: Düzgünleştirmeye Odaklanma.....	136
5.3.4.1	Üretimi Düzgünleştirme.....	136
5.3.4.2	Üretimi Düzgünleştirmenin Gerçekleştirilmesi.....	137
5.3.5	Gelecek Durum Haritasının Oluşturulması Biterken Yapılması Gerekenler.....	138
6.	ENDÜSTRİYEL UYGULAMA	140
6.1	Firma Tanıtımı.....	140
6.2	Traktör Kaput Ürün Ailesi İçin Değer Akış Yönetimi ve Kanban Uygulaması .	144
6.2.1	Mevcut Durumun Haritalandırılması.....	144
6.2.1.1	Traktör kaput ürün ailesine ait bilgiler	144
6.2.1.2	Üretime İlişkin Veriler	145
6.2.1.3	Bilgi Akışına İlişkin Veriler	162
6.2.2	Gelecek Durumun Haritalanması	166
6.2.2.1	Yapılan iyileştirmeler	166
6.2.2.2	Önerilen iyileştirmeler	172
6.2.2.3	CONWIP sistem kurma önerisi.....	175
6.2.3	Sonuç	180
7.	SONUÇ	182
	KAYNAKLAR.....	184

İNTERNET KAYNAKLARI.....	185
EKLER.....	186
Ek 1 Lazer atölyesine ait veriler	187
Ek 2 Pres atölyesine ait veriler	189
Ek 3 Sac atölyesine ait veriler	191
Ek 4 Boya atölyesine ait veriler.....	198
Ek 5 Montaja ait veriler.....	200
ÖZGEÇMİŞ.....	203

SİMGE LİSTESİ

α	Güvenilirlik Katsayısı
m	Kart sayısı
q	Üretim kotası
n	İleriye dönük olarak maksimum iş miktarı
r	Kapasite yoksatma tetiği

KISALTMA LİSTESİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
CNC	Computer Numerical Control
CONWIP	Constant Work In Process
ÇZ	Çevrim Zamanı
ÇS	Çalışma Süresi
EDI	Electronical Data Input
EPE	Every Part Every
ERP	Enterprise Resource Planning
ES	Emniyet Stoğu
FCFS	First Come First Served
FIFO	First In First Out
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
GSYİH	Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
HPH	Her Parça Her
HS	Hazırlık Süresi
IBM	International Business Machines
JIT	Just In Time
LAN	Local Area Network
MIP	Malzeme İhtiyaç Planlama
MPS	Main/Master Production Schedule
MRP	Manufacturing Resource Planning
OEE	Overall Equipment Effectiveness
OSD	Otomotiv Sanayii Derneği
ÖS	Ön Süre
PÜKO	Planla, Uygula, Kontrol et, Önlem al
QFD	Quality Function Deployment
SAP	Systems, Applications, Products in data Processing
SMED	Single Minute Exchange of Dies
SPC	Statistical Process Control
TKK	Toplam Kalite Kontrol
TKS	Toplam Kanban Sayısı
TPM	Total Productive Maintenance
TZÜ	Tam Zamanında Üretim

ÜÇZ	Üretim Çevrim Zamanı
ÜPK	Üretim Planlama ve Kontrol
VA	Value Added
WAN	Wide Area Network
WIP	Work In Process

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Tasarruf oranları.....	12
Şekil.2.2. U hattı yerleşimi.....	17
Şekil 2.3. Yalın Üretim Model Örneği.....	28
Şekil 2.4. Yalın Üretim Yöntemleri.....	29
Şekil 3.1. TZÜ sisteminin ana hatları	44
Şekil 4.1. İtme (MİP) ve çekme (TZÜ) sistemleri ile üretim sürecinin kontrolü.....	58
Şekil 4.2. Çekme kanbanı.....	67
Şekil 4.3. Çekme kanbanı hareketi	68
Şekil 4.4. Üretim Sipariş kanbanı	69
Şekil 4.5. Üretim Sipariş kanbanı hareketi.....	69
Şekil. 4.6. Tek kart kanban sistemi.....	70
Şekil 4.7. Kullanılan kanban tipleri	72
Şekil 4.8. Dolu iş sistemi.....	74
Şekil 5.1. Değer akışı haritalandırmanın adımları.....	100
Şekil. 5.2. İş emirlerinin dağıtılma aşamaları.....	110
Şekil 5.3. Üretim kontrol, tedarikçi, müşteri sembollerinin haritaya yerleştirilmesi	112
Şekil 5.4. Müşteri veri kutusunun yerleştirilmesi.....	112
Şekil 5.5. Müşteri, tedarikçi, üretim planlama-kontrol ve sevkiyat sembolleri ile bilgilerinin değer akışı haritasına yerleştirilmesi.....	113
Şekil 5.6. Mevcut durum haritasına ürün proses aşamalarının eklenmesi	114
Şekil 5.7. Operasyon bilgilerinin tanımlanması	115
Şekil 5.8. Bilgi akışlarının gösterilmesi	116
Şekil 5.9. Tamamlanmış mevcut durum haritası.....	117
Şekil 5.10. Süpermarket çekme sistemi	122
Şekil 5.11. Süpermarket çekme sistemi ile ilgili semboller	122
Şekil 5.12. FIFO hattı örneği.....	124
Şekil 5.13. Pacemaker prosesin seçimi	125
Şekil 5.14. Yük seviyelendirme sembolü.....	126
Şekil 5.15. Değer Akışı Haritalama Prosedürü	139
Şekil 6.1. Traktör kaput ürün ailesi iş akış şeması	146
Şekil 6.2. Pres atölyesindeki iş akışı.....	147
Şekil 6.3. Saç atölyesindeki iş akışı.....	148

Şekil 6.4. Presten gelen yarımamüller hücrenin giriş kısmındaki stok alanına getiriliyor	148
Şekil 6.5. Saç atölyesi kaput hücresi; hücre u-tipi haline getirilmiş.....	149
Şekil 6.6. Saç atölyesi yarımamül stok alanı.....	149
Şekil 6.7. Boya atölyesindeki iş akış şeması.....	150
Şekil 6.8. Montaj atölyesindeki iş akışı	151
Şekil 6.9. 240 S traktörde kullanılan kaput kompleksi	152
Şekil 6.10. 240 S model traktöre montaj edilen kaput kompleksi	152
Şekil 6.11. Yarımamüllerin iletimi	153
Şekil 6.12. Yarımamül stok alanları	154
Şekil 6.13. Yarımamül stok alanları	154
Şekil 6.14. Traktör kaput ön kısım	155
Şekil 6.15. Traktör kaput gövdesinin konveyörlü sisteme yerleştirilmesi.....	155
Şekil 6.16. Kaputun birleştirme operasyonları	156
Şekil 6.17. Kaputun konveyörlü sistem üzerinde ilerleyişi.....	156
Şekil 6.18. 240 S model traktöre kaputun montaj edilmesinden önceki hal	157
Şekil 6.19. Kaputun 240 S model traktöre montajından sonraki durum.....	157
Şekil 6.20. Traktör kaput gövdesinin 240 S model traktöre montajından sonra	158
Şekil 6.21. Kaputun montajından sonra üretim hattının ilerleyişi.....	158
Şekil 6.22. Kaput ürün ailesi mevcut durum haritası.....	165
Şekil 6.23. Kaput hücresinin düzenleme yapılmadan önceki hali.....	166
Şekil 6.24. İyileştirmeden sonraki durum	167
Şekil 6.25. Operasyon 4 çalışanla yapılıyor.....	167
Şekil 6.26. Operasyonların birleştirilmesi.....	168
Şekil 6.27. Radyüs kapama ve kare delik sıvama operasyonları.....	169
Şekil 6.28. Operasyonların birleştirilmesi.....	169
Şekil 6.29. Kaput konveyörü	170
Şekil 6.30. İyileştirmeden sonraki durum	170
Şekil 6.31. Mevcut durumdaki stoklama alanı	171
Şekil 6.32. Stoklama rafı.....	171
Şekil. 6.33. İyileştirmeden önceki ve sonraki durumlar	172
Şekil 6.34. Kaput ürün ailesine ait gelecek durum haritası.....	179

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Değer akışı	20
Çizelge 2.2. Heihunka kutusu-Çekme aralığı.....	21
Çizelge 2.3. Heijunka kutusu-Kanbanlar	23
Çizelge 2.4. Kaizen Şemsiyesi	26
Çizelge 3.1. TZÜ Unsurları.....	42
Çizelge 3.2. TZÜ sisteminin sağladığı faydalar	54
Çizelge 4.1 Üretim Çekme (Kanban/ TZÜ) ve İtme (MİP/ Kütle üretim) sistemlerinin Karşılaştırılması	59
Çizelge 4.2. Telsiz kanbanın avantajları	77
Çizelge 5.1. Detaylı değer akışı haritalandırma araçları.....	102
Çizelge 5.2. Gelecek durumun çizilmesine klavuzluk edecek sorular	104
Çizelge 5.3. Değer Akışı Haritası Sembolleri	105
Çizelge 5.4. Talep adımı sembolleri	130
Çizelge 5.5. Talep karşılamada çıkabilecek engeller ve çözüm yolları.....	133
Çizelge 5.6. Akış adımı sembolleri.....	135
Çizelge 5.7. Semboller	137
Çizelge 6.1. Sac atölyesi günlük ortalama stok değerleri	160
Çizelge 6.2. Pres atölyesi günlük ortalama stok değerleri	161
Çizelge 6.3. Atölyelere ait hesaplamalar.....	162
Çizelge 6.4. Kanban sayısının hesaplaması	178
Çizelge 6.5. Mevcut durum stok miktarları.....	181

ÖNSÖZ

Günümüzde yalın üretim daha da yaygın hale gelmekte ve global rekabet ortamında ayakta kalmak isteyen işletmeler yalın üretimi uygulamaktadırlar. Bu nedenle, yalın üretim tekniklerinin öğrenilerek uygulamaya geçirilmesi gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Bu teknikleri uygulamada bize yol gösteren Değer Akışı Haritalandırma, bu prosesi kolaylaştıran, sistematik bir yaklaşımdır. Bu tekniğin öğrenilerek uygulanması, işletmelere rakiplerine karşı bir avantaj sağlayacaktır.

Bitirme projemi “DEĞER AKIŞI HARİTALANDIRMA VE CONWIP SİSTEMİNE YÖNELİK TASARIM” konu başlığıyla hazırlamama izin ve fırsat veren hocam Yrd.Doç.Dr. Semih ÖNÜT’e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın yapılması sürecinde beni yönlendiren ve her türlü desteğini bana sağlayan değerli hocam Prof. Dr. M. Bülent DURMUŞOĞLU’na içten saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Proje çalışmamın uygulama bölümüne konu olan traktör kaput ürün ailesi hakkındaki bilgileri almama fırsat tanıyan başta Üretim Müdürü Hamdi ERDOĞAN olmak üzere tüm UZEL Makine Sanayi A.Ş. yetkililerine de zamanlarını ayırdıkları ve yardımlarını esirgemedikleri için içten teşekkürü borç biliyorum.

Mesleki bilgi ve görgümü borçlu olduğum Yıldız Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’nün bütün öğretim elemanlarına yaşamım boyunca minnet borcum olduğunu ifade etmek ise zevkli bir görevimdir.

Saygılarımla,

Şenim ÖZGÜRLER

İstanbul, Mayıs 2007

ÖZET

Günümüz rekabet ortamında eğilim, müşteri talebine hızlı cevap vermek ve yüksek kaliteli, düşük fiyatlı ürünler sunmaktır. Bu rekabet şartlarında var olabilmenin ön koşulu daima en önde koşabilmektir. Bunun için de çağın dinamik yapısına ayak uydurmak, değişiklik ve yeniliklere açık olmak gereklidir. Dünya çapında firma olmak için israfı ortadan kaldırmak ve etkin bir iş akışı gerçekleştirmek tüm yöneticilerin hedefi olmalıdır. Firmalar bu yüzden yeni sistemleri, teknikleri ve teknolojileri bünyelerine adapte etmek zorundadırlar. Aksi takdirde yarışta gerilerde kalmaya mahkum olurlar. Bu gerçeklerden yola çıkılarak ilk olarak Japon otomotiv firması olan Toyota Motor Company’de Taiichi Ohno tarafından geliştirilen Yalın Üretim Yaklaşımı sonraları Amerikan Otomotiv şirketlerinin de dikkatini çekmiş ve onlar da bu konsepti uygulamaya başlamışlardır. Günümüzde birçok işletme artık yalın üretimi kullanır hale gelmiştir. Sistemin temelini, performans arttırmak için, katma değer yaratmayan operasyonların, malzemelerin ve işgücünün elimine edilmesi oluşturur. Sürekli gelişmeyi ve israfı ortadan kaldırmayı hedefleyen bu sistem sadece üretim sektöründe değil aynı zamanda hizmet sektöründe de uygulanmaktadır.

Sanayi kuruluşlarının temel amaçlarından biri de şüphesiz kârlılıktır. Karlılığın uzun vadede artırılabilmesi için mutlaka rekabet edebilirlik ile ilgili hedeflere yönelmek gerekmektedir. Rekabet edebilirliği etkileyen birçok unsur vardır. Bunlar arasında en önemlisi ürün ve hizmetlerin kalitesidir. Tüketicilerin kalite ile ilgili beklentileri giderek artmaktadır. Diğer taraftan üreticilerin kalite ile ilgili görüş ve düşüncelerinde de önemli değişiklikler olmuştur. Artık sadece bitmiş ürünün kalitesine önem vermek yerine, üretim sürecinin her aşamasında kaliteyi elde etmenin önemli olduğu anlaşılmıştır.

Değer Akış Yönetimi tekniği, işletmelerin faaliyetlerine bir bütün olarak bakabilmek ve yalın dönüşümün gerçekleştirilebilmesini sağlar. Değer akışı haritalandırma ise, kullanıcılara ne durumda olduklarını ve hangi israf yaratan faaliyetlerin ortadan kaldırılması gerektiğini anlamalarına olanak sağlar. Diğer bir deyişle, değer akışı haritalandırma, bir değer akışı üzerindeki değer, israf ve israf kaynaklarını görmek için kullanılır.

Bu çalışmada, dünya traktör imalatı sektöründe en büyük firmalardan biri olan UZEL A.Ş.’de müşteri beklentilerini karşılamak üzere yalın üretim projesi dahilinde bir değer akışı haritalandırma çalışması yürütülmüştür. Önerilen gelişmeler ve beklenen faydalar, çalışmanın sonuçları olarak sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Değer Akışı Yönetimi, Değer Akışı Haritalama, Yalın Üretim.

ABSTRACT

The trend in today's competitive environment is to provide high quality low priced diverse products and quick response to customer demands. Under these competition conditions, only term to be existing and sustain this existence is running ahead always. In order gain a sustainable competitive advantage over the rivals, organizations need to be open to new changes, innovations and challenges. In order to become a worldwide company, an effective simplification of workflow and elimination of waste must be the targets for all manufacturers. Thus; business organizations should absorb these new organizational systems, techniques and technologies into their structures. Contrarily, they unlikely become far away from current competition if they don't accept. By the light of these truths, 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. By aiming continuous development and removing all system wastes, this system isn't applied only in production environments but also in service environments.

For industrial organizations, the only aim is to be more profitable. In order to become more profitable organization for a long-term, it's needed to turn towards competitive organizations targets. There are many factors that affect to compete. The most important one among these is quality of products and services. The quality expectation of customers is differentiating and getting radical changes. No more main concerns are about only finished goods. Quality at every production steps becomes more important than any time.

Value stream management is a technique to see all the actions of an enterprise from holistic view and realize the lean transformation. Value Stream Mapping is a way to allow users to understand where they are and what wasteful acts need to be eliminated. In another words, value stream mapping is used to see value, waste, and also the sources of waste in a value stream. In this paper, a value stream mapping study as a project to achieve lean manufacturing has been carried out to meet customer's expectations in UZEL Co., one of the biggest companies in the world for tractor manufacturing sector. The results of this study, outlining improvements and expected benefits, are proposed.

Keywords: Value Stream Management, Value Stream Mapping, Lean Production.

1. GİRİŞ

II. Dünya Savaşı sonrası yıllarda Japonya'nın kaynaklarının kıt olduğu bir dönemde Taiichi 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, çözüm arayışları sonucunda ortaya çıkan uygulamalar da “Yalın Üretim “ kavramının doğuşunu sağlamıştır.

Yalın üretim, sistemdeki israfları ortadan kaldırmak ve sürekli olarak sistem etkinliğini artırmak temeline dayanan bütünsel bir yaklaşımdır. Toyota Üretim Sistemi'nin babası Taiichi Ohno (1988), israfı “kaynak tüketen fakat değer yaratmayan bir faaliyet” olarak tanımlamıştır; başka deyişle, değer katmayan ama maliyet yaratan bir faaliyettir. Ford, “değer katmayan herşeyi israf olarak tanımlamıştır. Müşteriler, satın aldıkları ürünün üreticide ne kadar yol kat ettiği, kaç kere muayene edildiği, ne kadar süre zorunlu ya da gereksiz bekletildiği gibi konularla ilgilenmez ve bu gerekçelere ödeme yapmayı üstlenmezler. Bunların hepsi israftır. Müşteri, satın aldığı malın istediği işlevi görüp görmediği, istediği kaliteyi sağlayıp sağlamadığı ya da kendisine sunduğu fayda gibi faktörlerle ilgilidir. Buna göre yalın düşüncenin başlangıç noktası olan “değer”, müşterinin ödemek istediği ve ihtiyaçlarını belirli zaman diliminde, belirli fiyattan karşılayan, belirli özelliklere sahip belirli bir ürün ve/veya hizmet yaratılması olarak tanımlanabilir.

1990'lı yıllara dek yalın üretim teknikleri Japon firmaları tarafından kullanılıp geliştirilmiştir ve bu firmalar bu sayede büyük bir rekabet avantajı elde etmişlerdir. Yalın üretim tekniklerinin dünyada yaygın olarak uygulanmasıyla birlikte, işletmelerin yalın üretim tekniklerini bünyelerine almaları ihtiyaçları ortaya çıkmıştır. “Değer Akışı Haritalama” tekniğinin ayrıntılarının açıklanmasıyla da işletmelerin hangi yalın üretim tekniklerine ihtiyaçları olduğu ve bunları nasıl uygulayacaklarını tespit etmeye yönelik çalışmalar yapılmaya başlanmıştır.

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

Tedarikçiler, imalat ve müşteriye sevkiyatı kapsayan bir değer akışı içinde, parça ve yarı mamuller için malzeme ve bilgi akış süreçlerinin haritalarının çıkarılması “değer akışı haritalandırma” olarak bilinmektedir. Değer akışı haritalandırma, tüm çalışanların israf

kaynaklarını görmelerini ve bunları azaltmak için gelecek durum geliştirmelerini mümkün kılmaktadır. Değer Akışı Haritalandırma, imalat ve hizmet kapsamlarında pek çok uygulama alanı bulmuştur. Değer akış haritalama bugün yalın üretimin en önemli uygulayıcıları olan şirketlerde kullanılan bir tekniktir. Yalın üretime geçmek isteyen birçok şişletmede de bu teknik giderek artan oranda kullanılmaktadır. Bu nedenle Değer Akışı Haritalamanın önemi giderek artmaktadır.

Bu çalışmanın ilk bölümünde yalın düşünce kavramı incelenmiş ve bu bağlamda yalın üretim karakteristikleri ortaya konulmuştur. şişletmelerin daha yalın hale getirilmesi için kullanılan yalın teknikler kısaca tanıtılmıştır.

Üçüncü bölümde Tam Zamanında kavramı ele alınmış ve ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Dördüncü bölümde, Tam Zamanında Üretimin elemanlarından biri olan kanban sistemi açıklanmış. Kanban tipleri ve kanban kurulum adımlarına dair bilgiler verilmiştir.

Beşinci bölümde ise, Değer Akış Yönetimi kavramı ele alınmış, tekniği oluşturan adımlar ayrıntılı olarak incelenmiştir. Değer akış haritalandırma, mevcut ve gelecek durum haritalarını oluşturmaya yönelik bilgiler verilmiştir.

Son bölümde ise; dünya çapındaki bir tarım makinaları imalatçısında gerçekteştirilen değer akış haritalandırma çalışması sunulmuş ve bu çalışma sonunda conwip sistem tasarım önerisinde bulunulmuştur. Son olarak da çalışmanın sonuçları değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

2. YALIN DÜŞÜNCE

Yalın düşünce; değer yaratmayan, kaynakları tüketen, israfa yol açan tüm yanlış uygulamaları, işlem ve işlevleri ortadan kaldırmaya yönelik, gerekli önlemleri almayı hedef alan bir felsefe ve düşünce biçimidir. Japonca'da "muda" olarak ifade edilen, üretimde israf; talep fazlası üretilen ürünler, yeniden işlenmeyi gerektiren hatalı ürünler, gereksiz süreç aşamaları, çalışanların ve parçaların taşınma işlemleri, önceki aşamalardan kaynaklanan gecikmeler nedeniyle boş bekleyen işçiler ve müşterinin beklentilerini karşılayamayan ürün ve hizmetler olarak ele alınabilir (Womack ve Jones, 1998).

Yalın Düşünce'nin temel amacı, değer ilk ham maddeden başlayarak, değer yaratma süreci boyunca hiç kesintisiz akıtılarak hızla nihai müşteriye ulaştırılmasıdır. Bunu başarabilmek için tüm değer zincirine bir bütünlük çerçevesinde bakmak, israfları yok etmek ve tüm faaliyetleri müşteri için mükemmel değer oluşturmak amacına yönlendirmek gerekir (www.yalinenstitü.org.tr).

Yalın Düşünce'de israf, bilinen anlamının ötesinde ürün ya da hizmetin kullanıcıya herhangi bir fayda sunmayan, müşterinin fazladan bedel ödemeyi kabul etmeyeceği her şeydir. Tasarımdan sevkiyata tüm ürün/hizmet yaratma aşamalarındaki her türlü israfın (hatalar, aşırı üretim, stoklar, beklemler, gereksiz işler, gereksiz hareketler, gereksiz taşımalar) yok edilmesi ile maliyetlerin düşürülmesi, müşteri memnuniyetinin artırılması, piyasa koşullarına uyum esnekliğinin kazanılması, nakit akışının hızlandırılması dolayısı ile firma kârlılığının artırılması hedeflenir.

Yalın Düşünce uygulamalarıyla sistemdeki israflar sürekli olarak azaltılıp, kaynaklar daha fazla değer yaratmaya yönlendirildiğinde, sadece firmaların kârlılığı ve rekabet gücü artmaz, müşteriler de kendilerine daha uygun, daha kaliteli, daha ucuz ürün ve hizmetleri temin edebilirler. Bu zincir tüm sektörler ve tüm faaliyet alanlarına yayıldığında toplumsal zenginliğin artmasına katkıda bulunur (www.yalinenstitü.org.tr).

Yalın bir sistem için lokal gelişmelerin yeterli olmadığı, başarıya ulaşmak için mutlaka imalatçıların ve müşterilerin de bu sistem içine çekilmesi kaçınılmazdır. Yalın Düşünce sistemi sürekli olarak her bir operasyondaki prosesi geliştime düşüncelerini ve bunları gerçekleştirmeyi kapsamaktadır. Tüm değer akışından israfların tamamını ortadan kaldırmak asıl amaçtır (Vasilash, 1996).

2.1 Yalın Düşünce'nin Gelişimi

Yüzyılın ortalarında Japonya'da Toyota fabrikasında üretimde bir devrim yaratılıyordu. Batı'nın ancak 1980'lerde farkına varmaya başladığı bu sistem gerçekten de felsefesiyle ve teknikleriyle sanayide yepyeni bir çığır açmıştı.

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

Çok büyük makinelerde zamanından önce ve ihtiyaçtan büyük lotlar halinde yapılmakta olan üretim, çok hızlı kalıp değiştirme teknikleri (SMED) sayesinde, çok küçük partiler halinde, sadece müşterinin istediği kadar yapılabilir hale gelmişti.

Makinelerin yerleşim planı da ürünlerin işlemler arasındaki akış sırasına uyacak şekilde yeniden düzenlenip, ürünlerin işlemler arasında hiç beklemeden hızla akabilmesi sağlanıyordu. Genellikle U şeklinde olan bu makine yerleşim düzeninde bir işçi birden çok makineden sorumlu tutuluyor, böylece hem iş monotonluğu önleniyor hem de işçilikten tasarruf ediliyordu.

Emniyet stokları en düşük seviyede olduğundan tüm işlemlerin hatasız yapılması ve makinelerin bozulmaması gerekiyordu. Makinelerin kullanılabilir zamanı Toplam Üretken Bakım teknikleriyle (TPM) %100'lere yaklaştırılmıştı. Çalışma ortamında düzen ve temizliğin sağlanması (5S) ise hem hataları hem de zaman israfını engellemenin bir yoluydu.

Yüzde 100 hatasızlık gereği işçiye hata çıktığı anda hatanın nedenlerini bulabilmek için üretimi durdurma inisiyatifi tanınmıştı. Çoğu kez hatayı işçinin keşfetmesi yerine üretim hatlarında "poka-yoke" denilen sensörler ve hata yakalayıcı donanım kullanılıyor, bu mekanizmalar hatayı oluşturduğu anda otomatik olarak saptayarak ileriye gitmesini önliyordu.

Sistemde hataya yer bırakmamak için geliştirilen bir başka yöntem de iş standartlaşmasıydı. Yapılan tüm işler birimlerine ayrılıyor ve işçinin göreceği şekilde çizimler halinde panolara asılıyordu. İşçi tüm hareketlerini standart iş prosedürüne göre yapıyor; iş emniyeti, üretim hızı ve kalite yönünden tutarlılık sağlanıyordu. İş standartlaşması aynı zamanda iş rotasyonu gibi

durumlarda da yeni işçinin işine çabuk adapte olmasına da olanak tanıyordu.

Toyota Üretim Sistemi'nin en kilit özelliklerinden birisi de insana gösterdiği saygıydı. Bu saygı hem ücretlerde hem de çalışanları sistemin daha da yetkinleşmesi için en önemli aktörler olarak devreye almasında kendini gösteriyordu. Çalışanların emniyeti ve güvenliği, iş ortamının düzgünlüğü, temizliği, işlerin standartlarına bağlı çalışması ve ergonomi göze batan unsurlardır. Çalışanların hem kendi işlerini eksiksiz yapmalarını, hem de sürekli gelişim faaliyetlerinde rol almaları için her şey yapılmaktadır.

İnsan Kaynakları rolünde çalışmaya başlayan uzmanlar, bir hafta ile altı ay arasında atölyelerde vardiyalı olarak üretim faaliyetlerinde çalışmaktadır. Bu şekilde oryantasyonlarını tamamlayan uzmanlar, mühendisler çalışana derin saygı göstermektedir.

1950'lerden itibaren motorlu araç üretiminde Japon üreticilerin payı artarken Amerikalı üreticilerin payı azalmaktaydı. 1980-1985 yılları arasında otomotiv sektörü sponsorluğunda Massachusetts Institute of Technology tarafından yürütülen dünya ölçeğindeki kıyaslama çalışması, bunun bir tesadüf olmadığını, Japon üreticilerin tüm performans göstergelerinde Amerikalı ve Avrupalı rakiplerinden önde olduğunu gösteriyordu. Araştırmanın sonuçları "Dünyayı Değiştiren Makina" adlı kitapta yayınlandı ve israftan arındırılmış bu üretim sistemi için "yalın" terimi ilk kez kullanıldı. Toyota bugün dünya toplam otomobil üretimi ve satışında ikinci sırada yer almakta, 2010 için %15 pazar payı ile ilk sıraya geçmeyi planlamaktadır.

Başta Ford olmak üzere büyüklü, küçüklü birçok firma yeni sistemi öğrenip uygulamaya başladılar. Bu tempo 1990'larda hızlandı ve Avrupa'ya da sıçradı. Sistem yaygınlaştıkça daha da yetkinleşti ve Batılı firmalar da sistemin daha da ilerlemesi için yaratıcı katkılarda bulunmaya başladılar.

Toyota fabrikalarında geliştirilen üretim sisteminin altında yatan düşünme biçimi, Lean Enterprise Institute'un kurucusu James Womack ve arkadaşları tarafından incelenerek "Yalın Düşünce" adlı kitapta öğrenilebilir ve tekrarlanabilir bir sistem yaklaşımı olarak sunuldu.

Yalın sadece bir üretim tekniği olmayıp, hizmet sunumundan ürün geliştirmeye, kamu hizmetlerinden ticari faaliyetlere pek çok alanda uygulanabilecek bir yaklaşımdır ve her geçen gün yeni örnekler ortaya çıkmaktadır.

Yalın Düşünce ilaç, alüminyum, demir çelik dahil her tür üretim sektöründe; hastaneler, sigorta şirketleri, bankalar, eğitim kurumları dahil hizmet sektöründe; Sivil Toplum Örgütleri;

ister özel, ister kamu kuruluşu olsun her türlü şirket, kurum, kuruluş ve organizasyonun başarısının, etkinliğinin artırılmasında benimseyebileceği ve uygulayabileceği temel prensipleri içermektedir. Kullanılan yaklaşım ve teknikler, ürün hizmet tasarımı, yönetim, idari ve ticari iş süreçlerinde de aynı etkinlikte uygulanabilmektedir. Kullanılan teknik ve araçlar kurumdan kuruma farklılık gösterse de Yalın Düşünce'nin prensipleri evrenseldir ve dünyada geçerliliği ve başarısı kanıtlanmış uygulamalara dayanılarak geliştirilmiştir (www.yalinenstitü.org.tr).

2.2 Neden Yalın Yaklaşım?

Günümüzün küresel rekabet ortamında işletmeler giderek daha talepkar olan alıcılara hizmet vermektedir. Müşterileri ister bireysel tüketici isterse bir başka üretici/satıcı firma olsun, işletmeler varlıklarını sürdürebilmek için müşterilerinin iyi kalite, düşük fiyat ve kısa teslim süresi beklentilerini hızla karşılayabilmek, daha fazla çeşit üründen daha küçük miktarlarda verilen ve anlık olarak değiştirilen siparişlere uyum sağlamak zorundadır.

1990'lı yılların büyüyen pazarlarında geçerli olan “ne üretirsem satarım, maliyetim yükselirse fiyatı artırırım, gecikirsem müşteri bekler” anlayışına artık yer yoktur. Çünkü sizin her eksiğinizde yerel veya uluslararası bir rakip derhal yerinizi alır. Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de teşvikler ve koruma duvarları vasıtası ile kâr elde etme dönemi de artık kapanmıştır. Büyük ya da küçük her firma çok sayıda rakibin olduğu bir ortamda ve giderek bilinçlenen tüketicilere hizmet etmek zorundadır.

Gelinen noktada belirli birkaç tip ürün ile pazardaki değişik ihtiyaçları karşılayabilmek de mümkün değildir. Satış alanının genişletilmesi adına giderek kişiye özel ürünlerin yaratılması ve bunun hızla ve düşük maliyetle yapılabilmesi gereklidir. Ürün ömrü kısalmaktadır ve tamamlandığında hâlâ talep edilen bir ürüne yatırım yapmış olmak için ürün geliştirme süresinin kısaltılması zorunludur.

Ürün kalitesi artık milyonda hata düzeyi ile ölçülmekte ve çoğunlukla uluslararası regülasyonlarla belirlenmektedir. Bu sıkı kalite kriterleri kontrol ve tamir yöntemiyle karşılanamaz. Tasarımdan başlayarak tüm sistemi "ilk defada doğru" (tasarlayacak) üretecek hale getirebilmek gerekir.

Keskin rekabet nedeniyle fiyatlar sürekli düşmektedir ve fiyat indirimleri ile rekabette öne geçmeye çalışmak maliyetler azaltılmadığı sürece sürdürülemez. Ticari kuruluşun gerekli kârı

elde edebilmesi yalnız maliyetlerinin kontrol altına alınmasıyla mümkün olabilmektedir.

Küresel etkileşim sonucu artan belirsizlik uzun vadeyi doğrulukla tahmin edebilmeyi daha da zor hale getirmiştir. Yapmakta olduğumuz işleri en kısa sürede paraya dönüştürmek zorunludur. Bu da ancak "toplam akış süresi" dediğimiz; bir fikrin somut ürün tasarımına, bir malzemenin bitmiş ürüne dönüşerek müşterinin eline ulaşması ve ödemenin alınması için geçen sürenin kısaltılması, radikal ölçüde kısaltılması ile mümkündür.

Yalın Üretim iş yapma şeklimizdeki problemleri ortaya çıkararak ve daha etkin çalışma yollarını göstererek hem kuruluşlar hem de ülke için rekabet avantajı sağlar.

2.3 Mevcut Üretim Şeklinin Sorunları

Büyüyen veya gümrük duvarlarıyla korunduğu için tatminkar kâr marjları ile satış yapılabilen pazarlarda şirketler sadece daha fazla üretebilmeye odaklanmışlardır. Bu dönemde ortaya çıkan "Kitle Üretimi" mantığı hâlâ sürdürülmeye çalışılmaktadır ve bugün yaşanan problemlerin temel nedeni en başarılı uygulama örneği bile olsa "Kitle Üretimi"nin kendisidir.

Kitle Üretimi her bir iş parçasının olabildiğince büyük miktarlarda yapılmasına dayanır. Büyük parti üretimi stokları artırmakta, bu stoklar maliyet kaynağı olmanın yanı sıra problemlerin giderilmesi açısından bir rahvet kaynağı olarak kalitenin yükseltilmesi önünde engel teşkil etmektedir.

Detaylı iş bölümünün sonucu olarak insanlar tek bir ürünün tek bir işlemini yapacak şekilde organize edilmişlerdir. Ekipmanlar büyük hacimli üretim yapmak üzere tasarlanmışlardır ve model değiştirme süreleri çok uzundur. Bu nedenlerle ürün çeşitliliği, teslim süresi, üretimin planlanması ve müşteri taleplerindeki değişmelere uyum yönünden esneklik sağlanamamaktadır.

Kitle Üretimi aynı tip işlerin aynı yerde yapıldığı "proses adaları"nı, bununla uyumlu olarak da fonksiyonel organizasyonları yaratmıştır. Bunun neticesinde bütünü görebilen kimse kalmaz. İyi niyetli yöneticilerin maliyet ucuzlatma çabaları en iyi ihtimalle kendi birimlerinde lokal iyileştirmeler olarak kalır ve genellikle şirket iş sonuçlarına yansımaz. Çünkü müşterinin "değer algılaması" yerine şirketin iç kaynaklarına odaklıdır.

Yalın Yaklaşım her şeyden önce herkesin "sistemin bütünü" görmesini sağlayacak ortak bir dil oluşturur ve sistemin bütününe etkisine göre iyileştirmeler yapar. Bu nokta firma sınırlarını aşan tüm tedarik zinciri göz önüne alındığında daha da çok önem kazanır.

Kitle Üretimi mantığı pazarı sınırlar. Bunun en tipik örneği minimum sipariş miktarıdır. Minimum sipariş miktarı, büyük hacimli Kitle Üretimi'ne göre çalışan bir firmanın maliyetini optimize eden miktardır. Ama bu aynı zamanda daha küçük miktarlardaki talebi dışlar ve pazarınızı sınırlar.

Firmaların çoğu müşterilerinin sürekli siparişlerini değiştirmesinden şikayetçidir. Oysa bu durum günümüzün bir gerçeğidir. Müşteriden şikayetçi olmak yerine bu esnekliği nasıl kazanırız diye bakmak gerekir. Yalın Yaklaşım bu esnekliğin anahtarıdır ve satış kabiliyetini artırır.

Bugünün müşterilerinin kalite, hız ve düşük fiyat beklentilerinin Kitle Üretimi mantığı ile karşılanması mümkün değildir.

AMAÇ

- Sadece müşterinin istediği ürünleri (fonksiyon, kalite ve fiyat açısından),
- Müşterinin istediği zamanda (pazara sunulduğu zaman, teslim süresi, sevkiyat sıklığı),
- Daha az kaynak harcayarak (emek, ekipman, zaman, alan vb.) üretebilmek ve
- Müşteri için bir değer teşkil eden faaliyetlere odaklanabilmektir.

(www.yalinenstitü.org.tr)

2.4 Yalın Düşünce'nin İlkeleri

2.4.1 Değer

Değerin üreticilerce doğru bir biçimde tanımlanamayışı ve istenen değerın yaratılamayışı, bu konuda yalın düşünce sisteminin değer tanımlaması ve değer yaratmayı incelemesine neden olmuştur. Yalın düşünce, değerin, belli müşterilerle oluşturulan diyalog sonucunda, belli yetkinliklere sahip olan, belli ürünler cinsinden tam ve doğru olarak tanımlanmasını amaçlamaktadır. Değerin yaratıldığı akış' ın üstünde yer alan her firma, değeri kendi ihtiyaçları doğrultusunda farklı bir biçimde tanımlamaktadır. Bu ise firmaların değeri doğru olarak tanımlamalarını zorlaştırır. Değerin doğru olarak tanımlanabilmesi için; üreticilerin müşterilerle iletişim kurmalarının sağlanması, bu iş için yeni iletişim kurma biçimlerinin geliştirilmesi ve ayrıca, değer akışı üzerinde yer alan firmalar arasındaki ilişkilerin de yeniden düzenlenmesi gerekecektir. Yalın düşüncenin başarısı, hızla yeni müşteriler ve yeni satış olanakları bulabilme becerisinin geliştirilmesine bağlıdır. Satışların artırılmasında en doğru yaklaşım ise, değerin iyi bir biçimde tanımlanmasıdır. Değer kavramı ile ilgili düşünme

aşamasından sonra, yalın işletmeler, ürün ekipleri kanalıyla en iyi çözüme ulaşana kadar değer tanımını tekrar tekrar sorgularlar ve mükemmellik yolunda kalıcı sonuçlar elde etmeye çalışırlar. Değer tanımlanmasında; öncelikle ürün tanımlanır ve daha sonra; belirli özellik ve yetkinlikleri olan bu ürün için; üretim sürecinde göze çarpan tüm israflar ortadan kaldırıldıktan sonra, kaynak ve emek miktarlarına da bağlı olarak bir hedef maliyet belirlenir. Yalın üretim yapacak işletmeler, önce seri üretim yapan işletmelerin müşterilerine sundukları ürünlerin özelliklerini ve mevcut piyasa fiyatlarını inceler, daha sonra, yalın üretim teknikleri ve yöntemlerinin uygulanması durumunda sağlanacak maliyet indirimlerini saptarlar. Bu saptanan hedef maliyet, geleneksel üretim yapan diğer şirketlerin maliyetlerinden daha düşük olacağından, yalın işletmeci, ürününe yeni unsurlar ve yenilikler ekleyebileceği gibi, ek değer yaratmak üzere fiziksel ürüne hizmetler ekleyebilir, dağıtım ve servis ağını genişletebilir ve karları yeni ürünlere yönlendirebilir.

2.4.2 Değer akışı

Değer Akışını belli bir mal, hizmet veya her ikisini birlikte içeren bir ürünün işletmedeki üç kritik yönetim görevinden (problem çözme görevi, bilişim yönetimi görevi ve fiziksel dönüşüm görevi) geçirilmesi için gerekli olan aşamaları ifade eder. Bunlardan; problem çözme görevi, işin kavramsal boyutuyla başlayıp, ayrıntılı tasarım ve mühendislik çalışmalarından üretimin başlamasına kadar olan süreci içine alır. Bilişim yönetimi görevi, siparişlerin alınmasından başlayıp, ayrıntılı çizelgeleme çalışmalarıyla teslimatın yapılmasını içerir. Fiziksel dönüşüm görevi ise, hammaddeden müşteriye ulaşan nihai ürüne dönüşümü içerir. Yalın düşüncenin "değer" den sonraki aşaması olan "değer akışı", her zaman israfın varlığını ortaya çıkarır ve her ürün için değer akışının tümüyle tanımlanmasını içerir. Burada gerekli olan, ayrı ayrı ürünlerin değer akışını bütünsel bir yaklaşım çerçevesinde ayrı ayrı yönetme becerisinin kazanılmasıdır. Bu beceri günümüz işletmeleri için büyük önem taşımaktadır. Çünkü günümüz işletmeleri kendi bünyelerinde daha az üretilip, dışarıya daha fazla üretim yaptırmaktadırlar. Bu eğilim gün geçtikçe daha da artmaktadır. Bu durumda, bütünselliği bozulmuş değer akışının bütününe görebilme ve tüm ilgili tarafların gönüllü ortaklığını sağlayabilme becerisinin kazanılması büyük önem taşımaktadır. Görüldüğü gibi yalın düşünce, uygulandığı şirketin sınırlarını aşarak, şirket dışında da değer zinciri üstündeki tüm süreçleri kapsar ve bu süreçlerde yer alan israfları yok etmeyi görev bilir. Yalın düşünceyi uygulayan günümüz şirketlerinde, dikey bağlantı düzeyi günden güne düşmektedir. Bu durumda, değer zinciri üzerinde yalınlığı sağlayabilmek için, ilgili tam şirketlerin gönüllü

işbirliği yapıp, kendi içlerindeki ve aralarındaki katma değer yaratmayan işlevleri saptayarak yok etmeleri gerekecektir. Ayrıca, belli bir ürünün tasarımı, siparişi ve imalatı için tüm adımların tanımlanmasıyla bir değer akış haritası çıkarılır. Tanımlanan bu adımlar üç kategoride gruplanmaktadır. Bunlardan birincisi, fiilen değer yaratan ve değer yarattığı müşteriler tarafından algılanan adımlardır. Bu kategoriye giren adımlar kaldırılmamalıdır. İkinci kategoriye giren adımlar ise, birinci tip muda olarak adlandırılan ve değer yaratmayan ancak ürün geliştirme, sipariş alma yada üretim sistemlerinin gerektirdiği ve bu nedenle hemen kaldırılamayan adımlardır. Bunlar akış, çekme ve mükemmellik teknikleri kullanılmak suretiyle kolay bir biçimde ileride ortadan kaldırılabilirler. Üçüncü kategoriye giren adımlar ise, müşteri açısından değer yaratmayan ve derhal kaldırılması gereken, ikinci tip muda olarak adlandırılan adımlardır (Womack ve Jones, 1998).

Belirli uğraşların gerektiği gibi yönetilebilmesi için, bu uğraşların ölçülebilir olması gerekir. Ölçülemeyen uğraşlar gerektiği gibi yönetilemezler. Ürünü yaratmak(tasarlamak), üretmek ve satmak için, gerekli uğraşlar ayrıntılı bir biçimde tanımlanmalı, analiz edilmeli ve birbirine bağlanmalıdır. Ancak bu koşullarla bu uğraşların değiştirilmesine karar verilebilir veya geliştirilebilirler. Bundan dolayı ilk iş olarak değer akış yollarını gösteren süreç şemalarının oluşturulması gerekir. Ancak bu haritalar üstünde, yukarıda belirtilen mudalar saptanarak ortadan kaldırılabilirler (Töre, 2000).

Değer tanımlanıp değer akışındaki israflar ayıklandıktan sonra geride kalan değer yaratan aşamaların art arda sürekli akış halinde gerçekleştirilmesini sağlamak, Yalın Düşünce'nin bir diğer ilkesi ve önemli boyutta tasarruf potansiyeli taşıyan aşamasıdır (www.yalinenstitü.org.tr).

2.4.3 Sürekli Akış

Akış ilkesinin potansiyelini ilk algılayanlar Henry Ford ve ortakları olmuştur. 1913 yılında T model arabanın üretimi için gerekli çaba, son montaj hattında sürekli akış uygulanarak %90 oranında azaltılmıştır. Ancak bu yaklaşım özel koşullarla sınırlı kalmıştır. Çünkü 19 yıl boyunca hep aynı modelden çok yüksek miktarlarda üretim yapmak ancak o günün pazar koşullarında mümkün olmuştur.

Günümüzde ise bir üründen milyonlarca yerine sadece onlarca veya yüzlerce talep edilen ufak parti üretim ortamında, tüm ürün çeşitleri için sürekli akışı gerçekleştirmek ve bunu müşteri talebindeki dalgalanmalara uydurmak gerekmektedir. Bunu başaran işletmelerde üretkenlik ve

kalite düzeyinde ciddi sıçramalar sağlanabilmiştir.

Klasik Kitle Üretimi'nde tasarım, üretim ya da satış faaliyetleri için yapılması gereken işlemler tiplerine göre gruplandırılarak her iş tipi için departmanlar oluşturulur. Ürün bu departmanlar arasında ve işlem gören diğer ürünler arasında sırasını bekleyerek dolaşmaya başlar. Sonuç gecikmeler, geriye dönüşler, gözden kaçan problemler ve pek çok israftır.

Ancak akışın sağlanması yeterli değildir. İstenmeyen ürünleri hızla akıtmak sonuçta sadece israf olacaktır. Müşteriye istemediği ürünlerin itilmesi yerine müşteri istediğinde ürünü çekmesini sağlamak pek çok israf kaynağını ortadan kaldıracaktır. Sürekli akış uygulandığında ürün geliştirme, sipariş alma, fiziksel üretim işleri çok kısa sürede tamamlanabilir hale gelecektir. Bu müşterinin gerçekten istediği şeyleri, tam istediği zamanda tasarlayabilme, planlayabilme ve üretebilme imkanını verdiğiinden satış tahmini yapmak, karmaşık planlama yazılımları kullanmak, stokta kalan ürünleri itmek için kampanyalar düzenlemek zorunluluklarını ortadan kaldırarak sadece istenen şeylerin daha iyi üretilmesine odaklanabilmeyi de sağlayacaktır.

2.4.4 Çekme

Yalın Düşünce'nin çekme ilkesi değerin müşteri tarafından kaynağından çekilmesini öngörür. Çekme, sonraki aşamalarda yer alan müşteri istemeden önceki aşamalarda hiçbir şekilde ürün ya da hizmet üretilmemesi anlamına gelir. Çekme ilkesi, nihai müşterinin belli bir ürün için yaptığı taleple başlar, ürün müşteriye ulaşana kadar geçen tüm aşamaları geriye doğru izleyip her aşamanın bir öncekinden talep etmesiyle üretimi başlatmak şeklinde uygulanır.

Çekme uygulandığında stoklara gerek kalmaz, istenmeyen üretimin yol açtığı hurda ve fireler engellenir, her tezgah için çizelgeleme yapmak gerekmez, prosesin baş tarafına doğru talep dalgalanmaları oluşumu engellenir, tüm ürünlerin her türlü kombinasyonda üretilmesi mümkün olur ve talepteki değişimlere anında uyum sağlanır. Müşteriler beklentilerinin zamanında karşılanacağından emin oldukları ve stokta kalmış ürünleri elden çıkarmak için kampanyalar gerekmediği için talep de istikrar kazanır. Çekme sisteminin önemi firmalar arası değer akışına uygulandığında daha da artar.

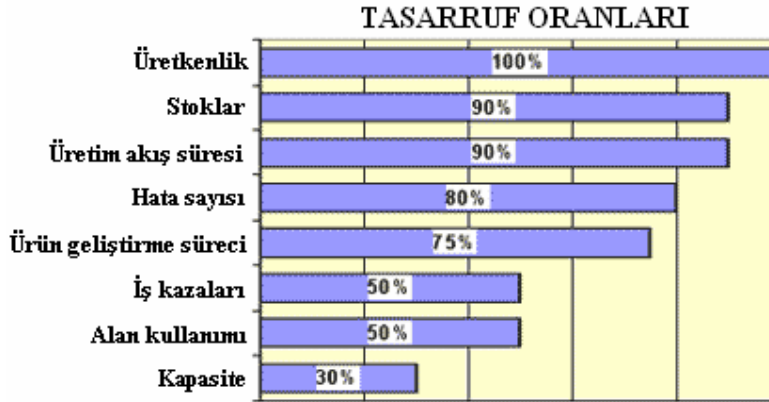
Organizasyonlar değeri doğru tanımlamaya başlayıp, değer akışının bütününde her adımı sorgulayarak, ürünün değer yaratan aşamalar boyunca sürekli akmasını ve müşterilerin değeri işletmeden çekmelerini sağladıklarında süre, maliyet ve hataları azaltmanın bir alt limiti olmadığını görmeye başlarlar. İyileştirme faaliyeti ne kadar tekrarlanırsa tekrarlansın

çalışanlar her defasında israfı daha da azaltacak yeni yollar bulabilmektedirler. Bu, Yalın Düşünce'nin son ilkesi mükemmelliğin bir hayal olmadığını ifade eder.

2.4.5 Mükemmellik

Yalın Yaklaşım uygulandığında işgücü verimliliği, işin tamamlanma zamanı, stoklar, müşteriye ulaşan hatalı ürünler ile hurda oranları, ürünü pazara sunma süresi gibi parametrelerin hepsinde birden radikal iyileşmeler görülecek, çok küçük ilave maliyetlerle ürün çeşitliliği artırılabilir ve bunlar yeni teknoloji yatırımlarına gerek kalmadan, hatta mevcut bazı ekipmanlar satılarak negatif sermaye yatırımı ile ve birkaç yıllık bir süre içinde başarılabilecektir.

Yalın Üretim'i uygulayan şirketlerin deneyimi üretim akış süresinde %90 azalma, üretkenlikte %100 artış, stoklarda %80 azalma, ürün geliştirme süresinde dört misli hızlanma ve kapasitede %30 artış sağlanabildiğini göstermektedir.



Şekil 2.1. Tasarruf oranları (Yalın Enstitü, 2007)

Mükemmelliğin en önemli hızlandırıcısı şeffaflıktır. Yalın bir sistemde herkes (fason imalatçılar, ilk basamak tedarikçiler, bayiler, müşteriler, çalışanlar) sistemin bütününe görebildiklerinden ve anında geri bildirim imkanı nedeniyle değer yaratmanın daha iyi yolları kolaylıkla bulunabilir.

Yalın Üretim'de üründeki hatalar, teçhizat arızaları, beklemler olağan karşılanmaz ve sürekli olarak temel nedeni araştırılarak çözülür. Mükemmelliğe giden yolda PUKÖ (Planla-Uygula-Kontrol et-Önlem al) çevrimi etkin olarak kullanılmaktadır. Bu yaklaşım Toplam

Kalite Sistemleri'nde de mevcuttur. Ancak Yalın Üretim'in farkı problemin tekrarını önlemeyi hızla mümkün kılmasıdır. Çünkü sistem sürekli akış halindedir, hatalı parça stokları yığılmadan problem olduğu anda fark edilebilir, nedenleri kolaylıkla izlenebilir ve en önemlisi stok seviyesi azaltıldığından problem kısa sürede giderilemezse tüm sistem duracağı için organizasyonun bütün birimlerinde acil müdahale sorumluluğunu zorunlu kılar.

Yalın Üretim ilgili tüm tarafların kazandığı bir çalışma tarzını mümkün kılmaktadır. Tek tek firmaların kârlılığı katlanarak artmakta; işçiler sadece yüksek ücret değil, ama onun yanı sıra kararlara katılım, çok yönlü beceriler gibi birçok kazanç sağlamakta; müşteriler tam istedikleri özelliklere sahip, uygun fiyatlı, kaliteli ürünlere en kısa sürede sahip olabilmekte; tedarikçiler sürekli fiyat baskısı altında sıkıştırılmak yerine kendini geliştirmesine yardım edilen sürekli bir iş ortağı durumuna gelmekte; ülkelerin mali kaynakları sürekli israfa karşı savaş açmış bu sistem sayesinde çok daha etkin kullanılabilir.

2.5 Yalın Yönetim İlkeleri

2.5.1 Yalın Üretim'de Yönetim Yaklaşımı

Yalın Üretim'de çalışma tarzı, ürün odaklı ekiplerin değer kesintisiz akışından sorumlu olmasıdır. Ekipteki her işçi hatasız ve belirlenen sürede üretmek, hatalı parçayı almamak-vermemek, makinelerin problemsiz çalışmasını sağlamak ve akışı kesintiye uğratabilecek anormallikleri fark edebilmekle yükümlüdür. Bu, işlerin standartlaştırılması ve sorumlulukların her düzeyde net olarak tanımlanmış olması ile başarılı. İş standardının işi yapan kişi ile birlikte detaylı olarak tanımlanması emniyetli bir çalışma ortamını, istenen kalitede ve sürede üretimi, anormalliklerin hataya dönüşmeden giderilebilmesini garanti altına alır. İş standartları da iyileştirme önerileri ile sürekli mükemmelleştirilir.

Her düzeydeki çalışana kendini geliştirme olanakları sunulduğundan ve iyileştirme fikirleri ödüllendirildiğinden çalışanlar sorumluluktan kaçmaz. Bu nedenle yalın işletmelerdeki öneri sistemi diğerleriyle kıyaslanamayacak kadar canlıdır. Eğitim ve iş rotasyonu iş becerisini artırıp, çok yönlü işçiliği geliştirir, bütünü görebilmeyi ve daha etkin fikirler üretebilmeyi sağlar.

Yalın Sistem'in temelinde çalışanlarla kurulmuş karşılıklı güven ilişkisi yatar. Bu güven iş güvencesi, iş emniyeti, eğitim ve gelişme olanakları, takım çalışması, kararlara katılım, adil ücret, sorumluluk taşıma ve disiplin ile sağlanmaktadır. Çalışanlara değer verme anlayışının

bir göstergesi ve aynı zamanda işe karşı sorumluluğu artırmanın bir yolu olarak yalın işletmelerde iş değil kişi değerlendirilerek ücretler belirlenir. Her düzeydeki çalışanın şirket iş hedeflerinden açınımla gelen, başarmak zorunda olduğu iyileştirme hedefleri vardır.

Çalışanın gönlünü ve aklını sisteme dahil edemeyen işletmelerde Yalın Üretim'in bir teknikler dizisi olarak yaşatılması mümkün olmaz.

2.5.2 Yalın Dönüşüm

Yalınlaşmak sadece üretim alanında belirli teknikler kullanılarak başarılamaz. Tüm sistem israfları yok etme ve değeri büyütme hedefini desteklemelidir. Oysa mevcut durumdaki pek çok kural, sistem ve kültür yalınlaşmanın önünde engeldir. Örneğin stokların azaltılması klasik muhasebe sistemine varlıkların azalması olarak yansımaktadır, kişi bazında verime dayalı performans ölçümü aşırı üretime yol açar, tedarikçiler kader ortakları değil kâr transferi yapılacak birer kaynak olarak görüldüğünden Yalın Dönüşüm'e destekleri yetersizdir.

Yalın bir işletmede yönetim, satış, satın alma, ürün geliştirme, muhasebe gibi tüm fonksiyonların birbiri ile senkronize çalışması, değer hızla akıtılması ilkesini desteklemesi gerekir.

Yalın uygulamalar israflar yüzünden tüketilmekte olan kapasiteyi ortaya çıkarır. Bu kapasitenin ne yapılabileceği konusunda bir iş geliştirme planı olması gerekir.

Yalın yolculukta en önemli nokta mevcut sistemin ataletini kırabilmektir. Firmaları Kitle Üretimi dünyasından dışarı çıkaracak katalizör güç genellikle derin bir kriz anında tüm geleneksel kuralları yıkan ve genellikle firma dışından gelen bir değişim ajanıdır. Mal sahibi veya sahiplerinin ve yönetimin kuvvetli liderliği ve değişime adanmışlığı başarının en önemli parametresidir.

Yalın Üretim ancak uygulanarak tam anlamıyla öğrenilebilir. Bu yüzden ilk bilgileri aldıktan ve değer akış haritalarını hazırladıktan sonra en kısa süre içinde önemli ve görünür bir faaliyetin iyileştirilmesi ile işe başlamak, kısa sürede bir başarı örneği yaratmayı hedeflemek organizasyona motivasyon kazandıracaktır.

Yalın Üretim, ürün grupları ve değer akışına göre yeniden organize olmayı gerektirir. Bir değer akışında başlatılan uygulamaları diğer değer akışlarına genişletmek, ardından "Politikaların Yayılımı", "Yalın Muhasebe" gibi destekleyici sistemleri kurmak ve giderek İlk Katman Tedarikçi ve Müşterileri sisteme dahil etmek iyi bir gelişim stratejisidir. Değişime

karşı gelen müzmin muhalifleri sistem dışı bırakmak zorunludur. İş hedefleri ile bağlantılı bir iş planı ve kazanç paylaşım planı Yalın Dönüşüm'ü destekleyecektir.

Yalın Üretim mükemmelliği arayışta bakış odağını görevler, fonksiyonlar, kariyerler ve teknolojilerden müşteri tarafından belirlenen değerin, müşteri çektikçe sürekli akıtılmasına çeviren bir anlayıştır.

2.6 Türkiye'de Yalın Yaklaşım

Türkiye'de Yalın Yaklaşım 1990'lardan beri bilinmekte ve uygulama örnekleri giderek artmaktadır. Önceleri sadece bağımsız tekniklerin kullanılması şeklinde ortaya çıkan uygulamalar, giderek bütünlüklü bir sistem yaklaşımına dönüşmektedir. Ekonomik krizlerin ve ihracat pazarlarına açılmanın da etkisiyle firmalar mevcut iş yapma yöntemlerini değiştirmek zorunluluğunu daha fazla hissetmektedirler.

Türkiye'de otomotiv sektörü Yalın Sistem uygulamalarında daha aktif görünmektedir. Yalın uygulamaların başarısını kültürel faktörlere bağlamak eğilimine karşı en güzel cevap, Adapazarı'nda kurulan Toyota otomobil fabrikasında Türk işçilerinin kısa süre içinde Japonya'daki Toyota Japon işçilerinin üretkenlik seviyesini yakalamış olmaları ve son birkaç yıldır tüm Toyota fabrikaları arasında kalitede birinci seçilmeleridir. Diğer büyük üreticiler de Yalın Yaklaşım'ın uyarlamaları olan Ford, Renault, Bosch, Tofaş Üretim Sistemi ve Hugo BOSS, isimli dünyaca tanınmış marka tekstil üreticisi hem kendi işletmelerinde hem de yan sanayi işletmelerinde başlatmışlardır.

Yalın uygulamalar, tek tek firmalarda önemli maliyet tasarrufları sağlamış olmakla birlikte, değer zincirine yaygınlaştırılmadığı için hem bu firmalar potansiyel tasarrufun tamamını elde edememişler hem de ülke geneline etkisi yeterince yüksek olamamıştır. McKinsey Global Institute tarafından yapılan "Türkiye Verimlilik ve Büyüme Atılımının Gerçekleştirilmesi" araştırmasının bulgularına göre Türkiye'de tarım dışı ekonomide işgücü verimliliği ABD'nin %40'ı kadardır. Geleneksel firmalara göre 2,5 misli üretken olan modern firmalarda bile mevcut işgücü verimi, sektördeki en iyi ülkeye oranla %62 düzeyindedir. Ülkenin mevcut koşulları içinde yapılabilecek iyileştirmelerle kolaylıkla %95 düzeyine çıkarılabilir. İşgücü verimliliği ile kişi başına düşen Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) arasındaki güçlü korelasyon dikkate alındığında potansiyel verimlilik düzeyinin yakalanması ile 2015 yılında kişi başına GSYİH iki katına çıkarken, %30 oranında istihdam artışı sağlanması mümkün görünmektedir.

Mevcut verim ile potansiyel verim düzeyleri arasındaki fark analiz edildiğinde en önemli payın, yönetim teknikleri, kapasite kullanımı ve tedarikçilerle ilişkiler, ürün yapısı gibi Yalın Üretim tekniklerinin ciddi iyileştirmeler sağlayabildiği alanlarda olduğu görülmektedir.

Sermayenin kısıtlı ve maliyetinin yüksek olduğu ülkemizde büyümenin lokomotifi verimlilik artışı olmak zorundadır. Yalın Yaklaşım israflar yüzünden tüketilmekte olan kaynakları verimli kullanabilmenin yollarını göstermektedir. Tasarruf edilen kaynaklar daha fazla değer yaratmaya yönlendirildiğinde, hem mevcut pazarlarda daha geniş ekonomik imkanlar bulunabilir hem de yeni pazarlara doğru büyüme gerçekleştirilebilir.

Yalın, Türkiye'nin temel iş felsefesi olmalıdır (www.yalinenstitü.org.tr).

2.7 Yalın Üretim Teknikleri

2.7.1 Tek parça akışı

Herhangi bir günde hattan çıkacak ürünlerin tüm parçalarının da ilke olarak o gün içinde üretilmesi, tüm üretim birimlerinin kanban ve üretimde düzenlilik ilkesine göre mümkün olan en küçük partilerle çalışılabilmeleri, tahmin edileceği gibi bazı ön koşullara bağlıdır. Her şeyden önce, üretkenliğin çok yüksek, üretim zamanlarının çok kısa olması, üretim akışı içinde gerek işçilerin gerek de bitmiş ve işlenmekte olan parçaların beklemeyle hiçbir vakit kaybetmemeleri gerekir. İşlenmekte olan parçaların beklemesi demek, bir parçanın bir işlenme aşamasından diğerine hemen geçmemesi demektir, stoklu çalışmada işler zorunlu olarak bu şekilde yürümektedir.

Yalın üretimin bu zaman harcamasına bulduğu çözümlerden biri de, herhangi bir atölye içinde bir parçanın nihai halini alması için gereken tüm makinelerin, parçaların işlenme akışına dayanarak birbiri ardı sıra yerleştirilmeleri ve parçanın bir önceki süreç için gereken makineden bir sonraki süreçte kullanılacak makineye hiç beklemeden geçmesi şeklindedir. Makinelerin bu şekilde yerleştirilmelerine süreç-bazlı yerleşim ve parçaların süreçler arasında beklemeden teker teker aktarılmasına da tek-parça akışı denilmektedir. Tek-parça akışını; süreçler, makineler arası aktarma partisinin bir adete indirilmesi yada hat ile makine arası stoğun sıfırlanması olarak da tanımlayabiliriz (Okur, 1997).

2.7.2 U hatları, iş rotasyonu

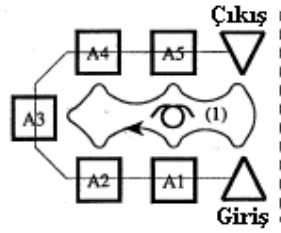
İşçilerin bir yerden bir yere gitmesi, makinaların çalışmasını kontrol etmesi yada makina

başında makinalarının devrinin bitmesinin beklenmesi gibi ürüne hiçbir değer katmayan eylemler zaman kaybına ve israfa neden olmaktadır.

Taiichi Ohno sisteminin temel mantığı, makinaların doğru çalışıp çalışmadığının kontrolü, makinaya parçayı yerleştirme, işlenmiş parçayı alma gibi eylemleri mekanikleştirerek ve otomatikleştirerek, kazanılan zamanı her işçinin birden fazla makineyi çalıştırması şeklinde değerlendirmektir.

Böylece bir yandan aynı işi çok daha az sayıda işçiyle gerçekleştirmek mümkün olmakta, diğer yandan da talep yükselme/düşme durumlarında sadece işçi sayısı ile oynayarak üretim verimini talepteki esnekliğe adapte etme olanağı elde edilmektedir.

Taiichi Ohno'nun bir işçinin birden fazla makinadan sorumlu olma ilkesi, tek parça akışı ve süreç bazlı hat anlayışıyla da birleşince ortaya çıkan yerleşim düzeni U-hatları olmuştur (Okur, 1997).



Şekil.2.2. U hattı yerleşimi (Miltenburg, 2001)

U-hatlarında, makinaları u şeklindeki hat üzerinde üretim operasyonlarını yerine getirme sırasıyla düzenler. Operatörler u hattının içinde çalışırlar. Bir operatör hattın giriş ve çıkışının her ikisini de denetler. Makine işi operatörün işinden ayrılmıştır bu nedenle makinalar mümkün olduğu kadar bağımsız çalışır. Standart operasyon tabloları bütün işlerin nasıl yapıldığını tam olarak belirtir (Miltenburg, 2001).

İş rotasyonu ile, iş hatları ve Shojinko'nun (talepteki esnekliğe makina adetlerinde değişiklik yapmadan işçi sayısında ayarlamalarla uyum sağlayabilir hale getirilmesi) verimli kullanılması mümkün olmaktadır. İş rotasyonu sayesinde yüksek becerilere sahip olan işçiye herhangi bir makinanın sorumluluğu verildiğinde işçi başarılı olmaktadır (Okay, 1999).

2.7.3 Bir dakikada kalıp değiştirme

Makinalarda bir kalıptan diğer bir kalıba hatasız ürün elde edecek şekilde geçme süresinin (set

up süresi) uzun oluşu kitle üretim sisteminde stoklu çalışmaya birinci sırada gösterilen gerekçedir. Set up süresinin artışı makinanın verimli olarak kullanılabilmesi için aynı parçadan büyük miktarda üretilmesi sonucunu doğurmaktadır (Okur, 1997)

1950'lerde Toyota'da stoksuz üretim için kalıp değiştirme süresinin azaltılması bir ön şart olarak görülmüş, şaşırtıcı biçimde kalıp değiştirme zamanı üç dakikaya indirilmişti. Böylece küçük miktarlarda pres basımları yapıldığı taktirde büyük miktarlar basmaya göre parça maliyeti daha düşük olmaktaydı. Küçük miktarlarda üretim yapmak. seri üretim sistemlerinin gerektirdiği muazzam miktarlarda bitmiş parça stok taşıma maliyetini ortadan kaldırmaktaydı ve pres baskı hatalarının anında ortaya çıkmasını sağlamaktadır (Womack, Jones ve Ross, 1990).

2.7.4 Kanban sistemi

Yalın üretim sisteminde, her üretim istasyonunun kendisinden bir sonraki istasyonun hemen işleme geçebileceği miktarda parçayı tam zamanında üretmesi prensibiyle, tüm üretim aşamalarının ya da istasyonlarının gereksiz üretim yapmalarının önlenmesi hedeflenmektedir.

Üretimin ilk istasyondan son montaja doğru bir akış olarak algılandığı kitle üretim sisteminde, bir önceki istasyon bir sonraki istasyona işleyeceği malları iter. Yalın üretim sisteminde ise tam tersi bir yaklaşımla üretim süreci son istasyondan ilk istasyona bir akış olarak düşünülmekte, hiçbir istasyonun gereğinden fazla üretim yapmaması için bir önceki aşamada neyin, ne miktarda işleneceğine bir sonraki aşamada karar verilmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde üretim akışı çekme sistemi olarak tanımlanmaktadır.

Çekme sistemi tümüyle bir sonraki üretim aşamasındaki bir işçinin bir önceki aşamaya gidip kendi üretim istasyonu için o an gerekecek miktarda parçayı çekmesi ilkesine dayanır. Onun bu parçaları çekmesi bir yandan bir önceki istasyon için yeni üretime başla sinyalıdır, öte yandan da yeni üretimin ne miktar ve çeşitlilikte olacağını belirtir. Bir önceki aşamada ancak çekilen miktar ve çeşitlilikte parça üretilcektir. Çekme olayı son montaj hattında başlar ve parçalar montaj hattından başlayarak atölyeden atölyeye yada yan sanayiden ana sanayi fabrikasına doğru çekilirler.

Kanban, yalın üretimde gerek fabrika içi işleyişte gerekse yan sanayilerle olan ilişkilerde çekiş işini senkronize etmek için kullanılan bilgi kartlarıdır. Sistemin herhangi bir aşamasında üretilcek her parçanın bir kanban kartı vardır.

Ana sanayi ve yan sanayiler arasında yatay ve dikey yönde bilgi akışını gerçekleştiren kanban kartlarında sevkiyat siparişi, nakliye siparişi ve üretim siparişi bilgileri bulunmaktadır.

Kanban ile düzenlenip yönetilen Üretim sürecinde depolar ortadan kalkmakta, dolayısıyla işgücü, emek ve yönetici tasarrufu sağlanmaktadır.

Kanbanın kullanılmasıyla kayıpların ne zaman ve nerede ortaya çıktığı açıkça belirlenir, bunun sonucunda da kayıplar incelenir, araştırılır ve düzeltme yolları aranır. Üretim tesisinde kanban, harcanan emeği azaltmanın, depo sayısını azaltmanın, hatalı ürünleri ortadan kaldırmanın, ayrıca arıza ve kesintilerin tekrarlanmasını önlemenin temel ögesi haline gelir (Ohno, 1978).

Üretimde esneklik kanban ile sağlanmış olur. Montaj hattında bir gecikme yada durma durumunda önceki atölyelerden parça çekilmeyeceği için bu durum diğer atölyelerin üretimlerine de yansır. Talebin artması yada azalması durumunda kanbanların atölyeler arasındaki yada fabrika ile yan sanayiler arasındaki devir hızının son montaj hattından başlayarak ayarlanması yoluyla, tüm atölyeler ve yan sanayiler üretimleri artırabilir yada yavaşlatabilir.

Uzmanlara göre ne kadar gelişmiş olursa olsun bir bilgisayar sistemi üretim bölümleri arası haberleşmeyi bu dakiklik ve esneklikle gerçekleştirmez. Kanban sistemi hemen hiçbir yatırım gerektirmeden bu karmaşık Üretim ağını ve atölyeler arası senkronizasyonu son derece etkin sağlamaktadır (Okur, 1997).

2.7.5 Üretimde Düzenlilik ve Karma Modelli Çizelgeleme

Değişik modelleri yada ürünleri ardarda monte etmek olarak tanımlanabilecek olan karma yüklemenin en önemli işlevleri üretimin talep değişikliklerine hesapta olmayan bitmiş veya işlenmekte olan ürün stoğu ile karşılaşılmaaksızın adapte olmasını ve aynı hatta birden fazla model ya da ürünün monte edilmesini sağlamak ve ürünlerin bayilere ve müşterilere istenen sipariş bileşimine erişildikten sonra sevk edilmelerini sağlayarak üreticileri gereksiz stok alanları bulundurma zorunluluğundan kurtarmaktır (Okay, 1999). Karma yükleme düzeni müşteri talep miktarı ve bileşimine göre belirlenir ve Heijunka yönetim aracı ile yapılır.

2.7.5.1 Heijunka

Türkçe'ye "düzgün üretim" veya "dengelenmiş üretim" şeklinde aktarabileceğimiz Heijunka, en tepeden en alta kadar "kendi işini kendin planla ve üretimi dengele"nin

ifadesidir. Heijunka tüm üretim kaynaklarının ve müşteri talebinin ürün çeşidine ve hacmine bağlı olarak planlamasını içerir. Ürün çeşitliliğinin az olduğu durumlarda böyle bir düzgünleştirmeye gitmek mantıklı değildir.

Çizelge 1.1’de gösterilen, 5 alakalı ürünün üretildiği standart paketleme miktarının 25 olduğu bir değer akışını ele alalım.

Çizelge 2.1. Değer akışı

Ürün	A	B	C	D	E
Günlük İhtiyaç	300	200	200	50	50
Paketleme miktarı	25	25	25	25	25
Kanban sayısı	12	8	8	2	2

Kanban sayısı, günlük gereksinimin paketleme miktarına bölünmesiyle elde edilmiştir. Günlük toplam talep 800, 1 günde, 2 vardiyada çalışılan toplam süre 52800 sn’dır.

$$\text{Takt süresi} = 52800 \text{ sn} / 800 \text{ adet} = 66 \text{ sn}$$

Çekme aralığı = $66 \text{ sn/adet} * 25 \text{ adet/konteynır} = 1650 \text{ sn} = 27.5 \text{ dk}$ olarak bulunur.

Yani her 27.5 dakikada 25 tane ürün sevk edilecektir. Sorun hangi üründen 25 tane çekileceğidir. A ürününden 12, B ürününden 8, C ürününden 8, D ürününden 2, E ürününden 2 adet çekilecektir. Diğer bir deyişle çekme A:B:C:D:E = 3:2 :2 :0.5 :0.5 oranına göre yapılacaktır. Oran sadeleştirilirse, A:B:C:D:E = 3:2 :2 :0.5 :0.5 haline gelir.

2.7.5.2 Heijunka Kutusu

Heijunka, yada düzgünleştirme kutusu belirli bir zaman aralığı için ürün hacmi ve çeşidini seviyelendirmeye yardımcı olan fiziksel bir yönetim aracıdır. Yükleme, insan ve makine gücünü en etkin şekilde kullanarak düzgünleştirilir. Sevkiyat ve daha önceki işlemlerin çekme aralıklarına göre kanban kartları kullanılır.

Yukarıda yer alan Heijunka örneğinde, üretim seviyelendirmenin A:B:C:D:E = 3:2 :2 :0.5 :0.5 oranına göre yapılacağı tespit edilmişti.

Aşağıda yer alan şekil bir Heijunka kutusunu temsil etmektedir. Sol sütunda 32 adet çekme aralığı, sağ sütunda ise 27.5 dakikalık periyotta hangi ürünün üretileceği yer almaktadır.

Heijunka kutusunda yaklaşık yukarıdaki oranı sağlayacak şekilde yükleme yapılmıştır.

- A ürünü ilk 3 çekme aralığı süresince üretilmektedir.
- B ürünü sonraki 2 periyotta üretilmektedir.
- C ürünü sonraki 2 periyotta üretilmektedir.
- Üretim standart parti miktarına göre yapıldığından D ürününden yarım parti miktarı üretilemez. Bunun yerine en büyük orana sahip A ürününden 3 parti miktarı üretmek daha mantıklı olacaktır. Böylece takım değiştirme zamanından kazanım sağlanır.
- D ürününü ürettikten sonra, sonraki 4 çekme aralığı süresince B ve C ürünleri üretilir.
- E ürünü ilk vardiyanın son çekme aralığında üretilir.
- Yukarıda anlatılan yükleme 2. vardiyada da değişmez.

Günün sonunda üretim gereksinimleri karşılanmıştır. Heijunka kutusu genellikle ikinci gösterimdeki Heijunka kutusu-kanbanlar şeklinde çizilmektedir (Tapping, 2002). Sıralama mümkün olduğunca gün boyu değişmez. Bu sistem istasyonlar arası düzensiz çekişlerden kaynaklanacak işlenmekte olan ürün stoğu tutulmasını önler. Aynı zamanda günlük üretim adetlerinin tutturulmasına ters düşmez. Kısaca ürünlerin birbirlerine en küçük birimlerde adet açısından oranlanabilmesi ilkesi ile sürekli ve düzenli üretimin gerçekleşmesine yalın üretimde "üretimde düzenlilik" denilmektedir (Okur, 1997).

Çizelge 2.2. Heihunka kutusu-Çekme aralığı

Çekme Aralığı	Ürün
6:30:00-6:40:00	İlk vardiyanın başlangıcındaki toplantı
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
8:30:00-8:40:00	Mola-Üretim yok

8:40:00-9:07:30	B
9:07:30-9:35:00	C
7:35:00-10:02:30	C
10:02:30-10:30:00	A
10:30:00-11:00:00	Yemek-Üretim yok
11:00:00-11:27:30	A
11:27:30-11:55:00	A
11:55:00-12:22:30	D
12:22:30-12:50:50	B
12:50:50-1:00:00	Mola-Üretim yok
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	İlk vardiyanın sonu
3:00:00-3:10:00	İkinci vardiyanın başlangıcındaki toplantı
3:10:00-3:27:30	A
3:27:30-4:05:00	A
4:05:30-4:32:30	A
4:32:30-5:00:00	B
5:00:00-5:10:00	Mola-Üretim yok
5:10:00-5:27:30	B
5:27:30-6:05:00	C

2.7.6 Toplam İş Denetimi / Senkronizasyon

Yüksek kapasiteli makinaların kapasitelerinin düşük kapasiteli makinalara yaklaştırılarak senkronize üretim yapılmasına toplam iş denetimi denilmektedir.

Süreç bazlı hatların etkin çalışabilmesi, aynı hattı oluşturan makina kapasitelerinin yani bir işlemi tamamlamak için gereken sürelerin denkleştirilebilmesine bağlıdır. Üretimin tek parça akışı içinde gerçekleştirilebilmesi tüm makinaların aynı süre içinde, aynı miktarda parça işlemleri sağlanarak çözülmüştür. Makinaların bu senkronizasyonu, kapasitesi yüksek olan makinalara belirli bir miktar parçayı işledikten sonra kendi kendisini otomatik olarak durduran bir limit anahtarı yerleştirerek yapılabilir.

Toplam iş denetiminde bazı makinaların tam kapasite çalışmalarına karşın bekleme süreleri sıfırlanarak stoklar elimine edilmektedir ve israf önlenmektedir.

Senkronizasyon sadece atölye içindeki süreç bazlı hatlarda değil atölyeler arasında da uygulanmaktadır (Okay, 1999).

2.7.7 Sıfır hata

Yalın üretim yaklaşımında üretimde kalitesizliğin bir maliyeti vardır. Eğer firma ürünlerin istenen kalitede üretilmesini garanti edemiyorsa, herhangi bir değer katmayan ve işgücü maliyetini artırıcı bir unsur olan kalite kontrol faaliyeti içinde bulunmak zorunda kalır. Bazı hatalı ürünlerin onarılması işgücü ve amortisman maliyetini arttıran bir faktördür. Üretilen pekçok ürünün ya da parçanın kalitesiz olduğu için ıskarta edilmesi işgücü ve makina zamanını israf etmek anlamına gelecektir ve maliyeti artırıcı bir unsur olacaktır. %100 kalitesinden emin olunmayan ürünlerin müşteriye ulaşması durumunda kullanımda oluşacak arızalar sorun yaratacaktır (Okur,1997).

JIT üretim prensibiyle kalite düzeyinin yükseltilmesi zorunluluk olmaktadır. Stoksuz üretim prensibiyle gerçekleştirilecek üretim sürecinde oluşabilecek ıskarta üretimin tamamen durması anlamına gelecektir.

Yalın üretim sistemini uygulamayan birçok firmada %1-5 arası ıskarta oranı normal bir seviye olarak ele alınırken yalın üretim sisteminde en düşük hedef ıskarta oranının milyonda birler seviyesine indirilmesidir. Ancak asıl hedef sıfır hata noktasına ulaşılmasıdır (Okur 1997).

2.7.8 Toplam üretken bakım

Toplam üretken bakım, (İngilizce total productive maintance teriminin kısaltması olarak TPM) bir fabrikada kullanılan ekipmanın verimliliğini yada etkinliğini artırmak ve olası makina hatalarından kaynaklanacak ıskartaları önlemek amacıyla gerçekleştirilen tüm çalışmaları kapsayan bir terimdir. TPM'nin geniş anlamda deney tasarımı ve poka yoke'ye destek veren yardımcı kalite tekniği olduğu söylenebilir (Okur, 1997).

TPM, işletmede üst yönetimden başlayan bir TPM politikası oluşturulmasına ve fabrika zemininde oluşturulacak küçük işçi ekipleri aracılığıyla hayata geçirilmesine dayanır. TPM'nin çekirdek birimleri olan ekipler yaptıkları tüm çalışmalara asıl görevlerinin problem çözme olduğu bilinciyle yaklaşırlar. TPM ekipleri yaptıkları işlerde problem arar, saptar ve çözüm üretirler.

TPM kavramındaki toplam sözcüğünün üç anlamı vardır:

- Kullanılan ekipmanın verimliliğini artırıcı çalışmanın ekipmanın toplam ömrü boyunca sürdürülmesi
- Ekipmanın çalışmadan beklemesine neden olan tüm etkenlerin kontrol altına alınması
- Firmada verimi artırma çalışmalarına görev yapan tüm personelin katılması (Okur, 1997).

İşlenmekte olan ürün stoğu tutulmayan U hatlarının oluşturulması için TPM önemli rol oynamaktadır. Çünkü herhangi bir makinanın bozulması tüm hatların üretimini sekteye uğratacaktır.

2.7.9 Sürekli iyileştirme (kaizen)

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

Japonca bir sözcük olan kaizenin anlamı daha iyiye doğru bir değişim demektir. Kaizen sürece yönelik, küçük adımlı, insana dayanan bilgiyi paylaşan sürekli iyiyi arama çabasıdır. Kaizenin baş sloganı 'en iyi, iyinin düşmanıdır' olarak özetlenebilir (Yamak, 1998).

Sorunu kökten çözenin prensip olduğu kaizen uygulamalarının ön koşulu sorunları saklamamaktır. Ömür boyu iş garantisi altında çalışan tüm işçilerin sürekli iyileştirme

alışmalarına takım çalışması anlayışı içinde katılmasına imkan veren ve tüm çalışanların yaratıcı potansiyellerine saygı duyan bir sistem olan kaizende çalışanların potansiyellerinden yararlanılması kalite çemberleri ile sağlanır.

Kaizen yalın üretim sistemini kurmak için aynı zamanda bir araçtır. Formüle ederek tanımlarsak : Kai (Değışim) + Zen (Daha İyi) = Kaizen (Daha iyiye doğru değışim)

Kaizen yöneticilerden işçilere herkesi içeren sürekli iyileştirmedir. Japonların geliştirdiğı birçok yönetim uygulaması kısaca literatürde Kaizen Şemsiyesi olarak da ele alınan bir başlık altında toplanabilir :

Çizelge 2.4. Kaizen Şemsiyesi (Imai, 1999)

Müşteri yönetimi	Kanban
Toplam Kalite Kontrol	Kalite iyileştirmesi
Robot kullanımı	Tam zamanında üretim
KK emberleri	Sıfır Hata
Öneri Sistemi	Küçük Grup Faaliyetleri
Otonomasyon	İşçi - Yönetim İşbirliğı
İşyerinde Disiplin	Verimlilik İyileştirme
Toplam verimli Bakım	Yeni Ürün Geliştirilmesi

Özellikle II. Dünya savaşından sonra Japonya'da başlayan yeniden yapılanma sürecinde birçok şirket yeni yönetim uygulamaları arayışına girdiler. tüm bu şirketlerin varlıklarını sürdürebilmeleri için her alanda sürekli ilerleme sağlamaları, karlılıklarını ve verimliliklerini korumaları gerekmektedir. Bunun bilincinde olan Japon şirketleri şirket kültürleri içerisinde iyileştirmenin sürekli olması gerektiğini, normal yaşamlarında da kullandıkları, kaizen felsefesini şirket içinde de uygulamaya başladılar. Şirket içinde kaizen kavramının gelişmesinde 1960'larda WE Deming ve J.M. Juran gibi uzmanların Japonlara'a tanıttığı şirket içi uygulamaya yardımcı olacak birçok kalite aracı ile kavram gelişmeye başladı (Imai, 1986).

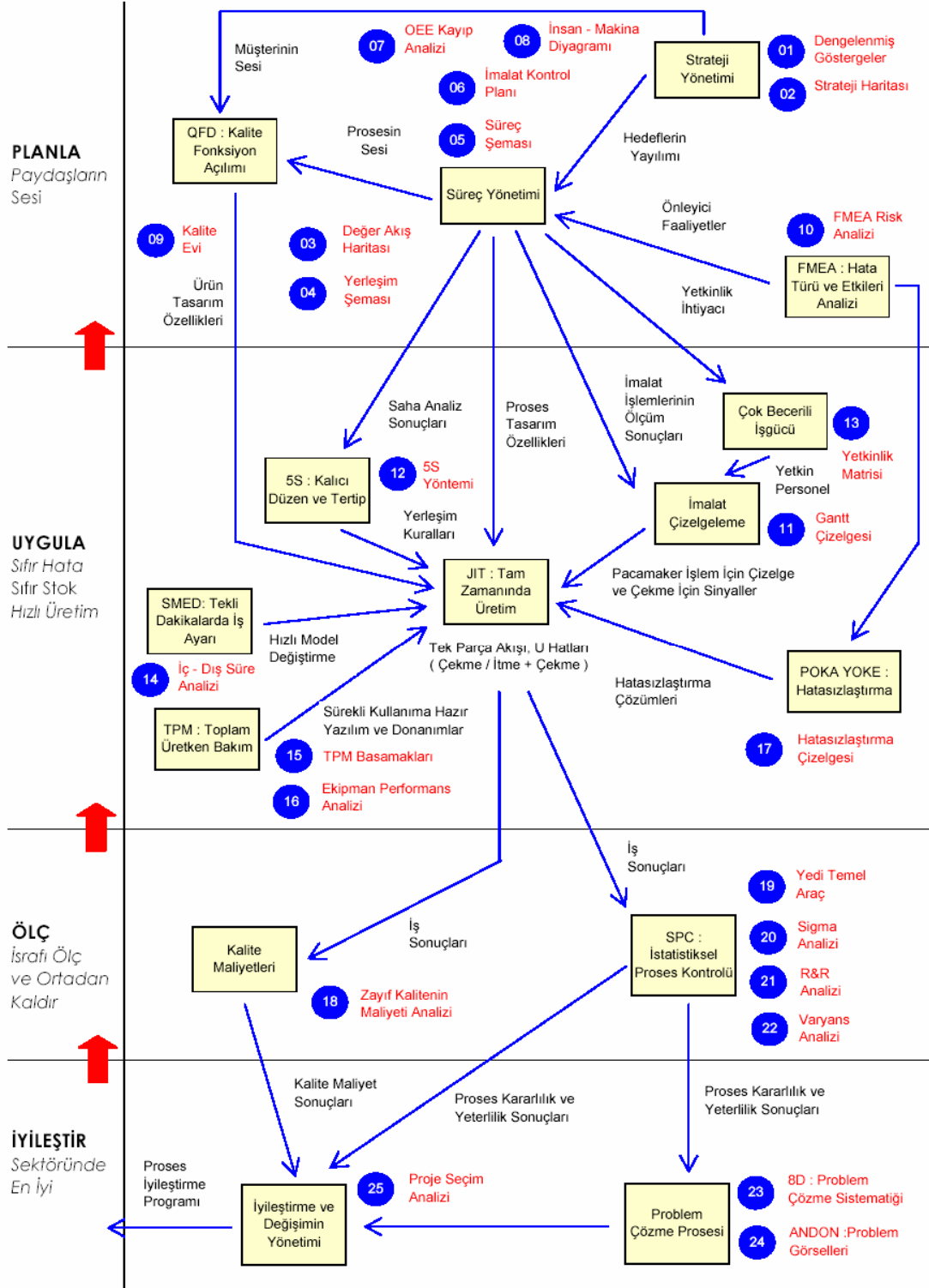
Kaizen Shigeo Shingo'nun da belirttiğı gibi hiçbir işlemin son halini almadığı, daha da mükemmelinin arandığı "kuru havludan bile su çıkarılabilir" anlayışının bir sonucudur (Okur, 1997).

Kaizen felsefesi bir problem çözme tekniği olduğu kadar aslında problemlerin ortaya çıkarılmasında da önemli bir role sahip bir tekniktir. Problem ortaya çıkmadığında gerçek anlamda bir iyileştirmeden de söz edilemeyeceği açıktır. Problemler çözüldükçe iyileştirmede de bir adım daha ileri gidilmiş olacaktır. Önemli olan kaizen felsefesinin altında yatan mevcut durumla yetinmeme prensibini uygulamaktır.

Kaizen felsefesini şirket içi uygulanmasında 5 temel nokta :

- 1) Problemin saptanması
- 2) Problemin (mevcut durumun) incelenmesi
- 3) Fikir üretme
- 4) Değerlendirme
- 5) Uygulamaya geçilmesi, olarak özetlenebilir (Okay,1999).

Şekil 2.3 ve 2.4'te, sırasıyla, yalın üretim model örneği ile yalın üretim yöntemleri verilmiştir.



Şekil 2.3. Yalın Üretim Model Örneği

Strateji Yönetimi	01 Dengelenmiş Göstergeler
Süreç Yönetimi	02 Strateji Haritası
	03 Değer Akış Haritası
	04 Yerleşim Şeması
	05 Süreç Şeması
	06 İmalat Kontrol Planı
	07 OEE Kayıp Analizi
	08 İnsan - Makina Diyagramı
	09 Kalite Evi
FMEA : Hata Türü ve Etkileri Analizi	10 FMEA Risk Analizi
İmalat Çizelgeleme	11 GANTT Çizelgesi
5S : Kalıcı Düzen ve Tertip	12 5S Yöntemi
Çok Becerili İşgücü	13 Yetkinlik Matrisi
SMED : Tekli Dakikalarda İş Ayarı	14 İç - Dış Süre Analizi
TPM : Toplam Üretken Bakım	15 TPM Basamakları
	16 Ekipman Performans Analizi
POKA YOKE : Hatasızlaştırma	17 Hatasızlaştırma Çizelgesi
Kalite Maliyetleri	18 Zayıf Kalitenin Maliyeti Analizi
SPC : İstatistiksel Proses Kontrolü	19 Yedi Temel Araç
	20 Sigma Analizi
	21 R&R Analizi
	22 Varyans Analizi
Problem Çözme Prosesi	23 8D : Problem Çözme Sistematiği
	24 ANDON : Problem Görselleri
İyileştirme ve Değişimin Yönetimi	25 Proje Seçim Analizi

Şekil 2.4. Yalın Üretim Yöntemleri

3. TAM ZAMANINDA ÜRETİM SİSTEMİ

Tam zamanında üretim ilk defa Toyota baş mühendisi Taiichi Ohno tarafından geliştirilerek uygulamaya konulmuştur. Japonların II. Dünya Savaşı sonrasında içinde bulundukları ekonomik şartlarda ortaya çıkmış bir yöntemdir. Savaştan sonra, zaten sınırlı olan doğal kaynaklara, işgücü ve sermaye kaynaklarının da yetersizliği ilave edilince Japonya, iktisadi varlığını devam ettirebilmek için sınırlı durumdaki kaynakları mümkün olan en düşük maliyetle kullanmayı öğrenmek durumunda kalmıştır. Bir felsefe olarak da ifade edilen JIT'in ortaya çıkışında bu tür ihtiyaçlar önemli yer tutmaktadır. 1971 petrol krizi sonrasında JIT felsefesinin önemi diğer Japon işletmelerince de anlaşılmış ve ülke genelinde uygulama alanı bulmuştur. Bu felsefeye dayalı üretim 1980'lerin başından itibaren Amerika ve Avrupa'da da uygulanmaya başlanmış ve hızla bütün dünyaya yayılmıştır. Bugün dünyaca ünlü General Motors, Apple Computer ve IBM firmaları bu yöntemi uygulamaktadırlar.

Japon şirketlerinin başarılı olması, JIT üretim sistemine olan ilgiyi arttırmıştır. Ancak Japonya dışında bu sistem, genellikle bir stok kontrol sistemi olarak tanınmıştır. Gerçekte bu yöntem; stoksuz, yani sıfır stokla üretime karşılık gelmektedir. Dolayısıyla diğer stok kontrol sistemlerinden ayrılmaktadır. JIT'i, şirketin bütün bölümlerini etkileyen satınalma, mühendislik, pazarlama, personel, kalite-kontrol, müşteri ve satıcı arasındaki ilişkiyi de belirleyerek israfın azaltılması, verimliliğin artırılması olan bir üretim sistemi olarak tanımlamak mümkündür. Görüldüğü üzere JIT bazen bir felsefe, bazen bir üretim sistemi, bazen de bir yönetim tarzı olarak ifade edilmektedir. Ancak gerek felsefe, gerekse yönetim tarzı olarak ifade edilsin, JIT bir üretim sistemine karşılık gelmektedir. Bu üretim sisteminin işleyişi kanban kart sistemiyle gerçekleştirilmektedir. Bu sistem aşağıda açıklanmıştır (Özkan, Esmeray, 2002).

3.1 Tam Zamanında Üretim Sisteminin Gelişimi ve Felsefesi

Tam Zamanında Üretim sistemi literatürde sıfır stok, stoksuz üretim, Japon üretimi, Japon stok sistemi, Toyoto üretim sistemi, kanban sistemi olarak tanımlanmaktadır.

Bununla beraber, tam zamanında terimi, bu yeni üretim sistemini tanımlamak için kullanılan en yaygın terimdir. Ancak gerek tam zamanında üretim nitelemesi, gerekse diğer nitelemeler bu işletmecilik olgusunu anlatmada eksiklikleri nedeniyle yanıltıcı kalmaktadırlar. Bu nokta ülkemizdeki uygulamacılar arasında da yanılgılara yol açmış, TZÜ felsefesi, yanlış bir biçimde üretim ortamında etkinliklerin tam zamanında yerine getirilmesi şeklinde

algılanmıştır. TZÜ ne bir paket programdır, ne de karışık formüller kullanan ve en iyi çözümü bulmaya çalışan bir yöntemdir; TZÜ, bir felsefedir. Tam Zamanında kavramı da bu yeni felsefeyi oluşturan bileşenlerden sadece bir tanesidir.

TZÜ'nin temelinde üretimin her aşamasında israfı önleme amacı bulunmaktadır. Bir işletmede, ancak tüm israfın önlenebildiği noktada TZÜ gerçekleşecektir. Başka bir ifadeyle, TZÜ'nin gerçekleşebilmesi, israfın ne ölçüde ortadan kaldırılabildiğine bağlıdır. TZÜ felsefesi ürünün değerini arttırmadan maliyet ekleyen tüm unsurları israf olarak tanımlamıştır. İsrafı ortadan kaldırmak; müşteriye hizmet veya ürüne doğrudan değer eklemeyen tüm faaliyetleri en az düzeye indirmek anlamındadır. İsrafın ortadan kaldırılması işletmenin her biriminde gerçekleştirilebilir.

Toyota'da TZÜ uygulamalarının ilk geliştiricisi ve destekleyicisi Taiichi Ohno, üretimdeki yedi israfı şöyle belirlemiştir.

- 1. Aşırı üretimden doğan kayıplar.** Hazırlık zamanlarını azaltarak, uygun bir yerleştirme ve çalışanların katılımıyla önlenebilir. Sadece ihtiyaç duyulan üretimi yapmak gerekir.
- 2. Bekleme zamanından doğan kayıplar.** Eş zamanlı iş akışı ve esnek işgücü ve ekipman sayesinde dengeli yükleme ile önlenir.
- 3. Taşımadan doğan kayıplar.** Parça nakil ve taşımalarını ortadan kaldırmak için iyi bir yerleştirme, eğer taşıma ortadan kaldırılamıyor ise iyi bir taşıma sistemi kurmak.
- 4. İşlemden doğan kayıplar.** Değer analizi kullanarak ortadan kaldırılabilir.
- 5. Gereksiz stoktan doğan kayıplar.** Tüm kayıpların azaltılması, stok kayıplarını azaltır.
- 6. Hareketten doğan kayıplar.** Azaltmak ve basitleştirmek için metot etüdü. Azaltmak verimliliği, basitleştirmek kaliteyi geliştirir.
- 7. Hatalı parçaları üretmekten doğan kayıplar.** Hataları önlemek için yeni bir işlem kur, düzelinceye kadar hatalı parçaları bir sonraki süre gönderme. Kaliteli işlemde kaliteli ürün ortaya çıkar.

İsrafı önlemenin aynı derecede önemli üç temel bileşeni vardır:

İsrafı önlemenin birinci temel parçası, üretim sürecinde denge, eş zamanlılık ve akış sağlamaktır. İkincisi, kalite için işletmenin tavrıdır, temel düşünce üretimi bir seferde ve doğru yapmaktır. Üçüncüsü, önceden gerekli olan çalışanların katılımıdır. Atölyeden üst yönetime, organizasyonun her üyesi israfın önlenmesinde ve israfa sebep olan üretim problemlerinin çözümünde söz sahibi olmalıdır..

Üretimin her aşamasındaki stoklar (hammadde, yarı mamul, mamul stokları) ile kalitesizlik (satın alınan ve üretilen parça ve yarı mamullerde hatalar) en temel israf unsurları olarak belirlenmiştir.

Bu nedenle, üretimde TZÜ felsefesinin uygulaması, stok azaltmak ve ürünlerin kalitesini geliştirmeyi amaçlar.

Sıfır stok ve sıfır hata bu yüzden TZÜ felsefesinin idealize edilmiş işletme amacı olarak tanımlanmaktadır. Ancak bu hedeflere ulaşmak pratik olarak mümkün olmadığından, burada önemli olan, bu iki hedef doğrultusunda aşırı stoku azaltmak, ürün kalitesini geliştirmek, üretilen ürünlerin maliyetini düşürmek, müşteri siparişlerini daha çabuk karşılamak için hazırlık zamanlarını azaltmak ve verimliliği arttırmaktır.

Bu noktada, TZÜ sisteminin temel hedefinin diğer klasik üretim sistemlerinin temel hedefinden farklı olmadığı görülmektedir. Ancak TZÜ felsefesini diğer klasik sistemlerden ayıran farklı ve yeni olan tarafı, bu felsefenin üretim ortamındaki problemleri kapatmak ve olumsuz etkilerini azaltmaya çalışmak yerine, problemlerin temeline inerek çözümlemek için sürekli çaba harcamayı özendiriyor olmasıdır.

Genellikle işletmeler üretim problemlerini saklamak için, yüksek düzeyde stok ve emniyet stoku tutarak, bu problemlerin olumsuz etkilerini örtmeye çalışırlar. TZÜ sistemi, ürünün tam zamanında hareketini önleyen tüm problemlerin belirlenmesi ve ortadan kaldırılması üzerine odaklaşır ve bu yönüyle yeni bir felsefe ve amaçlar bütünüdür.

TZÜ'nün problemleri ortadan kaldırma çalışmasının işleyiş biçimi şöyledir: Az miktarda stok üretim sürecinden kaldırılır, bu küçük problemlerin oluşmasıyla sonuçlanır. Dikkatli çözümler bulunduktan ve yerleştirildikten sonra, üretim sistemindeki kayıplar yok edilir ve böylece maliyet düşer kalite yükselir. Stoku yok etme yolu, çözümler bulma ve soruna yol açan kayıpları ortadan kaldırmak için adım adım iyileştirme yapma üretim sisteminin kayıpsız üretim yapmasına (Bu kayıpsız üretim, mükemmel kalitede, doğru zamanda doğru miktarda ve mümkün olan en düşük maliyetle üretimdir.) kadar sürekli tekrarlanır.

Stoklar ortadan kalktığı ve problem çözüldüğü zaman şu gerçekleşecektir; Bitmiş ürünler tam satılacağı zaman üretilip teslim edilecek, alt parçalar tam zamanında bir üst ürüne monte edilecek, işletmede üretilen parçalar tam zamanında alt montajlara gidecek ve satın alınan parçalar tam zamanında atölyede işlenen parçalara çevrilecektir (Gülsün, 1998).

3.2 Tam Zamanında Üretim Sisteminin Temel Kavramları

90'lı yılların rekabete dayalı dünya pazarlarında işletmeler, üretimin iyileştirilmesi ve işlem sürekliliğine doğru yönelerek ayakta kalmayı öğreniyorlar. Bugünün hızlı değişen pazar ortamında, pazara düşük maliyetli, yüksek kaliteli ürün verebilen şirket pazar payının çoğunu elde edecektir. Üretim yönünden yönetim, sistemdeki aşırı ıskarta miktarını düşürme yollarını ararken, aynı zamanda uygun üretim kalitesini sürekli olarak sağlamak durumdadır.

TZÜ başarılı bir şekilde yerleştirmek için yönetime düşen, TZÜ'in felsefesini, karakteristiklerini ve mantığını anlamak ve düşünülmesi gereken tüm organizasyonel fonksiyonlar üzerindeki değişikliklerin etkisini tanımaktır.

Tam zamanında üretim ortamında; üretimin tüm aşamalarında israfın ortadan kaldırılması hedefine ulaşabilmek için, aşağıda belirtilen ikincil hedeflerin gerçekleştirilmesi gereklidir:

- **Miktar Kontrolü.** Talebin miktarında ve ürün tipinde oluşacak değişkenliklere karşı sistemin uyum sağlayabilmesi için gereklidir.
- **Kalite Güvencesi.** Her sürecin, bir sonraki sürece kaliteli parçaları iletebilmesini sağlar.
- **İnsana Saygı ve Güven.** Sistemin insan kaynağından gerekli şekilde yararlanabilmesi için çalışanlarına değer verdiğini göstermeli ve onların önerilerini dikkate almalıdır.

Üretimin sürekli akışı veya talepteki miktar ve çeşit olarak değişimlere uyum sağlanması, iki anahtar kavramla gerçekleştirilir.

- **Tam Zamanında.** Gereken parçaları, gereken miktarlarda ve gereken zamanda üretmek anlamındadır.
- **Özerklik (Japonca Jidoka):** Jidoka (özerklik/otonomasyon), özerk hata kontrolü olarak tanımlanır ve bizzat çalışan tarafından yapılan hata kontrolünü ifade eder. Özerk ifadesinin kullanılmasının sebebi, çalışana sorumlulukların yanında, bazı yetkilerin de (üretimi durdurma yetkisi) verilmiş olmasından kaynaklanır. Özerk hata kontrolü tekniği, iki temel sistem içerir:
 - Üretimdeki hataları tespit etmeye yönelik bir sistem,
 - Hatalar tespit edildiğinde üretim hattı veya tezgahı otomatik olarak durduran bir sistem.

Özerklik, Toyota sisteminde kalite kontrol fonksiyonunu içeren bir tekniktir. Bu kavram, hatalı parçaların üretim akışına karışıp sonraki süreçlerde üretimi kesintiye uğratmasını engelleyerek tam zamanında kavramını destekler. Üretim esnasında bir hata ile

karşılaşıldığında, üretim hattının durdurularak soruna anında müdahale edilmesini ve düzeltici önlemlerin alınmasını sağlar. Böylece benzer hataların tekrarı da önlenmiş olur.

Bu iki kavram; “Esnek işgücü”, talep değişimlerine göre çalışan sayısının değiştirilmesi ve “Yaratıcı düşünce”, çalışanların önerileri ile sürekli gelişmenin sağlanmasıdır.

TZÜ ortamında bu dört kavramın gerçekleştirilebilmesi ise, aşağıda belirtilen sistemlerin devreye girmesi ile sağlanmaktadır:

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

Bu durumda, TZÜ felsefesinin uygulanabilmesi için, işletme içinde birçoğu yıllardır kullanılan teknikler olan bir dizi üretim yönetimi tekniğinin sistematik bir yapı çerçevesinde devreye girerek işlerlik kazanması gerektiğini söyleyebiliriz.

Ancak tüm bu karmaşık gibi görünen yapı çerçevesinde, sistemin temelinde “etkinliklerin ufak çalışma grupları tarafından iyileştirilmesi” ilkesinin yer alması, TZÜ felsefesinin özünü açıklamaktadır (Gülsün, 1998)

3.3 Tam Zamanında Üretim Sisteminin Elemanları

Odaklanmış fabrika, kısaltılmış hazırlık süreleri, grup teknolojisi, toplu kalite kontrolü ve toplu bakım, çok iyi eğitilmiş işçiler, düzgün iş yükleri, satın alınan parçaların tam zamanında teslimi ve kanban tam zamanında üretimin elemanlarıdır. Bu elemanları firmanın büyüklüğüne bağlı olmayanlar ve firmanın büyüklüğü ile ilgili ve küçük imalatçıların uygulaması zor olanlar şeklinde iki gruba ayırmak mümkündür.

3.3.1 Odaklanmış Fabrika

Odaklanmış fabrika yaklaşımı farklı ürünlerin üretim ihtiyaçları arasındaki zıtlaşmaları

ortadan kaldırır. Üretim sistemi kısıtlı sayıdaki üretim hatları için özel olarak düzenlenir.

3.3.2 Kısaltılmış hazırlık süreleri

Hazırlık sürelerinin kısaltılması temin sürelerinin kısaltılmasını ve dolayısıyla Kanban sayısının azaltılmasını sağlar. hızlı takım tertibat değiştirme ve küçük partilerle çalışma, imalat temin süresinin kısaltılmasına yol açar. Temin sürelerinin kısaltılması ise daha az envanter, daha az stok alanı gereksinimi, daha az stoksuz kalma riski, envanterde tutulan ürün için daha az depolama ömrü riski gibi faydalar sağlar. bu da hızlı teslim ve yeni ürünlere daha iyi uyum sağlamak demektir. Hazırlık sürelerinin kısaltılması küçük partilerle çalışılmasını sağlayacağı için müşteri siparişleri ya da talep değişikliklerine kolaylıkla cevap verebilir.

Makina çalışırken yapılan dışsal hazırlık işlemlerinin standartlaştırılması makinanın sadece gerekli kısımlarının standartlaştırılması, çabuk bağlama tertibatları, tamamlayıcı tertibatların kullanımı, paralel işlemler ve mekanik hazırlık sistemlerinin kullanımı hazırlık sürelerinin kısaltılması için önerilebilir.

3.3.3 Grup Teknolojisi

Grup teknolojisi, parçaların benzer geometrik veya operasyonel özelliklerine göre aileler halinde sınıflandırılmaları ve sonra da bu ailelere uygun olarak seçilen makina gruplarında imal edilmeleri yaklaşımıdır.

Bir parça ailesinin tamamen işlenmesini sağlayacak tüm gerekli tesisler bir makina grubu şeklinde bir araya getirilirler. Bu makina gruplarına hücre adı verilir. Grup teknolojisindeki asıl amaç, fabrika içindeki malzeme akış sisteminin basitleştirilmesidir. Basit iş akışı ile makina önündeki iş parçası bekleme zamanları kısaltılarak veya ortadan kaldırılarak proses içi stok maliyetlerinin düşmesi ve daha kısa imalat temin sürelerine ulaşılması sağlanır. Ayrıca grup teknolojisi hazırlık sürelerini de bariz bir şekilde kısaltır ya da ortadan kaldırır. Çünkü hücre içindeki makinalar ve tertibatlar bu hücrede imal edilecek bir parça ailesi için bir tip parçadan diğerine çok hızlı geçilecek şekilde yeniden tasarlanır. Böylece küçük partiler ile üretim mümkün olabilmektedir.

Grup teknolojisi ürün kalitesinde de bir iyileşmeye neden olur. Kalite geri beslemesi derhal gerçekleştirilip yüksek kalite derhal sağlanabilir. Üretim şekli olarak verdikçe hücrelerde U-tipi yerleşim tercih edilmelidir. Bu tip yerleşim uzaklığı minimize ederek işgücü esnekliği, daha iyi haberleşme, kusurlu parçaların yeniden gönderilip düzeltilme kolaylığı, malzeme

iletiminde kolaylıklar sağlar.

Grup Teknolojisinin insan kaynağı açısından faydaları şöyledir: Hücrede çalışan kendi alanını çok etkin olarak kontrol edebilir, işteki çeşitlilik ise monotonluğu önler böylelikle işçilerin işten tatmin olmasını ve işçi verimliliğinin artmasını sağlar, işçi hücre içinde başlangıcından sonuna kadar tüm üretim prosesinin işleyişine tanık olur, bu da işçileri çalışmaya teşvik eder, işin başarısından ekip birlikte sorumludur, bu da elde edilen ürünün kalitesinin ve iş verimliliğinin yüksek olmasını sağlar.

3.3.4 Toplu kalite kontrolü ve toplu koruyucu bakım

Tam zamanında üretim sistemi tüketici veya üretimin alt proseslerine doğru hatasız parçaların üretimini varsayar. Envanter problemlerinin her biri kalite ile ilgilidir. Kalite JIT olmaksızın var olabilir, fakat JIT sürekli kalite gelişmeleri olmadan yaşamını sürdüremez. Üretimin kalitesi bir ekip sorumluluğudur. Kalite ürüne göre düşünülmelidir. Nihai kullanıcı tarafından belirlenen ürünleri karşılamak için uygun spesifikasyonlar hazırlanmalı kalite ürüne göre hazırlanmalı ve hattın sonundaki ürünün muayenesi yerine tüm üretim ve teslim prosesi boyunca kalite sağlanmalıdır. Öz-kontrol hata sorunlarını minimize eden bir yaklaşımdır. Kalite kontrol kaynakta yapılmalıdır, hatalar bir sonraki prosese asla geçmemelidir. Toplu kalite kontrolü hataları önler ya da en azından minimize eder, sıfır hata hedeftir.

Toplu koruyucu bakım kalite kontrolünde olduğu gibi firmada çalışan herkesin katılımını gerektirir. Toplu bakım faaliyetleri gönüllü çalışmayı gerektirir ve firmanın kârlılığına doğrudan bağlıdır.

Toplu bakım sonucunda arıza sayısı, arızalardan doğan zaman kayıpları ve makinaların çalışmama oranları azalır, makina ve teçhizatın etkin olarak kullanımı sağlanır, imalat sisteminin üretkenliği artar, üretim proseslerinin hata oranı ve kazalar azalır dolayısıyla üretim maliyetinde düşüş elde edilir.

3.3.5 Çok iyi eğitilmiş işçiler

Tam zamanında üretimin en önemli yönlerinden biri insana önem vermesidir. İşçiler bireysel olarak üretime ve üretim kontrolüne katkıda bulunurlar. İşçilerin hatalar çıktığında hattı durdurmaya yetkileri vardır ve aynı zamanda sorumludurlar. Birden fazla işi yapabilecek şekilde eğitilirler. İşçilerin nitelikli ve disiplinli olmaları sistem değişkenliklerinin ve özellikle

de proses süresindeki değişkenliklerin azalmasında önemli bir etken olmakta ve sistem performansının yükselmesinde rol oynamaktadır.

Oldukça sürekli aynı nitelikte kalan işçiler, toplu karar verme ve toplu sorumluluk, disiplinli ve çok amaçlı çalışma, Tam Zamanında Üretimin başarılı olmasını etkileyen faktörler olmaktadır.

3.3.6 Düzgün iş yükleri

Üretimin değişken talebe göre ayarlanmasına üretimin düzgünleştirilmesi denir. Tek tip ürünün üretim hattında uzun süreler büyük hacimde imalatı yerine değişken talebe uygun üretim hatlarının çok çeşitte ürünleri üretmesi üretimin düzgünleştirilmesi için gereklidir. Üretimin düzgünleştirilmesi 2 adımda yapılır.

- Aylık uyarlama (bir yıl boyunca talepteki değişikliklerin üretime uyarlanması)
- Günlük uyarlama (bir ay boyunca talep değişikliklerinin gün bazında uyarlanması)

Aylık uyarlama: Bir yıl içinde ne kadar üretim yapılacağı ve ne miktarda satılacağı, yıllık üretim planları şeklinde hazırlanır. Aylık uyarlama üretim planlaması ile yapılır. Aylık üretim planı çıkarılması için önce ürün tipleri ve miktarları iki ay öncesinden tahmin edilir ve sonra bir ay önceden ayrıntılı plan hazırlanır. Bu bilgiler aynı zamanda tasheron firmalara, tedarikçilere vs. bildirilir. Aylık plandan günlük üretim çizelgesi elde edilir.

Günlük uyarlama: Bir ay boyunca talep değişikliklerinin gün bazında uyarlanmasıdır. Tam zamanında üretim sisteminde günlük üretim çizelgesi özellikle önemlidir, çünkü düzgünleştirilmiş üretim kavramı bu günlük üretim çizelgesini içerir.

Düzgünleştirilmiş üretim iki alanda yapılmalıdır:

- Bir ürüne ait günlük toplam üretim
- Bu toplam üretim içindeki ürünün her çeşidinin ortalama miktarı.

Günlük üretim planının hesaplanmasından sonra üretim düzgünleştirmede bir sonraki aşama günlük sıra çizelgesinin hazırlanmasıdır. Bu sıra çizelgesi son montaj hattına gelen çeşitli ürünlerin montaj emrini belirtir. Sıra çizelgesi son montaj hattının sadece başlangıç noktasına verilir. Bu tam zamanında üretim sisteminde bilişimin bir özelliğidir. Son montaj hattından önceki proseslere sadece kendilerine gerekli olacak miktarların aylık düzgün tahminleri verilir. Önceki proses kendi özel çizelgesine gerek duymaz. Kanban vasıtasıyla bilgi iletimi sağlanır.

Çeşitli son ürünlere ait aylık talepler, günlük uyarlanmış ortalama üretimler ile tam zamanında gerçekleştirilmekte bu da alt montajdan ve tedarikçilerden her parçanın günlük düzgünleştirilmiş miktarlarında çekilmelerini gerektirmektedir.

3.3.7 Satın alınan parçaların tam zamanında teslimi

Tedarikçilerden satın alınan parçaların tam zamanında tesliminin sağlanmasında tedarikçi seçimi ve kullanılan ölçütler önemli olmaktadır. Tedarikçi seçiminde kalite, uzun dönemli ilişkiler, teslim performansı, tedarikçinin coğrafi durumu ve fiyatlar ölçüt olarak alınabilir.

Tedarikçilerle olan ilişkilerde sıfır hata, küçük partiler halinde sık teslimler tedarikçinin tam zamanında teslim yapabilmesi için önemlidir. Küçük partiler partinin kontrolünü ve hataların keşfini kolaylaştırır. Günlük ya da haftalık sık ve küçük parti teslimleri envanter ve israf sayısında azalma, kalitede iyileşme, kontrol maliyetlerinde düşme ve hataların erken teşhis edilmesiyle yüksek verimlilik sağlar.

Tedarikçiler ile uzun dönemli ilişkiler sonucunda parça tedariki artar, anvanter azalır ya da minimize edilir, hep aynı tedarikçi ile ilişki sonucunda uygun kaliteye sahip ürünler elde edilir. Kalite kontrolü tedarik kaynağında yapılmalı, istenmeyen kalitede hiçbir malzeme alıcı firmaya ulaştırılmamalıdır. Tedarikçilerin coğrafi konumu da önemli bir ölçüttür. Tedarikçi kaynağı alıcı firmaya mümkün olduğu kadar yakın olmalıdır (Falay, 1997).

3.3.8 Kanban sistemi

Tam Zamanında Üretim ve diğer sistemler arasındaki en önemli fark, malzeme akışıdır. Tam Zamanında Üretim sistemlerinde akış ancak bir çekme etkisi olma durumunda söz konusudur. Başka bir deyişle, malzeme hareketi elde malzeme mevcut olduğundan değil, ihtiyaç duyulduğundan olur. Tam Zamanında Üretim sisteminin modellenmesindeki ihtiyaçların anlaşılabilmesi açısından bu ayrımın bilinmesi gereklidir ve çekme kavramının özünü de bu oluşturmaktadır.

Tam Zamanında Üretim felsefesi altında stok alanları ve stoklar yoktur. Malzemeler ihtiyaç duyuldukları zaman iş merkezleri tarafından çekilir veya talep ettiğinde bunlara gönderilir. Eğer bir iş istasyonu durursa, iş parçası kullanımı ve üretimi yoktur. Malzemeler depolanmaz, sadece üretim süreci boyunca ihtiyaç olduğu zaman bir merkezden diğerine aktarılır.

Üretim kontrol sistemlerinin dizaynında iki amaç vardır. Üretim hattı boyunca çıktıların artırılması ve işlem esnasında kullanılanları ve yapılanları (malzeme, enerji, hareket vb.), en

aza indirmek. TZÜ kontrol sistemi de bu amaçla kanban adı verilen, bilgi taşıyan kartların kullanılmasına dayanan bir çekim planlama tekniği kullanır.

Kanban, TZÜ sisteminde ihtiyaç duyulduğu zaman, ihtiyaç duyulduğu miktarda, ihtiyaç duyulan parçaların üretimini, birbirleriyle uyumunu kontrol etmeyi amaçlayan bir bilgidir.

Kanban felsefesi, basit kart sistemi ve kendi işlem kurallarını kullanarak üretim sürecinin malzeme akışını düzenlemesine imkan tanır. Bir TZÜ sisteminde malzeme hareketinin düzenlenmesi ve stoklarının azaltılması için bu elemana ihtiyaç duyulur. Diğer bir faydası da stok seviyelerini azaltarak, problemlerin belirlenmesidir. Sonuç olarak, kanban ve kanban kontrollü çekme sistemleri TZÜ sisteminin bir tanımlayıcı elemanı olarak belirlenmiştir.

Bugünün son derece rekabetçi olan ortamında üretim stratejileri, müşteri tercih ve taleplerindeki hızlı değişiklikleri karşılayabilmek için kütle üretiminden küçük hacimli üretime dönmektedir. Üreticiler aynı zamanda toplam üretim maliyeti gibi, stok ve ara stokları düşürmek istiyorlar. Küçük hacimli üretim veya montaj yapılırken, eğer hazırlık maliyetleri ve zamanı fazlaysa, o zaman bu hazırlıkların sonuçları yüksek maliyete sebep olur. Bu yüzden, bu şartlarda ürünlerin tam zamanında üretimi ve montajı çoğu yönetici tarafından başarılabilir. Bir firmanın, pazarda rekabet edebilmesi için ihtiyaç duyduğu parçaların gerekli miktarlarının en az maliyetle ve zamanında olması gerekir. Üretim maliyetinin ana elemanlarından olan ve ürüne hiçbir değer katmayan, hazırlık maliyeti, stok tutma maliyeti ve ara stok maliyetlerinin azaltılması gerekir. Bu şartları gerçekleştirmek için bugün çoğu işletmede TZÜ uygulamasının göze çarpan tarafları; hazırlık zamanlarının, parti büyüklüğünün azaltılması, üretim süresince çekme sistemi, moral ve verimliliğin gelişmesi için atölye yerleştirme sayesinde malzeme akışının kolaylaştırılması, kalitesi kontrol edilmiş üretim, üretim hücrelerinin oluşturulması, çok yönlü işçi eğitimi, koruyucu bakım çalışmaları, yan sanayi belirlenmesi ve sayılarının azaltılması , gibi TZÜ sisteminin temel elemanlarının kullanılmasıdır (Gülsün, 1998).

3.4 Tam Zamanında Üretimin Unsurları

Tam zamanında üretim olgusunda en sık araştırılan konulardan birisi de, bu sistemlerin hangi unsurların ya da yönetim tekniklerinin birleşiminden oluştuğunun belirlenmesidir.

Tam zamanında üretim yaklaşımında, işletmeler, üretim sürecindeki katma-değer yaratmayan zamanı azaltmak amacıyla, istedikleri sayıda yönetim tekniğini sistematik bir bütünsellik

içinde devreye sokmaktadırlar. Aslında, yapılan araştırmalar tam zamanında üretim sistemlerinin kompozisyonunun, büyük ölçüde işletmenin ihtiyaçları ve özellikleri (büyüklük, üretim tipi, sektör vb.) tarafından belirlendiğini ortaya koymaktadır.

TZÜ kaynakçası incelendiğinde bu konuda çok sayıda çalışmanın yapılmış olduğu görülmektedir. Çizelge 3.1.'de farklı araştırmacılar tarafından tanımlanan TZÜ unsurları karşılaştırmalı bir biçimde özetlenmektedir.

İlk sınıflandırma, 1983 yılında Yasuhiro Monden tarafından, TZÜ yaklaşımının başladığı yer olan Toyota Üretim Sistemi esas alınarak hazırlandığından, sistemin en özgün halini yansıtmaktadır.

Daha sonraları Japonya dışı uygulamalar yaygınlaştıkça, Avrupalı ve Amerikalı araştırmacılar da TZÜ sisteminin özünü oluşturan unsurları belirlemeye yönelik çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmaların incelenmesi sonucunda, sınıflandırmalar arasında temelde önemli farklar olmadığı görülecektir. Genelde en önemli farklılık, benzer yaklaşımların farklı isimler altında ve değişik biçimlerde gruplandırılmasından kaynaklanmaktadır (Acar, 1996).

3.5 Tam zamanında üretim sisteminde kalite

Günümüzde, bir işletmenin devamı için işlem ve ürün kalitesi güvencesinden daha önemli bir şey yoktur. Ürün kalitesi gerçek konu olmasına rağmen, “ne kadar kalite yeterlidir?” sorusu da önemlidir. 1970’lerin sonlarında ve 80’lerin başlarında Amerika’da bu sorunun ortak yanıtı, satılacak ürünlerde küçük fakat güvenilebilir miktarda kaliteyi kabul etmektir. Bu zamanlarda üretilen kalitenin iyileştirilmesi çok aşırı maliyet olarak görülüyordu. Bununla aynı anda Japonlar “Tam Zamanında Kalite Yönetimi” dedikleri farklı bir uygulamayı hayata geçirdiler. Bu tam zamanında yaklaşımıyla ürün kusursuzluğu bir hedef haline getirilmiştir ve herhangi bir düşük kalite kabul edilmemiştir.

Üretilen mamullerin devamlı olarak kalitesinin geliştirilmesi Tam Zamanında Üretimin temel varsayımıdır. Bir Tam Zamanında Üretim yaklaşımını yürüten bir işletme her zaman sapmaları azaltmak için üretim sürecini mükemmelleştirmeye çalışır, çünkü standarttan sapmalar, tekrar çalışma, iskarta veya diğer bazı işleri gerektirir. Aşırı sapmalarsa (üretim sürecinde), düzeltilemeyecek ve boşa gidecek işlemlere yol açar.

Üretim veya hizmet sunulmasında, kalite genellikle, belirlenmiş ürün gereksinmelerine uygunluk anlamına gelir. Ürün kalitesinin anlamı kişiden kişiye değişir. Kalitenin en çok

kullanılan bazı ihtiyaçları, performans, özellik, güvenilirlik, uygunluk, dayanıklılık, servis hizmetleri, estetik ve fark edilmiş kalite anlayışıdır. Kalite kontrol, ürün ihtiyaçlarına uygunluğun doğruluğunun ispatlanmasının yönetim fonksiyonudur. Bir Tam Zamanında retim işleminde, Toplam Kalite Kontrol (TKK) basit kontrol faaliyetleri ile tüm ürün kalitesini kapsar (Gülsün, 1998).

Toplam Kalite Kontrol, retim glerinin tüm aşamalarını içine alır. Buna, rn konusunun başlangıç işleminden, dağıtıma kadar her şey dahildir. Bunun amacı, üretim sürecinde uygunsuzluk veya hata oluşmasına neden olan şeyleri ortadan kaldırmaktır.

TZÜ/TKK retim sistemi, ürün kalitesini geliştirmek ve müşterinin ihtiyaını karşılama süresini kısaltmak için uygulanabilir bir süreçtir. TZÜ/TKK kayıpları en aza indirerek, geniş çaplı bir çalışan katılımıyla ürün kalitesinin gelişimini sürekli kılar.

Yüksek kaliteli ürünler ve TZÜ, aynı paranın iki yüzü gibidir. Bir zamanlar kabul edilen görüş, kalitenin, muayene işleminin miktar ve karmaşıklılığının arttırılmasıyla artacağıydı. Bu yaklaşım çoğunlukla başarısız olmuştur. Hem kalite gelişimini sağlayamamıştır, hem de çok pahalıdır. Yüksek kaliteli ürün, yüksek kaliteli tasarım ve üretim sürecinden doğar.

Kalite ve TZÜ el ele olmalıdır. TZÜ'in üretime yaklaşımı, istenen miktarda, istenen malzeme, parça ve alt parçaların istenen zamanda uygun halde olmasını yansıtır. Eğer bazı parçalarda hata varsa, TZÜ başarısız olur. Geleneksel olarak firmalar kalite problemlerini geniş emniyet stoku bulundurarak aşmaya çalışırlar. TZÜ ile aşırı stoklama gereksiz ve kabul edilemez kayıptır. Her kalite probleminin bir nedeni vardır ve bunlar bulunarak çözülebilir.

TZÜ'i, bir gerçek haline dönüştürmeyi gerektiren yaklaşımla, ürün kalitesinde önemli adımlar atmayı gerektiren yaklaşım birbirinin aynısıdır. Üretim işlemini anlamak, sapmayı yok ederek o işlemi mkemmelletmek, kalite için eğitilmiş ve birleştirilmiş işgücü, hat içi kontrol ve muayeneler, kısa hazırlık zamanları ve küçük partiler, üretim kolaylığı için tasarlanmış ürünler, kalitenin ölçülmesinde kolay ve uygun yöntemler, yüksek kaliteli ürünün elde edilmesi için gerekli hususlardır.

TZÜ'de olduğu gibi kalite probleminin çözümü kolay değildir. Hiçbir hızlı ve kolay cevap yoktur. Yüksek kalite, uzun dönem eğitimi, detaylı soruşturma ve problem çözümünü gerektirir. Teknikler karışık veya yeni değildir, ancak yüksek kalite işletmedeki herkesin uzun dönem bakış ve katılımını gerektirir. Böylece, bu kazançlar işletmede bir gerçek haline dönüşür (Gülsün, 1998).

Çizelge 3.1. TZÜ Unsurları (Acar, 1996)

Monden 1983 (Toyota)	White 1993	Mehra 1992	Crawford 1991	Bartezzaghi 1992
Kanban sistemi	Kalite çamberleri	Öneri sistemleri	Dengeli iş çizelgesi (dengeli iş yükü)	Ürün tasarımı (standardizasyon/ kalite tasarım ilişkisi)
Üretim dengeleme yöntemleri	Toplam kalite kontrolü	Üretimi durdurma yetkisi (otonomasyon)	Parti büyüklüklerinin azaltılması	Hazırlık zamanlarının azaltılması
Hazırlık zamanlarının azaltılması	Odaklanmış fabrika	Tedarikçilerin belgelendirilmesi	Yönetimin katılımı	Yerleşim planının geliştirilmesi
Operasyonların standardizasyonu	Toplam üretken bakım	Tedarikçi ön sürelerinin azaltılması	Çok fonksiyonlu işgücü	Süreç kalite kontrolü
Yerleşim planlaması (U-form hatlar/ grup teknolojisi)	Hazırlık zamanlarının azaltılması	Parti büyüklüklerinin azaltılması	Koruyucu bakım	Koruyucu bakım
Çok fonksiyonlu işgücü	Grup teknolojisi	Çekme esaslı üretim	Çekme esaslı üretim	Çekme esaslı akış
Sorun çözme grupları ve öneri sistemleri	Dengeli işyükü	Tek kaynaklılık	Kalite iyileştirme	Dengelenmiş üretim planı
Otonomasyon- Jidoka (görsel kontrol sistemleri)	Çok fonksiyonlu işgücü	Hazırlık zamanlarının azaltılması	Geliştirilmiş yerleşim planı	İş genişletme/ zenginleştirme
İşlevsel yönetim	Kanban	Koruyucu bakım	Hazırlık zamanının azaltılması	Esnek çalışma saatleri
	Tam zamanında satın alma	Grup teknolojisi	Ufak gruplu iyileştirme etkinlikleri	Etkenlik geliştirilmesi
		Kalite çemberleri	Tedarikçilerin katılımı	Ürün esaslı örgütlenme
		İşgücünün çapraz eğitimi (çok fonksiyonluluk)	İş yerinin organizasyonu	Tedarikçilerin katılımı (belgelendirme/ uzun-dönemli sözleşmeler/ çekme-esaslı teslimatlar)

3.6 Tam Zamanında Üretim Sistemi Ne Değildir?

TZÜ sistemini uygulayan firmalarda bu üretim felsefesinin uygulanması ile ilgili yanlış anlaşılan bazı kavramların olduğu ortaya çıkmıştır. Bunlar;

1. TZÜ sistemi bir satın alma programı değildir. TZÜ sistemi sadece stok kontrolü ve üretim sistemiyle sınırlı değildir. Aynı zamanda son derece önemli olan üretim-satın alma uygulamasını da içerir. TZÜ sisteminde parçalar, çok küçük partiler halinde sık sık sevkiyat yapılacak şekilde ihtiyaç anında satın alınır.

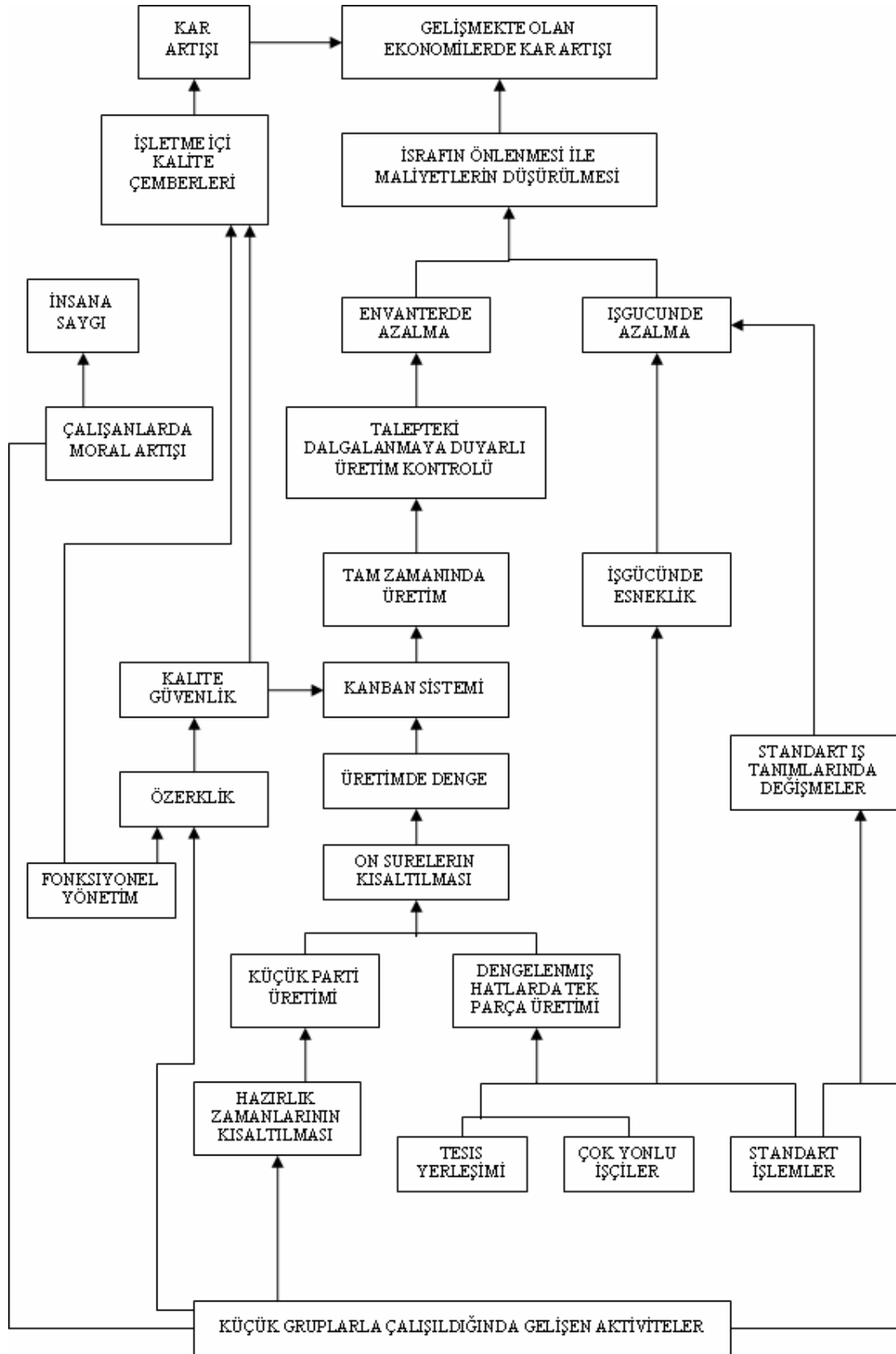
İdeal bir TZÜ sistemine sahip olmak için üretim ve satın alma faaliyetlerinin birbirine uyumlu hale getirilmesi gereklidir. Tam zamanında satın alma uygulaması olmaksızın TZÜ sistemi eksik kalacaktır. Bu yüzden TZÜ sistemi tek başına bir satın alma programı değildir.

2. TZÜ sistemi hazırlık zamanlarını azaltıcı bir program değildir. TZÜ sisteminin uygulanması, hazırlık zamanlarını azaltır diye bir şey söylenmesi mümkün değildir. Aksine, TZÜ sisteminin uygulanabilmesi için hazırlık zamanlarının azaltılması gerekir. Hazırlık zamanlarının azaltılması, daha az stok, daha iyi kalite ve daha küçük parti büyüklüğü için bir adımdır. Diğer TZÜ elemanları olmadan, bir işletme bu sistemden tam olarak bir fayda sağlayamaz.

3. TZÜ sadece bir proje değildir. Bu bir işlem felsefesi olduğu için, TZÜ sistemini yerleştirmek, bir program kurmaya çalışan 5-7 kişilik danışmanlık gruplarının çalışmasını da aşan bir iştir. TZÜ geniş ölçüde organizasyon, özellikle de atölyede bulunan çalışan ve gözlemcilerin eğitim ve öğretimini gerektirir. TZÜ felsefesinin temeliyle eğitilmiş atölye çalışanlarının bir takımı, çalıştıkları işlemi çok büyük oranda iyileştirebilirler.

4. TZÜ sistemi hemen uygulanan bir sistem değildir. TZÜ sisteminin uygulaması, organizasyon değişikliği gibi fiziksel işletme değişikliklerini de gerektirir. Bu yüzden, TZÜ sistemi hemen uygulanıp da sonuç alınan bir üretim felsefesi değildir (Gülsün, 1998).

Şekil 3.1.'de Tam Zamanında Üretim Sisteminin ana hatları gösterilmektedir.



Şekil 3.1. TZÜ sisteminin ana hatları (Utku, 1993)

3.7 Tam Zamanında Üretim Sisteminin Amaçları

Tam Zamanında Üretim Sistemlerini inceleyen literatürdeki çeşitli kaynaklarda, sistemin ana amacı şöyle tanımlanmaktadır:

Maliyet indirimini sağlayarak, sermaye geri dönüş oranının artmasına yardım etmek ve firmanın bütününde verimliliği arttırmaktır.

Maliyet indiriminin sistemin en önemli amacı olmasının yanında esas amacına ulaşması için gerçekleştirilmesi gerekli olan üç alt amaç ise miktar kontrolü, kalite güvencesi ve insana uygunluk ve saygıdır.

Tam zamanında üretim sisteminin beş ana amacı vardır. Bu amaçlar, sorumlu ve rekabetçi üreticiler olmayı gerektiren politika, prosedür ve davranışların geliştirilmesi ile üretim sisteminin topyekün iyileşmesini sağlamaya yöneliktir (Tanca, 1993).

Sözü edilen amaçlar şunlardır:

1. En iyi kalite ile en düşük maliyeti sağlamak ve üretimi kolaylaştırmak için tasarım yapmak,
2. Ürün tasarımında ve ürünlerin üretiminde kullanılan kaynakların miktarını en aza indirmek,
3. Müşterilerin ihtiyaçlarını anlamak ve bu ihtiyaçları gerçekleştirmekten sorumlu olmak,
4. Yan sanayi firmalar ve müşteriler ile açık ve güvenli ilişkiler geliştirmek,
5. Tüm üretim sistemini geliştirmek.

Yukarıda başlıklar halinde verilen tam zamanında üretim sisteminin beş ana amacı kısaca şöyle açıklanabilir:

1. En iyi kalite ile en düşük maliyeti sağlamak ve üretimi kolaylaştırmak için tasarım yapmak. Üretilebilir bir ürünün geliştirilmesinde ilk ve en önemli adım, ürün tasarımıdır. Çünkü, kalite tasarım safhasında başlar. Üretilebilirlik tasarımındaki önemli hususlar, şöyle sıralanmaktadır:

- Fonksiyonuna göre ürün tasarlamak,
- Mümkün olabildiğince ürün tasarımını basitleştirmek,
- Montajı kolaylaştırmak için ürün tasarlamak,
- Süreçlerin “Milyonda bir parça kalite standartlarını” karşılayabilecek kapasitede olacak şekilde üretim gereklerini sağlamak,

- Kalite hedeflerinde, maliyet indirimlerinde ve ürün performanslarında gelişmelere yol açacak tasarım değişikliklerini önerebilecek tedarik ve üretim fonksiyonuna sahip olmak,
- Mümkün maliyet indirimleri için müşteri şartlarını gözden geçirmek.

2. Ürün tasarımında ve ürünlerin üretiminde kullanılan kaynakların miktarını en aza indirmek. Bir ürünün üretiminde yer alan kaynaklar, en genel olarak sermaye, ekipman ve işgücüdür. Tam zamanında üretim sisteminde kaynakların en az seviyede kullanılması için belli bir baskı vardır. En az kaynak kullanımını gerçekleştirmek için en iyi yöntem, kaynakların kullanımı konusunda bir işletme politikası oluşturmak ve çalışanlara devamlı olarak “Ne gerekli?” ve “Niçin gerekli?” sorularını sormayı öğretmektir.

En az kaynaktan yararlanma tekniğinin geliştirilmesindeki en önemli unsur, uygun planlama işlemi ve planlama için yeterli zamandır. Japonlarla, batılı işadamları arasında planlama teknikleri açısından farklılık bulunmaktadır. Japonya’da proje planlama, projenin toplam süresinin %90’ını, projenin uygulanması ise toplam sürenin %10’unu almaktadır. Batılı firmalarda ise bunun tam tersi olmaktadır. Japonlar, mükemmel planlamanın projenin uygulama aşamasını basitleştirmekte ve süre olarak azaltmakta olduğunu söylemektedirler.

3. Müşterilerin ihtiyaçlarını anlamak ve bu ihtiyaçları gerçekleştirmekten sorumlu olmak. Müşteriye karşı sorumlu olmak, müşterilerin kendi iç sistemlerinin ihtiyaçlarını ve gelecekteki potansiyel ihtiyaçlarını anlamayı içermektedir. Sorumlu olma kavramı şunları da içermektedir:

- Ürünleri daha küçük partiler halinde üretmek,
- Ürünlerin üretim maliyetlerini azaltmak (Hazırlık zamanını ve ıskarta maliyetlerini azaltmak),
- Bir ürünü üretmek için gerekli olan temin süresini azaltmak,
- Elde bulunan müşteri stoklarını azaltmak,
- Geleceğin ürünleri üzerinde tasarım mühendisleri ile çalışmak,
- Geleceğin sistemlerinin ihtiyaçları üzerinde müşteri firmaların yönetimleri ile çalışmak.

4. Yan sanayi ve alıcılar arasında güvenli ilişkiler geliştirmek. Başarılı bir TZÜ sistemi uygulaması için, yan sanayinin, ürettiği parçaların kalite kontrolünü alıcıya sevk etmeden önce yapması ve %100 kalite sağlanmış olarak sevk etmesi gerekir. Bu nedenle yan sanayi, alıcı firma tarafından kalite kontrol teknikleri öğretilmek üzere eğitilmelidir. Yan sanayi kalite kontrol programları, ürün kalitesini oluşturan bütün konuları kapsamalıdır.

Bir yan sanayinin kalite kontrol programı şu alt programları içermelidir:

- **Kalite geliştirme programı.** Bu program, yan sanayinin ürün kalitesini geliştirmek için düşünülür. Bu programın temel amacı , üreticilerin üretim sürecinde muayene ihtiyacını ortadan kaldırmak ve işletmeye yüksek kaliteli üretimi gerçekleştirme imkanı tanımaktır.
- **İşlem geliştirme programı.** İşlem geliştirme yan sanayinin ürün kalitesini geliştirmesi için önemlidir. Kaliteyi geliştirmek için, üretimi gerçekleştiren süreci geliştirmek gerekir.
- **Hazırlık zamanını azaltma programı.** Hazırlık zamanını azaltmak, yan sanayiye yüksek seviyede kalite elde edecek şekilde süreci çok çabuk değiştirmeye imkan tanır.

5. Tüm üretim sistemini geliştirmek. Tam zamanında üretim sistemleri, ortaya çıkan sürekli üretim problemleri ve çalışanlardan gelen işlem geliştirme önerileri doğrultusunda oluşturulmuştur. Bu sistemi desteklemek ve hayata geçirmek, yönetimin sorumluluğundadır.

TZÜ sisteminin temel amacı, müşteriler tarafından ihtiyaç duyulan kaliteli ürünlerin tam istenilen zamanda ve tam istenilen miktarda üretilmesi olarak tanımlanmıştır. Müşterilerin taleplerine hızlı cevap vermek ise, ancak esnek kapasite ve küçük miktarlarda üretimle mümkün olur.

Tam zamanında üretim sisteminin işlemesi için firma yönetimi atölye bazında şu hususları gerçekleştirmelidirler:

- Süreç içi stokları en aza indirmek,
- Süreç içi stoklardaki dengesizlikleri en aza indirgeyerek, stok kontrolünü basitleştirmek,
- Talep düzensizliklerinin etkisinin bir süreçten diğerine geçişini önleyerek, üretimdeki kararsızlığı en aza indirmek,
- Atölye kontrolünü merkezi olmaktan çıkarıp, montaj hattına bağlayarak kontrolü basitleştirmek,
- Kusurlu ürünlerin sayısını azaltmak,
- Temin süresini kısaltmak,
- Talep değişimlerine daha hızlı cevap vermek.

Tam zamanında üretim sistemi, yukarıdaki amaçları gerçekleştirmek için ortaya çıkmıştır ve bu sistemin uygulanması için bazı yapısal ve organizasyonel değişikliklerin sağlanması gerekir. Bunlar;

- Müşteri ihtiyaçlarına hızlı cevap vermek,
- Üretim sistemindeki tüm işlemleri mümkünse bütünleştirmek ve amaca uygun yerleştirmek,
- İşletmenin anlaşmalarını karşılamak için çalışanlarla işbirliğini geliştirmek,

- İşletme kapsamında eğitime önem vermek,
- Gereksiz işlemleri ortadan kaldırmak,
- Tüm stok kaynaklarını ortadan kaldırmak,
- Üretim süreçlerinde sürekli gelişimleri içeren hedefleri ortaya koymak,
- Üretim sistemlerinde çekme sistemini kullanmak,
- Üretilebilirliği olan ürünler geliştirmek,
- Kontrol edilebilir üretim süreçleri geliştirmek,
- İşletme bünyesinde hata önleyici programa sahip olmak,
- Hazırlık sürelerini en aza indirecek hedefler koymak,
- Belirli şartlara göre ürünler üretmek.

şeklinde sıralanabilir (Gülsün, 1998).

3.8 Tam Zamanında Üretim Sistemlerinin Gerekleri

Tam Zamanında Üretim sistemlerinin geliştirilmesi için birincil gereksinim, firmanın kendi iç bünyesini geliştirmesi ile müşteri ve tedarikçilerin tam zamanında üretimi desteklemek için birlikte uyum içinde olmalarıdır.

Tam zamanında üretim sisteminin işlemesi için firma yönetimleri şu hususları gerçekleştirmelidirler:

- Müşteri ihtiyaçlarına cevap vermek,
- Üretim sistemindeki tüm prosesleri bütünleştirmek ve amaca uygun yerleştirmek,
- Şirketin anlaşmalarını karşılamak için çalışanlarla işbirliğini geliştirmek,
- Şirket kapsamında eğitime önem vermek,
- Gereksiz prosesleri ortadan kaldırmak,
- Tüm envanter kaynaklarını ortadan kaldırmak,
- Üretim proseslerinde sürekli gelişimleri içeren hedefleri ortaya koymak,
- Üretim sistemlerinde çekme sistemini kullanmak,
- Üretilebilirliği olan ürünler geliştirmek,
- Kontrol edilebilir üretim prosesleri geliştirmek,
- Firma bünyesinde hata önleyici programa sahip olmak,
- Hazırlık sürelerini indirgeyen hedefler koymak,
- Spesifikasyonlara göre ürünler yapmak.

3.9 Tam Zamanında Üretim Sistemlerinin Ele Alındığı Çevreler

Tam Zamanında Üretim Sistemleri, fabrika içinde ve fabrika ile dış çevresi arasında olmak üzere iki ana çevre içinde alınabilir.

Tam Zamanında Üretim Sistemi fabrika içinde ele alındığında, bir imalat hücresinden diğerine malzeme ve bilgi akışı için kullanılmaktadır. En aza indirgenmiş stok alanları ile gerektiği anda iş emirleri doğru olarak iletilir. Tam Zamanında Üretim Sistemi; imalat, muhasebe, satın alma, vb. gibi tüm üretim bölümleri için uygulanabilir.

Fabrika ve fabrikanın dış çevresi açısından ise, iki şekilde ele alınabilir. Birincisi, fabrika ile tedarikçi arasındaki ilişkidir. Tedarikçiler, tam zamanında üretim sisteminin başarılı olmasında oldukça önemli rol oynamaktadır. Tedarikçi sayısının az olması, ana firmaya yakın çevrede bulunması, ana firmanın kontrolünde olması veya onunla bütünleşmesi, tedarikçilerle ana firmanın uzun süre birlikte çalışmış olmaları ve dolayısıyla birbirlerinin yöntemlerine alışık olmaları, Tam Zamanında Üretim Sistemini uygulayan firmalarda bu sistemin başarıya ulaşmasını olumlu yönde etkiler. Ayrıca tedarikçi firmalar da tam zamanında üretim sistemini uygulayabilirler.

İkincisi ise, fabrikanın müşterilerle olan ilişkisidir. Müşteriler, firmanın çeşitli ürünleri arasından istediklerini çekerler. Firma müşterilerini tatmin edecek şekilde üretim çizelgelerini hazırlamalı, ürünlerini uygun kalitede, istenilen yer ve zamanda, gerekli miktarlarda müşterilerine ulaştırmalıdır.

3.10 Tam Zamanında Üretim Sisteminin Uygulandığı Üretim Tipleri

Kesikli üretim ile sürekli üretim arasında yer alan tekrarlı imalatı uygulayan firmalarda, tam zamanında üretim sistemi başarıyla uygulanmaktadır. Bu tip imalatın en belirgin özelliği iş akışının basit olmasıdır. Elektronik endüstrisi, tekrarlı imalata en tipik örnek olarak gösterilebilir. Son yıllarda, sipariş tipi atölyelerde de hücresel imalata geçişle iş akışlarını basitleştirdikleri ve dolayısıyla tam zamanında üretim sistemini uygulamaya geçtikleri görülmektedir.

Tekrarlı imalat, devamlı küçük partiler halinde yüksek üretim miktarları elde etmek için standart birimlerin üretilmesi, işlenmesi, montaj işlemlerinin yapılması ve kontrol edilmesidir. Tekrarlı imalat, atölye tipi üretimden farklıdır; çünkü atölye tipi üretim sistemleri küçük miktarlarda üretim yapar ve bir akış hattı mevcut olmayıp, siparişlerin miktarlarında değişim söz konusudur.

Tekrarlı üretimin özellikleri kısaca şöyle sıralanmaktadır:

- Atölye tipi üretimden farklı olarak, bir partide üretim faaliyetleri uzun, devamlı ve yüksek hacimlidir.
- Üretim hatları sabit olmaya eğilimlidir; üretilecek ürünlerin sınıflarına göre, makineler ve insanlar gruplandırılır ve parça akışı sabit bir rota boyunca gerçekleşir.
- Standart ürünler üretilir.
- Ürünler hat içerisinde işlenir, üretim ve alt montajlar çoğu zaman son montaj hattına parça gönderirler.
- Operasyonlar tek iş merkezinde birleştirilir.
- Operasyonlar yüksek sermaye yatırımlarını gerektirir ve özel amaçlı teçhizatlar kullanılır.
- Sabit maliyetler yüksek, bununla beraber birim direkt işçilik ve bazen de malzeme maliyetleri düşüktür.

Genelde, bir üretim hattı bir ürün veya ürün ailesi için oluşturulur. Kapasite ve işlemler bireysel iş merkezlerine atanır. Böylece ürün ailesi veya çeşitli ürünler arasındaki kaynak israfı önlenmiş olur. Bunlara ilave olarak rota genellikle sabittir ve operasyonların yerleştirilmesi minimum malzeme hareketi sağlanacak şekilde tasarlanır.

Üretim faaliyetlerinin başlayabilmesi için iş emrinin olması gereklidir. Bu iş emri montajların rotalarını, ilgili malzeme listesini, mühendislik çizimlerini ve ayrıntılı bilgileri içeren bir iş kağıdıdır. Yukarıda söylenen iş emri ve iş kağıdı, kesikli üretimin kaçınılmaz bir parçasıdır. Fakat bunlar tekrarlı üretimde ortadan kaldırılmıştır. Çünkü belli bir seviyede miktar kontrollerini devam ettirmek gerekli değildir, talep düzenli olduğundan bunun yapılmasına gerek yoktur.

Tekrarlı imalatın özellikleri dikkatli incelenirse, tam zamanında üretim sistemine en uygun üretim tipinin tekrarlı imalat olduğu görülür. Ayrıca normal atölye tipi üretim sistemi, hücreli imalat ve akış tipi şeklinde dizayn edilirse, bu sistemde de tam zamanında üretim sistemi başarıyla uygulanabilir (Tanca, 1993).

3.11 Tam Zamanında Üretim Sisteminin Tasarımı

Tam Zamanında Üretim Sisteminin uygulanacağı bir üretim ortamında; önce üretim akışının düzgün ve kesiksiz olacağı grup teknolojisine ve esnek imalat sistemi tekniğine uygun bir yerleştirme yapılmakta ve operasyon, donanım ve ürün özelliğine göre süreçteki iş

istasyonları belirlenmektedir. Bu istasyonlardan her biri aşama olarak tanımlanmaktadır.

Bir üretim sisteminde N adet aşama bulunduğu düşünülürse, ilk aşama bitmiş ürünün bulunduğu istasyonu ya da montaj hattını ifade etmektedir. Buna göre, N . aşama hammaddenin çekildiği ilk üretim istasyonuna karşılık gelmektedir. Herhangi bir (i) aşamasında iken $(i-1)$ aşaması izleyen yani bir sonraki aşamayı, $(i+1)$ aşaması izlenen aşamayı yani bir önceki aşamayı göstermektedir.

Her aşamanın üretim kapasitesi, üretim yoğunluğu ve birim yük büyüklüğü farklıdır. Ancak, bir aşamadan diğer aşamaya parça akışı olduğunda, aşamalar arasında parça yığılmaları ve kuyrukları ile bir önceki aşamadan parça bekleyerek boş duran üretim istasyonlarıyla karşılaşmaktadır. Kısaca üretim aşamaları, üretim miktarları ve malzeme akışı dengeli olmalıdır. Bu amaçla, bazı istasyonlarda düşük seviyeli tampon stoklarına göz yumulabilir.

Üretimin dengelenmesi için:

- Her aşamada belirli düzeyde stok bulundurulabilir.
- Mevcut süreç bir evvelki süreçte tüketilen miktarlar kadar sipariş verir ve malzeme bu şekilde yenilenir.

Ancak bunların sağlanması için şu hususlar gerçekleştirilmelidir:

- Yeniden sipariş verme noktasının ve sipariş miktarının belirlenmesi,
- Her durum için stok seviyesinin ve siparişin geri dönüş hızının ve süresinin bilinmesi,
- Yeniden sipariş verme noktasının altındaki parçaların kontrolünde sürekliliğin sağlanması,

Tasarlanacak sistem, yukarıda sözü edilen tüm gereksinimleri karşılayabilmelidir. Buna karşın, karmaşık ve çok aşamalı üretim süreçlerinde yukarıdaki şartları sağlayan bir sistemi tasarlamak oldukça güçtür. Özellikle, ikinci koşulu sağlayabilmek için maliyet ve performans çatışmaktadır.

Birim yük miktarı belirlendikten sonra, bu miktarları aşamalar arasında taşıyacak taşıyıcılar tasarlanır.

Tam Zamanında Üretim Sisteminde çalışan işçiler çok fonksiyonlu olmalıdır. Bu sayede iş istasyonlarından alınacak verim yüksek olacaktır.

Sistemin bu şekilde tasarımı yapıldıktan sonra, atölye bilgi akışını ve aşamalar arası üretim kontrolünü sağlamak üzere kanban sistemi geliştirilir.

Kanban esaslı üretim kontrol sistemi, çizelgeleme ve atölye akış kontrolü için basit, kendi kendine hareket eden bir kart sistemidir. Aynı zamanda malzeme akış kontrol sistemi olup, fonksiyonları aşağıda sıralanmıştır:

- Üretim kontrolü, son montaj aşamasına son üretim sıralamasını verir.
- Son montaj aşaması, kendisini besleyen iş merkezlerinden gerektiği zaman küçük miktarlarda parçalar çeker.
- İş merkezleri son montaja parça verdikten sonra son montajın çektiği kadar parça üretirler.
- Yukarıda sayılanlar gerçekleşirken, her iş merkezi gereken miktarda, kendilerini besleyen iş merkezlerinden parça çeker. Bu işlem, tüm üretim hattında son montaj hattından malzemeye kadar yapılmaktadır.

Parçalar için iş emirleri kullanılmaksızın üretimin sağlandığı tam zamanında üretim sisteminin en önemli elemanı “Kanban Sistemi” dir. Bu sistem daha ileriki bölümlerde ele alınacaktır (Tanca, 1993).

3.12 TZÜ Sisteminin Uygulanmasının Sağlayacağı Faydalar

TZÜ mükemmeli arayan ve ona ulaşmaya çalışan üreticilere bir seri disiplinler sunar. Temel felsefesi iki ana prensip üzerine kurulmuştur. Bu prensipler sürekli iyileştirme ve kayıpların yok edilmesidir. TZÜ’ın yerleştirileceği ortam, yüksek derecede çalışan katılımı ve kalite üzerindeki vurgunun olduğu bir ortam olmalıdır. TZÜ felsefesi, kısmen kendi işlemleri, kaliteyi ve kayıpları yok ederek sürekli iyileştiren hat çalışanları ile yerleştirilir.

Sürekli iyileştirme felsefesi, TZÜ’ın devam eden bir işlem olduğunu ve bir felsefe yerleştirildiğinde mutlaka kalıcı olacağı anlamına gelmediğini belirtir. Günlük problemlerin nedenleri araştırılır ve koruyucu çözümler yerleştirilir. Sürekli iyileştirme bir zorunluluk haline gelir.

Kayıpların yok edilmesi, ürüne veya müşteri servislerine doğrudan değer eklemeyen tüm faaliyetlerin en aza indirilmesi anlamına gelir. Kayıplardan birkaç örnek verirsek; stok, işlemi tekrarlama, muayene, malzeme taşıma ve kusurlu işlemlerdir. Kayıpların ortadan kaldırılması bir üretici firmanın mühendislikten muhasebeye kadar her alanında başarılabilir. Atölyede kayıpları azaltmak için araçlar, işyeri organizasyonu, hazırlık zamanı azaltılması, koruyucu ve önceden tahmin edilerek yapılan bakım ve malzeme hareketlerini programlamak için çekme sistemlerini kapsar.

TZÜ'nün amacı, toplam kalite kontrolü ve işçi katılımıyla birlikte, mükemmel kalitede ve bir rekabet fiyatında günlük müşteri taleplerini karşılamak için yeterli derecede esnek bir üretim sistemi oluşturmaktır.

TZÜ yaygın olarak, malzemelerin tam ihtiyaç olduğu anda ve miktarda küçük miktarlarda teslim alındığı bir teslim programı olarak düşünülür. En aza indirilmiş kayıplar, yüksek kalite ve sürekli iyileştirme üreticiye süreç içi stoklarını azaltma imkanını ve günlük üretimle talebi eşleştirme imkanını verir. Basitçe, yalnızca stokları azaltma TZÜ felsefesinin yerleştirildiği anlamına gelmez ve çok kötü sonuçlar doğurabilir.

Bir ürün için toplam stok maliyetlerini azaltmak için, TZÜ sevkiyat hariç tüm seviyelerdeki satıcı-alıcı sürecinde stok seviyelerini azaltmaya çalışır. Tüm üretim sürecindeki fazla stokları yok etmedikçe, üreticinin pazarda rekabet gücü olamaz.

Bu yüzden, başarılı TZÜ yerleştirmesi, satıcı katılımını kapsar. İdeal olarak, bir üretici satın alınacak her bir parça için tek bir satıcı seçer. Daha sonra, seçilen satıcıyla yakın çalışmalarla, gayretler üretim sürecinde tüm kademelerdeki stokları azaltmaya yöneltilir.

Atölyede üretim hücreleri iyileştirilmiş kaliteyi, kayıpların yok edilmesi, daha hızlı akış ve geri besleme, artan esneklik ve daha az süreç içi stok seviyelerini sağlar. Bir hücrede, işlemler fiziksel olarak malzeme taşımayı ve parça stoklarını en aza indirecek şekilde yerleştirilir.

Bir hücrede, tezgâhlar ürünlere veya tahsis edildikleri ürün ailelerine göre gruplandırılır. İşlemler arasındaki süreç içi stok azaltılarak, ıskarta ve yeniden çalışma oranı büyük oranda azaltılır. Bir üretim hücresinin en önemli elemanı esnek işgücüdür. İdeal olarak, çalışanlar hücredeki tüm işlemleri bilirler ve hücre neticede baştan sona kadar üründen sorumludur.

Düşük süreç içi stok seviyelerini sürdürme ve günlük taleple günlük üretimi eşleştirmek için yüksek oranda güvenilir bir işlem gereklidir. Bir TZÜ ortamında koruyucu bakım üzerinde artan bir önem görülmektedir. Her bir operatör tezgah bakımı ve işlem kontrolü konusunda eğitilmelidir, öyle ki; tezgahın bir ayara ihtiyacı olduğunda yapabilsin. Kalite üzerindeki artan önem ve ürün ve işlem dizayn aşamasında işçi katılımı, atölyedeki TZÜ yerleştirilmesini büyük oranda genişletir.

TZÜ, kalite üzerinde büyük bir etki yapar. Stokların, taşımanın, hurda miktarının, yeniden çalışmanın ve bozuklukların her seviyede azalması kalite maliyetinde pozitif bir etkiye sahip olacaktır. Belkide daha önemli olarak, daha az gecikmelerle daha görünür bir sistem, atölyedeki problemleri çözmeyi kolaylaştıracaktır.

TZÜ' in diğ er bir yararı, otomasyona geçiş için hazırlıktır. TZÜ otomasyon kurulmadan önce kayıpların yok edilmesini sağlar. TZÜ sistemi kurulmadan, otomasyona geçiş iş lemd e var olan ve ürüne hiç bir değ er eklemeyen bu kayıpları otomatik hale dönüştürür. Baş arılı otomasyon için anahtar, ilk baş ta kayıpları yok etmek ve otomasyon için hedeflenen tüm iş lemlerin tamamen güvenilir olmasını sağlamaktır.

TZÜ sisteminin sağ ladığı faydalardan bazıları Ç izelge 3.2.'de gösterilmiştir.

Ç izelge 3.2. TZÜ sisteminin sağ ladığı faydalar (Gülsün, 1998).

Azaltır	Geliştirir
↓ Hazırlık zamanı	↑ Teslimat sıklığı
↓ Parti büyüklüğü	↑ Ürün ve sürecin kalitesi
↓ Malzeme taşıma	↑ Önleyici bakım
↓ Nakliye	↑ Planlama ve tahmin doğruluğu
↓ Taşıma maliyeti	↑ Ç izelgeleme ve kesinliği
↓ Kırtasiye	↑ İş lem ve çalışanların esnekliği
↓ Yan sanayi sayısı	↑ Diğ er bölümler ile iliş ki
↓ Parti miktarı	↑ Yan sanayi ile iliş ki
	↑ Müşteriler ile iliş ki
	↑ Ürün ve iş lem kalitesi

3.13 Tam Zamanında Üretim Sisteminin Uygulanmasına Engeller

Amerika ve Batı Avrupa'daki TZÜ sistemini uygulayan firmalar, sisteme olumsuz etki eden bazı koşullar nedeni ile Jopanya'daki firmaların başarılarını sağ lı yamamaktadırlar. TZÜ sisteminin avantajları geniş olarak tartışılırken, TZÜ' in zayıf noktaları daha az dikkat çekmiştir. Bu zayıflıklar, baş arılı TZÜ' in kurulmasına engel teşkil eder.

Japon iş letmeleri uzun yıllardan beri bu engellerle uğ raşmalarına rağmen, Batılı iş letmeler bu engelleri tanımamaktadır. Bu engellerin bazıları Japonya'da daha az etkilidir ve Japon hükümeti Japon iş letmelerine bu engellerin üstesinden gelmeleri için yardım etmektedir. Bu engeller toplam çalışan sadakati eksikliği, çalışanlar arasında güven, anlaşma, yakınlık eksikliği, kısa iş lemler üzerinde fazla durma ve modası geç miş maliyet hesaplama sistemleridir.

Japonlar, Amerikan iş letmelerine geniş yatırım yaparak ve bu iş letmelerin seç ilmiş karakteristiklerini Japon toplumunun özel durumlarına uyarlayarak, kendi Z teorilerini geliştirmişlerdir. Teori Z kuralları şunlardır:

Organizasyondaki her kişi;

- Organizasyondaki diğer kişilere ğüvenir (Ğüven),
- Çalışma arkadaşlarını tam olarak anlar (Anlaşma),
- Ortak bir mirasa ve kültür geçmişine sahiptir (Yakınlık).

Bu üç eleman; ğüven, anlaşma ve yakınlık, organizasyon amaçlarını başarmada herkesi bir noktada birleştirir.

Teori Z'nin ilk elemanı, organizasyondaki her yesi diğer üyelere ğüvenmesidir. Tüm yönetim seviyelerindeki kişiler birbirlerine, bu kişiler yönetici olmayan personele, yönetici olmayan personel yöneticilere ğüvenmelidir. İkinci elemanı, kişiler çalıştıkları kişileri, özellikle en yakın yardımcılarını tam olarak anlamalıdır. Bu anlama seviyesi öyle derindir ki; duyguları, bilinç altını bilmeyi ve beraber çalışan arkadaşların mümkün hareketlerini anlamayı içerir. Bu kadar derin anlama, birisiyle uzun bir zaman periyodunda çalışarak elde edilebilir.

nc eleman, organizasyondaki her kişi ortak bir mirasa ve kültür geçmişine sahiptir. Organizasyona alınan bir kişi, olayların nasıl gerçekleştirildiğini, neyin önemli, neyin önemsiz olduğunu bilmek zorundadır. Japon işletmeleri, çalışanlara uzun bir eğitim verir.

Eğer bir işletme TZÜ'in tüm yararlarından faydalanmak istiyorsa, teori Z'i benimsemek zorundadır. Teori Z, TZÜ'in başarısı için bir kriterdir (Ğlsn, 1998).

4. KANBAN SİSTEMİ

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

4.1 Tam Zamanında Üretim Ortamında Çizelgeleme

Kanban sistemi, TZÜ ortamında malzeme hareketlerinin kontrolü ve bu bağlamda üretim etkinliklerinin planlanması amacıyla kullanılan yeni bir üretim kontrol (çizelgeleme) yaklaşımıdır.

Üretim kontrol sistemleri, çeken sistemler ve iten sistemler olmak üzere iki temel grupta sınıflandırılabilir. Klasik sistemler iten sistemlerdir; üretim ve envanter kontrolü, tahmin edilen talep değerlerine dayanır; bu değerlere göre üretim çizelgesi saptanır; zaman içinde bu çizelge dikkate alınarak üretim yapıldığı için, iten sistemler çoğu kez çizelgeye dayalı sistemler ya da çizelgenin ittiği sistemler olarak da isimlendirilirler. Bu ortamda, üretim süreçleri daima bir sonraki sürecin ihtiyacını karşılayacak şekilde üretim yaparlar. Ancak bu durumda, üretim süreçlerinden birinde oluşan bir sorundan ya da talepteki dalgalanmalardan kaynaklanan değişikliklere hızla uyum sağlamak kolay değildir. Üretim hızının, değişiklikler doğrultusunda uyarlanabilmesi, çizelgelerin revize edilerek ilgili birimlere yeniden gönderilmesini gerektirir. Bu tür düzenlemelerin oldukça zaman alıcı olmalarından dolayı, iten (klasik) sistemlerde süreçler arasında stok bulundurmak yoluyla değişikliklere uyum sağlanır. Bu nedenle klasik sistemlerde üretimin sürdürülebilmesi için yüksek ara stoklarla çalışmak kaçınılmaz olmaktadır.

Tam zamanında üretim sistemleri çeken sistemlerdir. Çeken sistemler, sonraki süreçlerin önceki süreçlerden, sadece tükettikleri miktarda ve zamanda parça talep ettikleri ve çektikleri sistemlerdir ve bu nedenle talebin çektiği sistemler olarak da tanımlanırlar. Çeken sistemlerde, üretim çizelgesi sadece son üretim sürecine gönderilir. Hangi ürünün ne zaman ve ne miktarda üretilceğinin sadece son süreç tarafından bilinmesi, bu sürecin önceki süreçlerden sadece kendine gereken parçaları çekmesini sağlayacaktır. Diğer yandan, bir sonraki aşamanın parça çekimi olmadan, bir önceki aşamada üretim yapılmayacak sonuç olarak, her aşama kendisinden sonra gelen aşamaların taleplerini karşılamak üzere tam zamanında üretim

yapacaktır.

Sonraki aşamaların önceki aşamalardan, sadece gerektiği zaman ve gerektiği miktarda parça çekmesi aşamalar arasında oluşan stokların ve ara stok düzeylerinde gözlenen dalgalanmaların minimize edilmesini sağlayacaktır.

Çeken sistemlerde, merkezi planlama sistemlerindeki, tüm aşamalara üretim çizelgesi gönderilmesi uygulaması yerine çizelgelerin sadece son üretim aşamasına gönderilmesi ve son aşamadan geriye doğru çizelge gereklerinin kanbanlar aracılığıyla yerine getirilmesi pazar koşullarındaki değişmelerin anında ve kolaylıkla üretim sistemine yansıtılmasını sağlayacaktır. İten sistemlerde ise aşamalar arasında yer alan ara stoklar talep değişmelerine uyumu yine sağlayacaktır, ancak çeken sistemlere oranla ek stok taşıma maliyetlerinin ortaya çıkması söz konusu olacaktır. Başka bir anlatımla, çeken sistemlerde talep değişmelerine uyum kanbanlarla sağlanırken, iten sistemlerde, bu uyumu ara stoklar sağlamaktadır (Acar, 1995).

Talebin çektiği sistemler olarak tanımlanan tam zamanında üretim sistemleri, kanbanı üretim kontrol aracı olarak kullanırlar (Acar, 1996). Bu ortamda, son üretim aşaması dışındaki süreçlere üretim çizelgesi gönderilmemekte, son aşama dışındaki diğer üretim aşamalarına çizelge bilgileri kanban aracılığıyla iletilmektedir.

Bu sistemde, hangi parçadan ne miktarda üretileceği “kanban” adı verilen kartlar üzerinde belirtilmiştir.

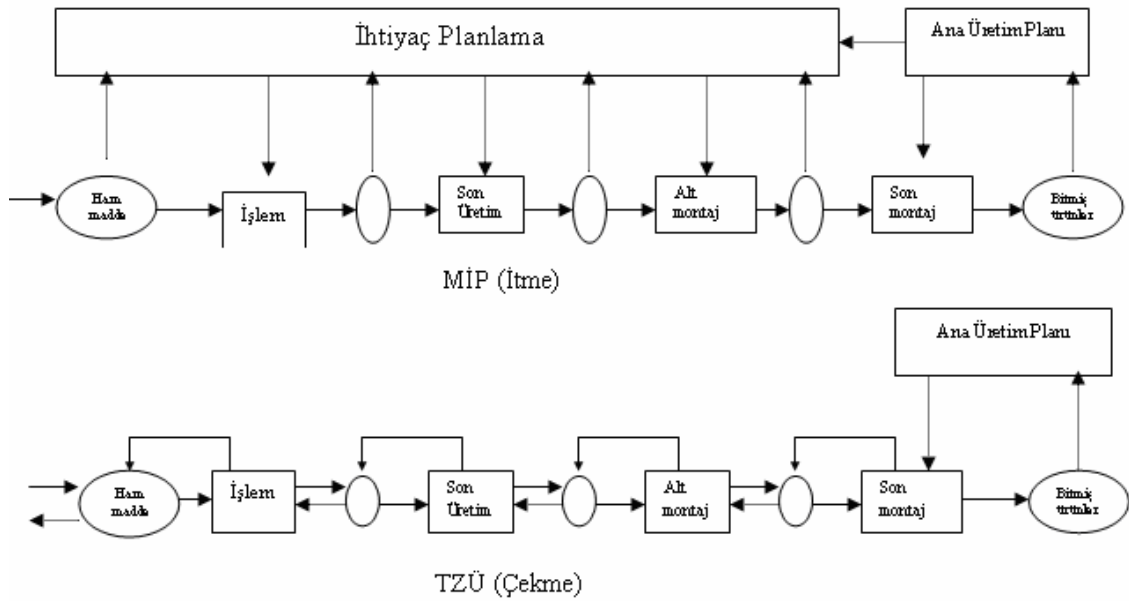
Kanbanlar daima üretim akışına ters yönde ancak fiziksel birimlerle birlikte sondan başa doğru hareket ederek üretim aşamalarını birbirine bağlarlar. Üretim aşamalarının bu şekilde birbirlerine bağlanması sonucunda ise sadece gereken parçalar, gerekli olan miktarda ve gerektiği zaman üretilmekte ve aşamalar arasında ara stoklara ihtiyaç kalmamaktadır. Bu zincirin, işletme dışında satıcılara kadar uzatılması durumunda ise hammadde stokları da kaldırılmış olacaktır (Acar, 1995).

Kanban; süreçler arasında fiziksel ürünle birlikte hareket eden kartlar aracılığıyla bilgi akışını sağlayan bir sistem olarak tanımlandığında, birçok işletme bir kanban sistemine sahip olduğunu iddia edecektir. çünkü, bugün pek çok işletmede, süreçler arasında bilgi alışverişi ve buna bağlı olarak da malzeme alışverişini sağlamak amacıyla malzeme ile birlikte hareket eden bir kart sistemi zaten kullanılmaktadır. Ancak bu sistemler, kanban sistemi olarak tanımlanamazlar, çünkü iten kontrol sistemleri çerçevesinde çalışmaktadırlar. Kanban sisteminin ayırt edici özelliği, çekme sisteminin bir parçası olmasıdır. Kanban, sadece çekme

sistemi ortamında iyi işleyecektir ve kanban, TZÜ sisteminden bağımsız olarak pek bir anlam ifade etmeyecektir.

Tam zamanında üretim uygulamalarında en zor ve en son aşama kanban sisteminin kurulmasıdır. Genelde aşamalı olarak gerçekleştirilecek bu çalışmalarda, öncelikle seçilecek atölyelerde “ortaklığı çok, kritikliği az” olan parçalar bazında kanban uygulamalarının başlatılması gerekmektedir. Ancak kanban sistemine geçmeden evvel; işletmelerde alt yapının hazırlanması ve çekme sistemi için gerekli çalışmaların tamamlanması çok önemlidir. Bu kapsamda yapılacak en önemli çalışma ise katile büyüklüklerinin azaltılması ve bu amaçla hazırlık zamanlarının ve ön sürelerin kısaltılmasıdır (Acar, 1996).

İtme ve çekme sistemlerinin üretim süreci kontrolü açısından karşılaştırılması Şekil 4.1.’de ve Çizelge 4.1.’de gösterilmektedir.



Şekil 4.1. İtme (MİP) ve çekme (TZÜ) sistemleri ile üretim sürecinin kontrolü (Utku, 1993).

Çizelge 4.1 Üretim Çekme (Kanban/ TZÜ) ve İtme (MİP/ Kütle üretim) sistemlerinin Karşılaştırılması (Gülsün, 1998)

Sistem karakteristikleri	İtme sistemi (MİP/Kütle üretimi)	Çekme sistemi (Kanban/TZÜ)
Genel yaklaşım	Önceden belirlenmiş bir planı karşılamak için dengelenmiş, durma ve yeniden faaliyete geçme süresine maruz kalan üretim	Talep değişikliklerine çabuk cevap veren basit, esnek , durma ve yeniden faaliyete geçme süresinin minimize edildiği üretim
	Karışık işlemleri idare etmek için geniş bilgisayar şebekesi	En aza indirilmiş kayıt tutma işlemi ve bunları basitleştirilmiş metotlar ile yönetim
	Belli bir iş için yetiştirilmiş tecrübeli çalışanlar	Çok sayıda iş için yetiştirilmiş işi konusunda fikir yürüten çalışanlar (esnek iş gücü)
Tanımlama	En az envanterle malzeme yönetimini amaçlar	Çekilen veya satılan miktarda parçayı üretmeyi amaçlayan bir üretim sistemi
Felsefe farkı	Ana üretim planı sayesinde yürütülür	Montaj planı sayesinde yürütülür
Yönetim farkı	Siparişlerin planlanması sayesinde bir itme sistemi olarak çalışır	Üretimden satışa bir çekme sistemi
Üretim kontrol	Haftalık sipariş planları	Günlük montaj planı ile yapılır
Ön şart	Veri doğruluğu, disiplin, eğitim	Dengelenmiş seviyeli planlama, akış, toplam üretken bakım
Tezgâhlar	Özel tezgâhlar	Genel amaçlı tezgâhlar
	Birkaç büyük boyda tezgâh	Çok sayıda küçük tezgâh
	Tezgâhların boş kalmaması	Tezgâhların hazır bekletilmesi
	Tek amaçlı takım ve iş bağlama	Esnek takımlar ve

	düzenleri	basitleştirilmiş yerleştirme ve iş bağlama düzenleri
	Malzemenin büyük miktarda taşınmasını sağlamak için karmaşık malzeme taşıma sistemleri	Bir iş merkezinden diğerine sınırlı malzeme taşıma
	Üretileninin en fazlası	Gereği kadar üretim
	Her tezgâha bir operatör	Operatör çok sayıda tezgâhtan sorumlu
Malzemeler	Tek kaynağın sebep olduğu gecikmelerden kaçınmak için çok sayıda tedarikçi	Her biriyle yakın ilgi kurmak için sınırlı sayıda tedarikçi
	Sabit tesis yerleşimi	Esnek tesis yerleşimi
	Geniş ve az sayıda teslimat	Küçük ve çok sayıda teslimat
	Depodaki stoklardan çekilir	Üretimden çekilir
	Yüksek miktarda ara stok	Az ara stok
Üretim süreci	Sabit modellenli üretim akışı	Karışık modellenli üretim akışı
	İş gücü yönetilir	Malzeme akışı yönetilir
	Kusurlu üretim belirlenir	Kusurlu üretim önlenir
	Oluşmadan önce problemleri düzeltmek için müh. bölümleri tarafından geniş ölçüde planlama yapılır	Oluştugu zaman problemleri düzeltmek için işçiler, mühendisler ve yönetim tarafından ortaklaşa problem çözülür
	Kalite kontrol bölümü kaliteyi kontrol eder	Her bir çalışan kaliteden sorumludur
	Kalite kontrol edilir	Kalite üretilir
	Kabul edilebilir kalite	Sıfır hata
	Hatalı parçaların toplanıp	Hatanın yapıldığı noktada

	yeniden işlenmesi	giderilmesi
	Giriş kontrol onayı	Yan sanayii sertifikasyonu
Ürün ağacı dosyaları	Çok seviyeli	Az seviyeli
Stok alanları	Bölümlerde veya üretim hücrelerinde	Üretim hücrelerinde
Ana üretim planı	Gelecek planlama periyodu için sabit bir plan	Talepteki değişiklikleri karşılamak için oransal tabanlı (Rate-based) esnek planlama
	Minimum planlama periyodu bir hafta	Minimum planlama periyodu bir gün
	Bilinen talep ve tahminlere dayandırılır	Bilinen talebe dayandırılır
	İtme tipi envanter tipi kullanılır	Çekme tipi envanter tipi kullanılır
Üretim şekli	Tekrarlı üretime daha uygun	Sürekli akış tipine daha uygun
Yönetim kontrol kayıtlarının şekli	On-line ve detaylı	TZÜ kart sistemleri ve bar kodlaması için birkaç bilgisayar kullanılmak suretiyle fiziksel gözlem
Stokların hesaplanması ve kontrol	On-line ve detaylı	Az sayıda bilgisayar kullanımı ile fiziksel kart sistemi
	Üretim başlamadan önce gerekli stoklar olmalı	Üretimi başlatıcı olarak kanban kartlarıyla fiziksel kontrol yapılır
Doğrudan üretim kaynaklarının kontrolü	Direkt iş gücünün kontrolü üzerine odaklanır	Üretim kaynakları üzerine odaklanır özellikle de envanter
Üretim maliyeti	Üretimin gerçekleşmesi için gerekli çok sayıda sabit ve değişken giderlerin toplamı	Hücre seviyelerine indirilen maliyet
Ürün maliyetinin kesinliği	Üretim süreci boyunca bir	Üretim gerçekleşmeden önce

	kesinliğe (doğruluğa) ulaşır	dizayn aşamasında
Iskarta ve yeniden işleme maliyeti	Iskarta ve yeniden işleme maliyeti kayıtlarını tutmak ve değerini belirlemek için karışık sistemler kullanılır	Kalite geliştiği için ıskarta ve yeniden çalışma miktarındaki azalmayı hesaplayacak sistemlere ihtiyaç vardır
Maliyet performans ölçütleri	Finansal varyasyon analizlerine dayanır	Görünür ve finansal ölçüler kullanılır
Önemli performans ölçütleri	Performans çıktı ve bireysel başarılar tarafından ölçülür (işgücü etkinliği, malzeme kullanımı, giderlerin azaltılması, maliyet kontrol vb.)	Bireysel kalite ve takım üretkenliğinin geliştirilmesi gibi performans ölçütleri (kalite ölçümü, tezgah/ hücre kullanımı, karlılık vb.)

4.2 Kanban

Kanban, Japonya'daki Toyota otomobil fabrikasında, üretim süreci içindeki ürün akışını sorunsuz ve aksamasız hale getirecek bir program olarak geliştirilmiştir. Amacı, sistem üretkenliğini iyileştirmek; üretim sistemi içindeki ürün akışını ve sistemdeki stok seviyesi oluşumlarını dikkatle izleyen çok belirgin, görünür bir araç (yani, kanban kartı) elde etmek ve bu yüksek üretkenliğe ulaşmada çalışanın katkısını ve katılımını sağlamaktır.

Tam zamanında üretim amacını başarmak, üretim yöntemlerini belirlemeye ve Kanban diye adlandırılan bilgi sistemine bağlıdır. Kanban sistemi, üretim ve montaj sürecinin her kademesindeki üretim miktarlarının düzenli bir şekilde görüntülenmesine ve kontrolüne yardımcı olan bir Japon bilgi sistemidir (Gülsün, 1998).

Yalın üretim felsefesinin ve çekme mekanizmasının en önemli özelliklerinden biri kanban sistemidir. Kanban, Japonca'da "görsel kayıt" yada "kart" anlamına gelen bir kelimedir. Kanban sisteminde, kartlar belirlenen malzemelerin üretim ve taşımalarını yönlendirmek için kullanılırlar. Bu sistem, yalın üretim felsefesinin bilgi işleme bundan dolayı da üretim kontrol sistemidir. Kanbanlar parçaların çekimi sırasında kullanılırken, ayrıca süreç içi stok seviyelerinin görselleştirilmesi ve kontrol altında tutulması içinde kullanılırlar. Bu sistem süreç içi stok seviyesini etkin bir şekilde sınırlandırır ve ardışık üretim birimleri arasındaki üretim ve taşıma işlerini koordine eder (Şenyılmaz, 2006).

4.2.1 Kanban Sisteminin İşleyişi

TZÜ felsefesi, başta tanımlanan “sıfır stok” hedefine ulaşabilmek için üretimin her aşamasında (hammadde, yarı mamul, mamul) stok düzeylerini azaltmak zorundadır. Bunu gerçekleştirebilmek için ise, işletme içinde malzeme hareketlerinin tamamen farklı bir bakış açısıyla yeniden ele alınması gerekmektedir. Kanban sistemi, TZÜ ortamında malzeme hareketlerinin kontrolü amacıyla kullanılan yeni bir çizelgeleme yaklaşımıdır. Bu sistemin en belirgin özelliği ise, bugüne kadar alışılmış itme sistemlerinin tam karşıtı olan çekme sistemlerini içermesidir.

Bu durumda, değişik üretim aşamalarına üretim çizelgesi göndermeye gerek kalmayacak, çizelgeler ve olası değişiklikler son üretim aşamasına aktarılacaktır. TZÜ ortamında son aşama dışındaki diğer üretim aşamalarını bilgilendirmek amacıyla kullanılan malzeme kontrol sistemi ise, “Kanban” sistemidir. Bu sistemde, hangi parçadan ne miktarda üretileceği, “Kanban” adı verilen kartlar üzerinde belirtilmiştir.

Kanbanlar, daima üretim akışına ters yönde, ancak fiziksel birimlerle birlikte, sondan başa doğru hareket ederek üretim aşamalarını birbirine bağlarlar. Üretim aşamalarının bu şekilde birbirlerine bağlanması sonucunda ise sadece gereken parçalar, gerekli olan miktarda ve gerektiği zaman üretilmekte ve aşamalar arasında ara stoklara ihtiyaç kalmamaktadır. Eğer stoksuz üretim işletmelerde gerçekleşirse, işletmede gereksiz stoklar tamamen çıkarılır ve depo etmek gereksizleşir. Bunun sonucunda, depolama ve taşıma maliyeti azalır ve tekrar dönen sermaye oranı artar.

Fakat, merkezi planlama yaklaşımı, üretim programında bütün işlemlere aynı anda güvendiği için stoksuz üretimi otomobil gibi binlerce parçadan oluşan bir ürün için gerçekleştirmek çok zordur. Bu yüzden Toyota sisteminde üretim akışına dikkatli bakmak gerekir. Bir başka deyimle, belirli bir işlemin elemanları, bir önceki işleme gerekli birimlere, gerekli miktarlarda, gerekli zamanda geri çekmek için giderler. Bu takdirde, bir önceki işlemin geri çekilenlerin yerini almak için sadece yeterli miktarlarda üretmek gerekir.

Toyota üretim sisteminde, kanban sistemi aşağıdakilerle desteklenir:

- Üretiminin düzgünleştirilmesi,
- Hazırlık süresinin kısaltılması,
- Atölye yerleşimi,
- İşlerin standardize edilmesi,
- Geliştirme faaliyetleri,

- Otonomasyon.

Birçok kimse Toyota üretim sistemini bir kanban sistemi olarak tanımlar. Bu yanlıştır. Toyota üretim sistemi, üretim yapma yöntemidir. Kısaca kanban sistemi, her işlemde üretim miktarını düzenli olarak kontrol eden bir bilgi sistemidir. Bu sistemin değişik ön şartları mükemmel olarak yerine getirilmezse, (yani dizayn işlemleri, işlerin standardizasyonu ve üretimin düzgünleştirilmesi vb.) stoksuz üretimi, kanban sistemi kullanılmasına rağmen gerçekleştirmek zor olacaktır (Gülsün, 1998).

4.2.2 Tekrarlı Üretim ve Kanban

Kanbanın işleyişi daha ayrıntılı bir şekilde incelendiğinde, daha net ortaya çıkacak nokta; bu tip bir kontrol sistemi, işletmede ancak, tekrarlı üretim diye adlandırılan bir üretim sistemi uygulanıyorsa başarılı olabileceğidir.

Tekrarlı üretim, büyük hacimlerde üretilen birbirinden farklı standart birimlerin, veya büyük hacimlerde montajı yapılan standart seçeneklere sahip ürünlerin imalatı, tezgâhlarda işlenmesi, montajı ve test edilmesidir. Parçaların uzun süreli akışları veya hareketleri ile karakterize edilir. Bu üretim tipinde ideal olan, parçaların bir iş merkezinden diğerine doğrudan aktarılmasıdır.

Üretim sisteminin tekrarlı üretime yaklaşma derecesi arttıkça, Kanban tekniği daha uygun hale gelmektedir. Bu yüzden, TZÜ yaklaşımının ve TZÜ üretim tekniklerinin uygulanmasının sonucunda, o üretim sisteminin atölye tipi üretimden veya kafele üretimden tekrarlı üretime doğru yönlendirileceği söylenebilir (Gülsün, 1998).

4.2.3 Kanbanla Üretim Kontrolü

Kanban sistemi altında, yalnızca son montaj hattı, son ürüne olan ihtiyacın miktarını bilir ve bu bilgiyle aşağıdaki süreci kullanarak, toplam üretim sisteminde ne üretildiğini kontrol eder. Hazırlanan üretim çizelgesi, yalnızca son montaj aşamasına gönderilir. Yardımcı iş istasyonlarından ya da alt-montaj hatlarından, ne zaman, ne miktarda parça çekileceğini son montaj birimi belirler.

Son montaj hattı, çizelgeyi aldıktan sonra, gerekli bileşenleri ihtiyaç duyulan zaman ve ihtiyaç duyulan miktarlarda, yardımcı iş merkezlerinden veya alt-montaj hatlarından çeker. Bu iş merkezleri veya alt-montaj hatları ise, yalnızca kullanılan bu partileri yeniden yerine koymaya yetecek miktarlarda, partiler halinde üretim yaparlar. Bununla birlikte, bu üretimi yapabilmek

için bunlar da, kendi yardımcı istasyonlarından gerekli miktarlarda parçayı çekmek zorundadırlar. Böylece, gereken bileşenleri doğru zamanda ve gereken miktarlarda çeken iş merkezleri, akışa ters yönde bir zincirleme tepkime başlatmış olurlar.

Bu yolla, bütün malzeme akışı, son montaj hattındaki malzeme kullanım hızıyla dengeli hale getirilir. Eğer üretim çizelgesindeki miktarlarda önemli artış veya azalışlar yoksa ve teslimler küçük miktarlarda yapılıyorsa, stok miktarları çok küçük olacaktır. Böylece TZÜ, her bir iş merkezindeki parçaları kontrol eden iş emirleri kullanılmadan gerçekleştirilebilecektir (Gülsün, 1998)

4.2.4 Kanban Fonksiyonları

Kanban 4 genel fonksiyona sahiptir:

1. Üretim ve nakli içeren açıklamalar vermek,
2. Görsel kontrol için bir gereç olarak;
 - i. Fazla mesai olayını önlemek
 - ii. Programı izlemek ve işlem gecikmelerini önlemek
3. İşlem hatalarına bir gereç olarak
4. üretim içinde en iyi ayarlama düzenlemelerinin anlamı olarak,

Bunları kısaca açıklayalım;

1. Üretim ve nakil hakkında açıklayıcı bilgiler

Parça çekilmeleri ve üretim talimatı kanbanı iş talimatlarını destekler. Direkt olarak ne, ne zaman, nerede ve ne kadar parçanın üretilip, nakledileceğine karar verir.

Önceki işlem ile izleyen işlemler arasındaki bir nevi bilgi iletişimi yoludur.

2. Görsel kontrol için gereç

Gereçler bize ivmenin, bölgenin ve parça akışının bir bakışta izlenmesine yardımcı olurlar. Kanban aktif parçalar ile beraber hareket ettiğinden beri görsel kontrol için önemli bir gereçtir.

Görsel kontrol iki önemli hususta yardımcı olur:

i. Fazla üretim olayını elemek

Bir kanban operasyonel kuralı, bir sonraki işlem tarafından çekilen parça miktarlarını üretmektir. Gereğinden fazla parça üretimi envanter artışına, birçok çeşitli problemin

oluşmasına ve kayba sebep olur.

Bu sebepten ötürü bir sonraki işlem kanban kurallarına uymak zorundadır. Kanbansız parça veya kanbanda belirtilenden fazla parça alınmamalıdır. Bu fazla üretimin iptaline yardımcı olacaktır.

ii. İlerlemeyi izlemek ve işlem gecikmelerini önlemek

Heijunka veya seviyelendirilmiş üretim, üretim işlemleri için bir ön koşuldur. Verilen süre içinde ürünlerin kesin rakamlarının üretimi için şartları destekler.

Kanban aynı zaman aralığı içinde nakledilebilir. Eğer kanban birikirse üretimin gecikeceği açıktır, eğer kanban azalırsa, üretimin çok artacağı açıktır.

3. İşlem hatasına gereç olarak Kanban

Eğer kanbanlar uygun şekilde anlaşılırsa görsel kontrol açısından bir gereç olarak yardımcı olurlar. Sonuç olarak hat hatası olasıdır, olabilir.

Çok fazla kanbana sahip olmak envanteri artırır. Bu sebepten ötürü sayısını azlatmak gerekir. Ve eğer çok fazla dağıtımı varsa bu kontrol edilmelidir. Buna ek olarak üretim sıralamasındaki öncelikler sonraki işlem tarafından çekilen parçalardaki azalma ve artmalardan saptanabilmeli ve buna paralel olarak iş düzenlenmelidir.

4. En iyi ayarlanmış düzenlemeler için Kanban

(üretimde, sadece küçük değişimler için uydurulmuştur.)

Bir zamanlar seviyelendirilmiş üretim başarıyla kanban aynı zamanda envanter miktarındaki ayarlamalarda yardımcı olmuştur. Şuna dikkat çekilmelidir ki bu seviyelendirilmiş üretim çeşitli sonuçlar için günlük üretim içinde izlenmemiştir (Çatal,1993).

4.2.5 Kanban Kart Sistemi

Kanban sisteminin tam olarak anlaşılabilmesi için sistemde kullanılan kart tiplerinin ve sistemin temel ilkelerinin incelenmesi gereklidir (Acar, 1998)

Kanban sisteminde kullanılan kartlar genellikle 10.6 × 20.32 cm. boyutlarında dikdörtgen biçimli plastik, karton veya metal olan ve üzerinde bilgiler taşıyan kartlardır. Genellikle Kanban üzerinde yer alan bilgiler şunlardır:

- Kullanıldığı yer (stok orijin noktası, tüketim noktası, taşıma yolu)

- Parça numarası
 - Parça adı
 - Parçanın tanımı
 - Kanban numarası (kanbanın tanıtım numarası)
 - Parça sayısı/Kanban (ana parçanın her üretim birimi için bu Kanban tarafından siparişi açılan parça miktarı)
 - Kanbanın düzenli olarak konulduğu kutunun tanımlayıcı kod numarası veya ismi
 - Kanbanın teslim edileceği iş istasyonunun yeri (kod numarası veya tanımı)
- (Durmuşoğlu, 2003).

Kanban sistemi, kabaca iki ana gruba ayrılır. Bunların ikisi de Toyota şirketi tarafından geliştirilmiştir.

Kanbanlar, elle uygulanabildiği gibi, günümüzde artık elektronik olarak da uygulanabilmektedirler. Elle uygulanan kanban sistemlerinin en temel tipi olan çift kartlı kanban sistemini oluşturan kanbanlar, çoğunlukla şeffaf ve kaplar içine yerleştirilmiş dikdörtgen şekilli kağıt kartlardır.

4.2.5.1 Çift kart sistemi

Bu çift kart sistemleri, hem çekme (taşıma) kanbanı, hem de üretim kanbanı kullanır.

- **Çekme kanbanı veya taşıma kanbanı:** Bu, bir sonraki iş merkezinin bir önceki iş merkezinden çekmek istediği parça cinsi ve miktarını belirleyen ve parça/ malzeme çekmek amacıyla kullanılan karttır. Her kart, üretilecek parçayı kullanacak olan iş merkezi ve bunu üretecek olan iş merkezi olmak üzere, iki merkez arasında ilişki kurar (Gülsün,1998).

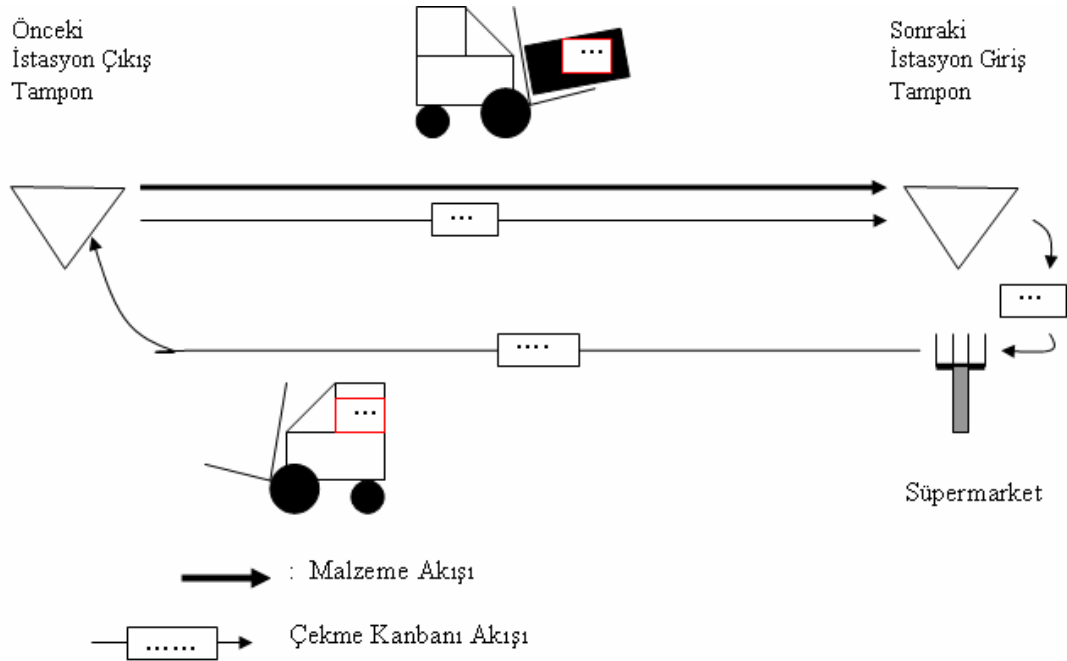
Bir çekme kanbanı örneği Şekil 4.2.'de gösterilmiştir.

Stok Raf No : 5E215 Parça Arka No: A2.15			Önceki Operasyon Dövme B-2 Sonraki Operasyon Talaşlı İmalat M-6
Parça No : 356 70 S 07			
Parça Adı : Tahrik Pimi			
Araba Tipi : Sx50 BC			
Kutu Kapasitesi	Kutu tipi	Sayı	
20	B	4/8	

Şekil 4.2. Çekme kanbanı (Acar, 1999)

Şekilde verilen çekme kanbanı ile söz konusu parça için bir önceki operasyonun dövme işlemi olduğu ve talaşlı imalat M-6'da bulunan taşıyıcının tahrik pimini alabilmek için B-2 No'lu Dövme istasyonuna gitmesi gerektiği belirtilmektedir. Ayrıca söz konusu parça için bir sonraki operasyon talaşlı imalattır. Kutu kapasitesi 20 adet olup kutu şekli "B" olarak belirtilmiştir.

Çekme kanbanı çift-kart kanban sisteminin temel unsurlarındandır. Çekme kanbanı, daha önceden belirlenmiş miktarı önceki istasyonun tampon bölgesinden sonraki istasyonun giriş tampon bölgesine çekilmesi için kullanılır. Ürünler, önceki istasyonu bir çekme kanbanı olmadan terk edemez. Çekme kanbanı önceki istasyondan ne zaman sonraki istasyon üretimi için gerekli olduğu zaman ayrılabilir. Çekme kanbanı hareketi Şekil 4.3.'de gösterilmiştir:



Şekil 4.3. Çekme kanbanı hareketi (Şenyılmaz, 2006)

Çekme kanbanı, iki ardışık istasyonun tampon bölgeleri arasındaki mesafenin (ve dolayısı ile termin zamanlarının) çok olduğu durumlarda kullanılması önerilir. Eğer istasyonlar birbirlerine yakın ise, çekme kanbanı kullanmaya gerek yoktur. Örneğin iki bitişik üretim hücresi için genel bir tampon bölgesi yeterli ise, önceki istasyonun üretim kanbanları konteynırlardan ayrıldığı zaman sonraki istasyonun üretim kanbanları ile yer değiştirebilir (Şenyılmaz, 2006).

- **Üretim kanbanı:** Program ve talepler doğrultusunda, bir iş merkezinin üretmesi gereken belirli parça miktarını belirler. Her bir standart taşıyıcıya, bir tip kart tahsis edilmiştir. (Gülsün, 1998).

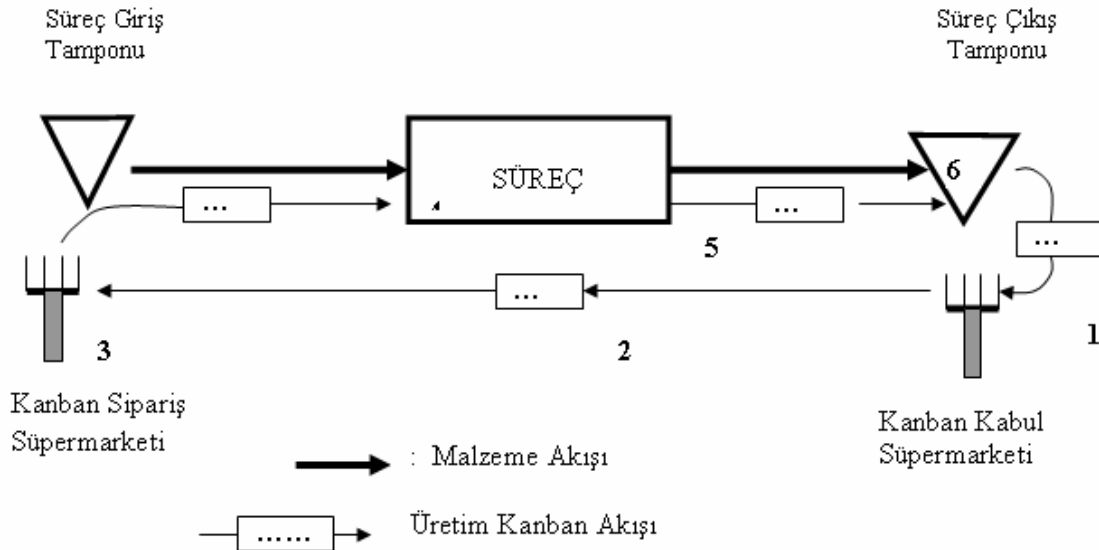
Proses içi kanban olup belirli bir proses içinde üretim kontrolünü sağlar. Bir önceki istasyonun üretmesi gereken parça cinsi ve miktarını belirleyen üretim sipariş kanbanı sadece üretim kanbanı olarak da tanımlanmaktadır. Şekil 4.4.'de üretim sipariş kanbanı gösterilmektedir.

Stok Raf No : F26 - 18	Parça Arka No: A5-34	Operasyon
Parça No : 56790-321		Talaşlı
Parça Adı : Krank Mili		İmalat
Araba Tipi : Sx50BC -150		SB-8

Şekil 4.4. Üretim Sipariş kanbanı (Acar, 1999)

Şekilde verilen üretim-sipariş kanbanı; SB-8 No'lu Talaşlı imalat operasyonunun S*50BC-150 kodlu araba tipi için krank mili üreteceğini göstermektedir. Ayrıca üretilen krank milinin F26-18 No'lu stok rafına yerleştirileceği belirtilmektedir.

Kanban kontrollü bir üretim sisteminde üretim kanbanlarının hareketi Şekil 4.5'de gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Üretim Sipariş kanbanı hareketi (Şenyılmaz, 2006)

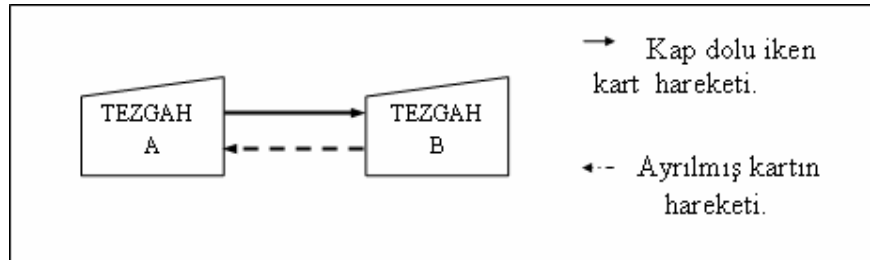
Bir üretim kanbanı, daha önceden belirtilmiş miktarda parçanın üretilmesi için süreç giriş

tampon bölgesinden gelen parçalar ile birlikte süreç çıkış tampon bölgesine giden kanbandır. Değnilmesi gereken diğer konu, eğer süreç tek makinadan oluşan bir üretim süreci ise, klasik anlamda tek makinalı üretim kanban ortamından bahsedebiliriz. Eğer birden fazla makinaryı kapsayan bir ortam söz konusu ise CONWIP yapısından bahsetmemiz gerekir.

Her bir süreç ve her bir ürün için gerekli olan kanban sayısını belirlemek için son tampon bölgesinde tutmak istediğimiz ara stok miktarını hesaplamak zorundayız. Bu ara stok miktarı, bir üretim kanbanına karşılık önceki istasyonun çekme kanbanını üretmesi için geçen sürede, sonraki iş istasyonun tükettiği ortalama parça sayısı kadardır (Şenyılmaz, 2006).

4.2.5.2 Tek kart sistemi

Tek kart sistemi, tek tip kanban kartı kullanan bir sistemdir. Bu sistem, bazen çift kartlı sisteme geçişte bir ilk kademe olarak kullanılmaktadır. Tek kartlı sistemdeki işlemler, çift kartlı sistemdekilere nispeten basittir. Her üretim merkezi, son montaj çizelgesinden belirlenen bir günlük çizelgeye göre parça üretir. Üretim merkezleri bileşen parçalara ihtiyaç duyduklarında, diğer iş merkezlerinden bu parçaları edinmek için çekim kanbanları kullanırlar. Bu durumda, tek kart sistemi, üretim kontrolü için bir itme sistemi ve malzeme teslimatı için bir çekme sistemi olarak karakterize edilebilir, çünkü kartlar yalnızca iş merkezleri arasında parça çekmek için kullanılmaktadır.



Şekil. 4.6. Tek kart kanban sistemi

Tek kart sisteminde işleyiş şöyledir;

- Giren parça taşıyıcıları bir iş merkezine getirildiklerinde, iliştilmiş olan çekim kanbanları belirlenmiş özel bir yere (bir çekim kanbanı kutusu) konurlar. Daha sonra giren parçalar işlenir.
- Bu çekim kanbanları düzenli aralıklarla toplanır. Bunların üzerinde parça tipi ve bu parçaları üreten iş merkezi hakkında ayrıntılı bilgi mevcuttur. Dolu taşıyıcılar, üretici iş

merkezinden alınır ve üzerlerine bir çekim kanbanı ilâştirilerek tüketici iş merkezinin giren parçalar deposuna geri götürülürler.

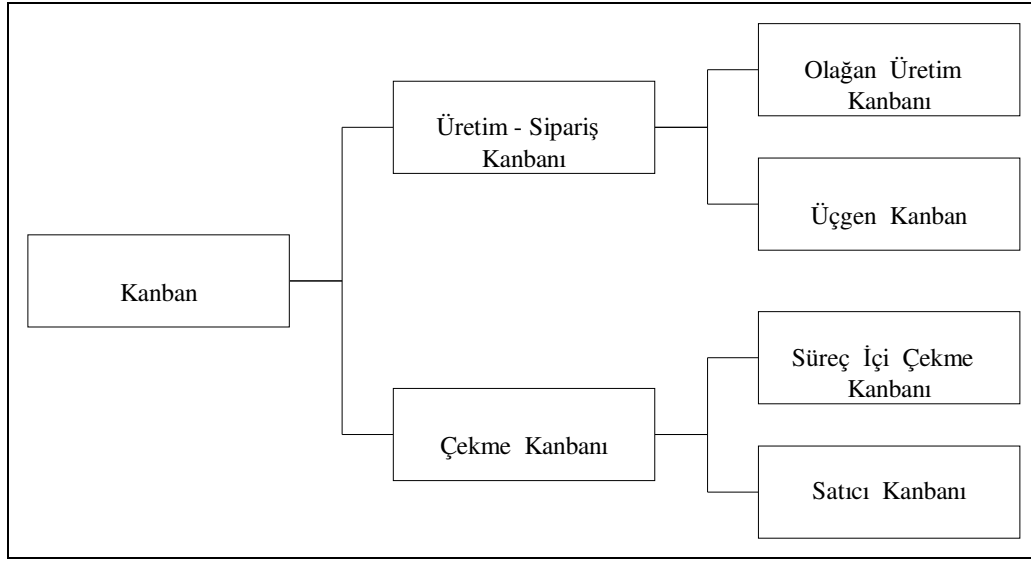
Bu sistemi çift kartlı sistemden ayıran bazı noktalar şunlardır:

1. Parçaların iş merkezine teslimatları sıkı kontrol edildiğinden, daima işlenmeye hazır bir miktar taşıyıcı mevcuttur ve dolayısı ile giren malzeme stok noktası o kadar önemli değildir. Bu, yerle ilgili sorunları ortadan kaldırır ve stok noktalarındaki karışıklıkları önler.
2. İşlenen parçaların çıkan ürünün stok noktalarında yığılmasına izin verilir. Eğer üretim planlamacılar, parçaların ihtiyaç duyulan miktarlarını ve zamanlamalarını son montaj çizelgesiyle uygun hale getirmekte zorlanmıyorlarsa, bu ciddi bir problem olmaz. Böyle bir sistemde, üretim günlük parça çizelgelerine göre yapıldığından, gereken bileşen parçaların çekilmesi işlemleri kontrol edilmektedir.
3. Tek kartlı kanban sistemi, çift kartlı kanban sistemine çok benzemektedir. Aradaki fark, uygulanan ortamdan kaynaklanmaktadır. Tek kartlı kanban sistemi; standart taşıyıcıların, akış bazlı üretim sistemlerinin ve diğer TZÜ ortamı özelliklerinin olduğu bir ortamda kullanılmaktadır. Ayrıca, iş merkezlerinde yalnızca az sayıda taşıyıcıya izin verilmektedir ve taşıyıcı kapasiteleri çoğunlukla az olduğundan, gün boyunca çok sayıda doldurma boşaltma işlemi yapılmaktadır.

Çift kartlı kanban sisteminin en büyük avantajı, önceki iş merkezinde yüksek kontrol seviyesinin sağlanmasıdır. Tek kart sistemi ise, iş merkezinde bir veya birkaç parçanın üretildiği sistemlerde etkin olarak uygulanabilmektedir. Batı endüstrisinde tek kart sistemi daha çok kullanılmaktadır.

Anlatılan kanbanların dışında; renk, şekil veya düzenlenme biçimine göre farklılık gösteren tedarikçi, acil ihtiyaç, özel ve sinyal kartları gibi değişik kanban tipleri de vardır. Son yıllarda gelişmiş bilgisayar sistemlerine sahip üretim firmalarında yaygın olarak kullanılan ve elle uygulanan (manuel) kanbanların kullanımında görülen büyük problemleri ortadan kaldıran elektronik kanban ve ayrıca, son birkaç yılda büyük bir patlama gösteren telsiz teknolojisinin kullanımıyla elektronik kanbanda görülen kablo döşeme ile ilgili sorunların da ortadan kaldırıldığı, telsiz kanban dikkatleri üzerine çekmektedir (Gülsün, 1998).

Uygulamada daha başka kanban tipleri de kullanılmaktadır. Temelde kullanılan kanban tipleri Şekil 4.7.'de verilmiştir (Acar, 1995).



Şekil 4.7. Kullanılan kanban tipleri (Acar, 1995)

4.2.6 Diğer Kanban Çeşitleri

1. Satıcı Kanbanı. Dışarıdan satın alınacak parçaların teslimi konusunda satıcı firmalardan istenen talimatları içeren bir çeşit çekme kanbanıdır. Genelde taşıma maliyeti parça fiyatına dahil edildiği için, teslimatların satıcı tarafından yapılması gerekir. Bu kanbanda şu bilgiler bulunur;

Teslim zamanı, satıcı firmanın adı, satıcının depo raf no, teslim alan firmanın adı, teslim alan kapı, teslim edilecek depo rafı, parça adı, parça no, son ürün no, araba tipi, taşıyıcı tipi ve taşıyıcı kapasitesi.

2. İşaret Kanbanı (Sinyal Kanbanı). Bu kanban, parti üretiminin siparişe yönelik üretimin yerini aldığı durumlarda kullanılmaktadır. İşaret kanbanı, genellikle partideki kutulardan birine iliştilir ve kutular arasında bulunduğu yer itibarıyla (ortalarda, en alttaki kutunun hemen üstünde, vs.) yeniden sipariş verme noktasını belirler. Üretim sırasında işaret kanbanının iliştilirildiği kutuya gelindiğinde, söz konusu parti için üretim emrinin çıkarılması gerekir.

İşaret kanbanının iki tipi vardır:

- **Üçgen Kanban.** Bu kanban, stoktaki kutu sayısı belirli bir değere düştüğünde, bir üretim emri olarak devreye girer; yani, bir üretim kanbanı türüdür. Üçgen şeklinde olduğu için bu adı almıştır.
- **Malzeme İhtiyaç Kanbanı.** Bu kanban ise, dikdörtgen şeklinde bir kart olup, üretim süreçlerine malzemeyi ne zaman, nereden ve ne miktarda temin edeceklerini belirtir. Bu

da, sipariş noktası esasına göre çalışmaktadır, ancak farkı, bir çekim kanbanı türü olmasıdır.

Bu kanbanlarda olağan üretim ve çekim kanbanlarındaki bilgilere ek olarak, bir de yeniden sipariş noktası bilgisi bulunmaktadır.

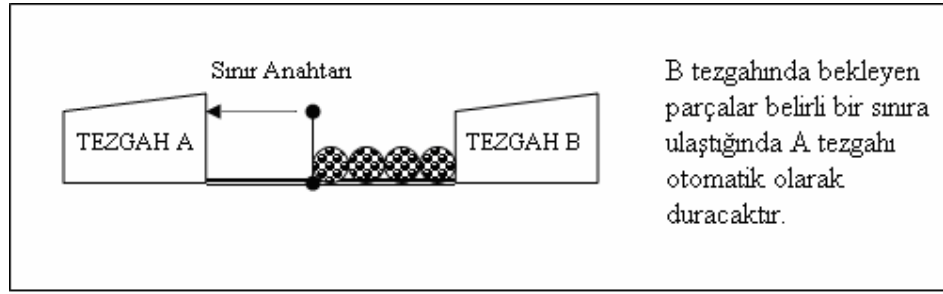
- 3. Hızlı Kanban.** Eğer bir malzeme bulunması gereken yerde yoksa, taşıyıcı hızlı kanban düzenler ve bunu hızlı kanban kutusuna (veya kırmızı kutu) koyar. Bunun üretiminden sorumlu kişi, hemen bu malzemeyi üretilip getirmek zorundadır.
- 4. Acil Kanban.** Hatalı malzemeler yerine, üretim yapılırken veya bir tezgahın arızası sebebiyle kaybolan üretimi gerçekleştirmek için, ekstra malzemeleri karşılamak için veya hafta sonu çalışma yapılması gereken durumlarda bu kanban düzenlenir. Kullanımı biter bitmez yok edilirler.
- 5. Tünel Kanban.** Birbirine çok yakın olan işlemler arasında Kanban değişimine gerek yoktur. Buralarda (Through Kanban) da denilen tünel kanban kullanılır. Örneğin, üretilen malzemenin anında bir sonraki sürece verilebildiği durumlarda kullanılır.
- 6. Ortak Kanban.** Çekim kanbanının, aynı zamanda üretim kanbanı olarak kullanılması durumudur. İki işlem arasındaki mesafenin kısa ve sorumlularının ortak olması durumunda kullanılabilir.
- 7. Kasa veya Kamyon Kanbanı.** Büyük miktarlarda çekilen malzemeler için, belli sayıda malzeme alabilen kasalar, kanban yerine kullanılabilir. Bu durumda, boş kasa gelmeden üretim yapılamaz ve fazla üretim engellenmiş olur. Kasa sayısı kanban sayısı demektir.
- 8. Etiket Kanbanı.** Taşıyıcılarla taşıma sırasında kullanılan bu kanban, taşıyıcıya hangi parçaların, ne zaman ve kaç tane konulacağını gösterir. Montaj hattındaki işçilere de hangi parçaların monte edileceğini gösterir, sonuç olarak sadece gerekli montajlar yapılır. Gereklikçe bu etiketler değiştirilir (Monden, 1983).

4.2.7 Modern Kanban Tipleri

4.2.7.1 Otomatik kanban

Otomasyon üretimde kanban sisteminin otomatik kanban (tam çalışma sistemi) olarak bilinen başka bir şekli kullanılmaktadır. Elle yapılan işlemlerde olduğu gibi, otomatik üretim süreçlerinde de, üretilen parça sayısının çekilen parça sayısına eşitlenmesi gereklidir. Farklı tezgahların kapasitelerinin ve üretim hızlarının dengelenmesi gereklidir, aksi takdirde, iki tezgah arasında bir stok yığılması ortaya çıkar. Ayrıca, her bir tezgahın kendisinden sonraki tezgahta oluşabilecek her tür probleme duyarlı olması lazımdır. Bu problemler otomatik

kanban kullanılarak çözümlenir. Bu sistem, iki tezgah için Şekil 4.8’de gösterilmiştir.



Şekil 4.8. Dolu iş sistemi (Gülsün, 1998)

İki tezgâh, A tezgâhında tamamlanan parçaların stoklanması için bir hat ile birbirine bağlanmıştır. Stok düzeyi, diyelim ki 4 birime ayarlansın. A tezgâhı 4 birim işlediğinde, ara hatta bağlı bir sınırlayıcı düğme faaliyete geçer ve A tezgâhını durdurur. B tezgâhı, diyelim ki 2 birim kalıncaya kadar parçaları çekmeye devam eder. Daha sonra başka bir düğme devreye girer ve A tezgâhı tekrar işlemeye başlar. Bu yolla, her süreçte yalnızca sabit bir iş miktarına izin verilir ve süreçler birbirine bağlanır. Böylece önceki süreçlerdeki gereksiz işleme ve stok yığılması önlenmiş olur. Bu sistemde bilgi akışı hızlı olduğundan, temin süresini kısaltır ve sonuçta malzeme yönetim sistemini iyileştirir.

Otomatik kanban sisteminde söz konusu edilen kesikli işlem uygulaması ile hat dengesine ulaşılabileceği gibi bir diğer yol, yüksek kapasiteli tezgâhlara yavaş işlem uygulamasını gerçekleştirmektedir.

4.2.7.2 Elektronik ve telsiz kanban

TZÜ sistemi farklı ekonomik şartlar altında çok verimli olarak işleyebilmektedir. Verimlilik, öncelikle organizasyonda en üstten en alt seviyelere kadar her çalışanın kararlı bir şekilde çalışması, tedarikçilerin tam desteği ve dayanışması ve de üretim süreçlerindeki birtakım değişiklikler vasıtasıyla sağlanmaktadır. Bunlar küçük parti büyüklüklerinde satın alma, üretimin düzgünleştirilmesi, esnek süreçlerin tasarımı, işlerin standartlaştırılması ve sipariş ve teslimler için kanban adı verilen bir bilgi sisteminin devreye sokulması konularını kapsamaktadır.

1. Elektronik kanban. Her ne kadar kanban kart yöntemini kullanmak, üretim yapan herhangi bir işletmenin organizasyonu ve malzeme akışını önemli derecede iyileştirebilirse de, bu yöntemin de bazı kısıtlamaları vardır. Kapsamlı bilgisayar sistemlerine sahip birçok üretim şirketi, kanban kullanımıyla ilgili başlıca problemlerini ortadan kaldırmak için

elektronik kanbana yönelmektedirler. Bu problemler ve kanbanın el ile uygulanan tiplerinin yerine, elektronik kanbanın kullanılması gereken durumlar şöyle sıralanabilir:

- İlk olarak, Shingo'ya göre kanban kartı ile ilgili en büyük problem şudur; bağımsız kartlar yanlış bir yere konabilir veya kaybedilebilir ve bunların yerlerini bulmak zor ve zaman alıcı olabilir. O halde, bu probleme karşı etkin bir önlem gereklidir.
- İkincisi, kanban kartlarının sayısı öyle bir noktaya erişebilir ki, bu noktada sistem, yönetilmesi çok güç bir hal alabilir.
- Üçüncüsü, tipik olarak, kullanımdaki her tür kanban için bir miktar bekleme zamanı gerekmektedir. Bekleme zamanı uzadıkça, üretim sistemini çalışır halde tutmak için gereken stok miktarı da çoğalır. Eğer ihtiyaçları (yani kartları) üretim akışına ters yöndeki iş merkezlerine veya tedarikçilere yollamak için, bunları elle taşımak yerine elektronik kanban kullanılırsa, bekleme zamanı tamamen ortadan kalkabilir.
- Dördüncü olarak, iş merkezleriyle işlem arasındaki mesafelerin çoğunlukla uzun olduğu durumlarda, elektronik kanban, akışa ters yöndeki çalışanlara, daha boş taşıyıcı kendilerine teslim edilmeden önce, erken bir uyarı yapar.
- Son olarak, bileşenlerin sayısı arttıkça, alıcı için tedarikçilerle rutin bir iletişim kurma ihtiyacı doğabilir. Elektronik kanbanın getirdiği yararlar şunlardır;
 1. Kartların yollandığı metoda göre, iş görme zamanının kısalması,
 2. Bilgilerin iletilmesiyle ilgili hataların azalması,
 3. Sipariş miktarlarındaki değişikliklere daha hızlı cevap verilebilmesi.

İşletmelerinin elektronik kanbanı benimsemelerinin başka sebepleri de vardır. Örneğin, geleneksel yöntemde malzeme hareketlerini her çıkış noktasında izlenmektedir. Buna karşın elektronik kanban, süreci bir monitörde görüntüleyerek, işletme içinde malzeme peşinde koşmaya son verir. Ayrıca, elektronik kanbanın gerçekleştirdiği anında transfer ile, işlendiği an çizelgeleme sistemlerini ve iş merkezleriyle ilgili diğer faaliyetlerin hemen güncelleştirebilmesidir.

Satıcılar, alıcı firmanın elektronik kanbanına bağlandıklarında, iki taraf açısından üç önemli karşılıklı yarar ortaya çıkar;

Birincisi, bilginin çizelgelenmesini ve planlamasını iyileştirmesidir. Elektronik kanban, tedarikçilerin, malzeme hareketleri gibi alıcı kayıtlarını güncelleştirmelerine yardımcı olur. Bu sistem aynı zamanda, tedarikçilerin zamanında teslimlerinin incelenmesi için gereken, birlikte bilgi çekme kapasitesini sağlar.

İkinci yarar, etkin ve titiz bir ödeme yöntemi olmasıdır. Nakliye miktarları görüşüldüğü için, alıcılar her nakliye işleminin ne kadar malolduğunu ve ne kadar alındığını tam olarak bilirler. Böylece, alıcı şirketler, tedarikçilere tam tutarı hemen havale edebilirler.

Üçüncüsü, elektronik kanban, sipariş işleme ile ilgili kırtasiye işlerini büyük ölçüde azaltabilir ve böylece, yalnız verimli değil, aynı zamanda etkin bir sistem oluşturur.

Yukarıda bahsedilen büyük yararlarına ek olarak, elektronik kanban; süreç gecikmelerinin ortadan kaldırılması, düzgün bir dengeleme yapılması ve parçaların küçük miktarlarda üretilmesi yoluyla üretim çevrimini önemli derecede kısaltmaya yardımcı olabilir. Bunun ötesinde elektronik kanban kullanımı, boş taşıyıcıların taşınması ve üretim iş merkezlerine geri getirilmesi ile ilgili gecikmeleri ortadan kaldırabilir.

2. Telsiz kanban. Müşteri taleplerini karşılayabilmek için, üretim sistemlerini esnek olması gerekir. TZÜ sistemlerinin önemli bir parçası olan hücresel üretim sistemleri, üreticilerin müşteri ihtiyaçlarına sürekli destek sağlamak üzere yer değiştirebilen iş merkezlerine sahip esnek tesisler tasarımlarına ve bunları işletmelerine imkan tanır. Ne var ki, esnek iş merkezlerini işletmek, elektronik kanban kullanan firmalar için büyük bir zorluk verir. Elektronik kanbanı desteklemek için, on-line bilgisayar sistemlerinin kullanılması, çoğu zaman birçok problemle sonuçlanmaktadır.

Bu problemlerden ilki, iş merkezini kabloyla döşemenin, sert duvarlar, beton zemin, tezgahların yerleşim düzeni, alan sınırlamaları veya iş merkezindeki elektrik tesisatının veya aşırı titreşimlerin iletim kablolarını etkileyerek bilgisayar mesajlarına karışması ve bunları bozması gibi, iş merkezinin yerleştirme şartlarından dolayı, çok zor veya imkansız olabilmesidir.

İkincisi, kabloların iş merkezlerinin esnekliğini/hareket kabiliyetini azaltmasıdır; çünkü bu yöntemde fabrika zemini kablolarla döşenmektedir.

Üçüncüsü, yeniden kablo döşeme, üretimi durdurma ve bilgisayar ağının çalışır hale gelmesi için gerekli bağlantıların yapılmasını bekleme gibi kayda değer maliyetlerin ve üretkenlik kayıplarının ortaya çıkmasıdır.

Telsiz kanban, bu problemleri ortadan kaldırabilir ve böylece herhangi bir özel yerleşim düzeni için hiçbir yeniden kablo döşeme işlemine gerek olmayacağından, iş merkezlerinin esnekliğini artırır. Elektronik kanbanın sağladığı faydaların telsiz kanbanın kullanımıyla daha yüksek değerlerde elde edileceği de açıktır. Örneğin, verimlilik; çevrim zamanının

kısaltılması, malzeme hareketlerinin azaltılması ve işçilerin çeşitli işler arasında gidip gelme zamanlarının kısaltılması ile arttırılmaktadır. Telsiz kanban, her sipariş için kesin bir teslim zamanı tespit ederek, sistemde sipariş önceliklerinin belirlenmesi işlemlerini de iyileştirir. Telsiz kanban, siparişlerin miktarları ve zamanlamalarındaki hataları en aza indireceğinden, yanlış anlaşmalardan kaynaklanabilecek eksik parça üretimi vb. karşılayabilmek için sistemde tutulan beklenmedik durum stoklarının seviyesi azaltılır. Üretim taleplerini karşılamak için takım ve tertibata, taşıyıcılara, stoklara, işgücüne, eğitime ve alana yapılan büyük yatırımlar da azaltılmaktadır. Sipariş belgelerinin hazırlanması ve işlenmesi ve teslim çizelgelerinde gerekli düzeltmelerin yapılması için, önemli ölçüde zaman ve kırtasiye gerekmektedir. Telsiz kanban, hem alıcılar hem de tedarikçiler için kırtasiye işlerini ortadan kaldıracak ve böylece verimli ve etkin bir sistem oluşturacaktır. Telsiz kanbandan beklenen avantajlar Çizelge 4.2’de özetlenmiştir (Gülsün, 1998).

Çizelge 4.2. Telsiz kanbanın avantajları

Kanban Faaliyeti	Avantajlar
Esneklik	Şu kaynaklardaki esnekliği artırır: iş hücreleri, ekipman , takım ve tertibatlar, iş gücü ve yönetim.
Verimlilik	Çevrim zamanı, stok seviyesini, malzeme iletimini, tesis maliyetini ve işçilerin işler arasındaki hareket zamanını azaltarak verimliliği artırır.
Üretkenlik	Üretkenliği artırır çünkü yeniden kablo döşeme ve bunun için üretimi durdurma / aksatma gibi işlemler toktur.
Çevrim zamanı	Çevrim zamanını azaltır. Üretimin küçük parti büyüklüklerinde yapılması ve elde tutulması , daha az süreç içi iş ve daha kısa üretim ön süreleri ile sonuçlanır.
Öncelik belirleme	Teslim tarihleri, her siparişle ilgili özel kısıtları ve her siparişin şartlarını açık olarak belirterek sistemde sipariş önceliklerinin belirlenmesi işlemlerini iyileştirir.

Stoklar	Çoğunlukla siparişlerin miktar ve zamanlamaları ile ilgili olarak ortaya çıkabilecek yanlış anlaşmalar için tutulan beklenmedik durum stoklarını azaltır.
Sipariş zamanı	Ürüne bir değer katmayan faaliyetler veya sistemde aynı faaliyetlerin gereksiz yere bir defadan çok yapılmasını en aza indirerek sipariş işleme zamanını azaltır.
Yatırım	Üretim taleplerini karşılamak için takım ve tertibata, taşıyıcılara, stoklara, işgücüne, eğitime ve iş yeri alanına yapılması gereken yatırımları azaltır.
Maliyet	Malzeme iletimi, stok, takım ve tertibat ve taşıma maliyetlerini ve genel masrafları azaltır.
İşgücü	Malzeme iletimi, görülen işleri ve yönetim hizmetlerini azaltarak gerekli işgücü ve personeli azaltır.
Kırtasiye	Sipariş işlemleri için yapılan kırtasiye işlerini azaltır. Ayrıca, kayıt tutma ve siparişlerin ve görülen işlerin belgelenmesini azaltır.

4.2.8 Kanbanların kullanımı

Kanban sisteminin işleyiş mekanizması, çekme ve üretim-sipariş kanbanlarının süreç içinde nasıl kullanıldığının incelenmesi ile açıklık kazanacaktır. Bir sonraki süreçten başlamak üzere, kanban kullanımındaki başlıca aşamalar aşağıda özetlenmiştir:

1. Sonraki üretim sürecinin taşıyıcısı, yeterli sayıda çekme kanbanı ve forklift ya da jipe yerleştirilmiş boş paletlerle (konteynır) bir önceki sürecin stok noktasına gider. Bu işlem; ya daha önceden belirlenmiş zaman aralıklarında, ya da kutuda (kabul kutusu) belirli sayıda çekme kanbanı biriktiğinde tekrarlanır.
2. Sonraki sürece ait taşıyıcı, stok noktasından parçaları çektiğinde, paletlerdeki parçalara yapıştırılmış olan üretim-sipariş kanbanlarını çıkararak (her palete tek bir kanban yapıştırılır) kanban kabul kutusuna bırakır. Ayrıca boş paletlerde bu istasyonda önceden belirlenmiş yere bırakılır.

3. çıkarılan her üretim-sipariş kanbanının yerine bir çekme kanbanı yapıştırılır. Bu iki tip kanbanın değiştirilmesinde çekme kanbanı ve üretim-sipariş kanbanı üzerindeki bilgilerin tutarlılık açısından kontrol edilmesi gereklidir.
4. Sonraki üretim sürecinde çalışma başladığında çekme kanbanı, çekme kanbanı kutusuna bırakılır.
5. Önceki üretim sürecinde üretim-sipariş kanbanları, kanban kabul kutusunda ya belirli bir zaman noktasında ya da belirli sayıda üretim yapıldıktan sonra toplanır ve bu kartlar üretim sipariş kanbanı kutusuna bırakılır. Bu işlemde, stok noktasında kartların çıkarılış sırası aynen korunur ve bu sırayla kartlar kutuya yerleştirilir.
6. Üretim-sipariş kanbanlarının kutudaki sırasına göre parça üretimi gerçekleştirilir.
7. Tüm süreç boyunca, fiziksel birimlerin kanbanla birlikte hareket etmesi gereklidir.
8. Önceki süreçte fiziksel üretim tamamlandığında, parçalar ve üretim-sipariş kanbanı stok noktasına yerleştirilir. Böylelikle sonraki üretim sürecinin taşıyıcısı herhangi bir zamanda gelip parçaları alabilecektir.

Birbirini izleyen süreçler arasında bu şekilde bir kanban zincirinin sürekli varolması gereklidir. Sonuç olarak; her süreç sadece gereken parçaları, gereken zamanda ve gereken miktarda alacaktır. Kanban zinciri, her süreçte üretimin çevrim zamanına uygun olarak gerçekleştirilmesi yoluyla hat dengesinin sağlanmasına da yardımcı olacaktır (Acar, 1995).

4.2.9 Kanban Kullanımındaki Kurallar

Kanban sisteminin etkin bir şekilde işleyebilmesi için çok sıkı bir disiplinin gerektiği açıktır. Bu disiplin, kanban kartlarının kullanımı ile ilgilidir. Bu disipline olan ihtiyaç ayrıca, iyi belgelenmiş üretim süreçlerine olan ihtiyacı ve işlemlerin farkında olan ve bu işlemleri takip etmek için motive olmuş iyi eğitilmiş bir grup çalışana olan ihtiyacı göz önüne sermeye yardımcı olur. Kanbanların kullanımında TZÜ'ü sağlayabilmek için uyulması gerekli kurallar şöyle sıralanabilir (Gülsün, 1998).

Kural 1. *Hatalı parçalar, hiçbir zaman bir sonraki üretim sürecine geçirilmemelidir.*

Bu kuralın uygulanamaması halinde Kanban sistemi işlerliğini kaybedecektir. 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 (Acar, 1995).

Hatalı ürün üretmek demek; malzemeyi, araçları ve işgücünü boşa harcamak demektir. Bu, harcamaların en büyüğüdür ve her endüstride görülen maliyeti azaltma amacına karşıdır. Eğer

hatalı bir ürün bulunursa, gerekli ölçümler yapılarak bir daha hatalı ürün üretilmemeye çalışılır. Hataları engellemek için tamamlanan faaliyetlere göre ilk kural hatalı parçaların sonraki işlemlere gönderilmemesidir.

İlk kuralın incelenmesi şunları gösterir:

- Hatalı ürün üreten işlem, hemen bu ürünü bulmalıdır.
- Bu işlemdeki problem hemen herkesin dikkatini çekmiştir. Eğer bu problem çözülmezse, bir sonraki işlem durabilir veya işlem hatalı ürünlerle dolar. Buna göre işletmeciler ve yöneticiler, hatayı önleyecek işlemler üzerinde çalışmalıdır.

Bu kurallara titizlikle uymak için, hatalı ürünler üretildiğinde, tezgahlar otomatik olarak durmalı ve işçiler işlerini bırakmalıdır. Bu, bir dokunuşla çalışmaya başlayan otomasyon kavramıdır.

Eğer hatalı ürünler, iyi ürünlerle karışmışsa bunların yerleri hemen değiştirilmelidir. Eğer hatalı ürünler yan sanayi tarafından sağlanıyorsa, bunların sipariş kartlarının değiştirilmemesi gerekir. Bunlardan, bir sonraki siparişte hasarlı parçaların kesin miktarını belirtmesi istenir. İşlemler arasındaki parçaların sağlam olma garantisi yoksa, kanban sistemi kendiliğinden bozulur (Gülsün, 1998).

Kural 2. *Sonraki üretim süreci, önceki süreçten gerekli parçaları, gerekli miktarlarda ve gereken zamanda çekmelidir (Acar, 1995).*

Bu kurala göre bir sonraki işlem, parça ve malzeme çekmek üzere şu andaki işleme gelir. Eğer şu andaki işlem bir sonraki işleme parça ve malzemeyi gerekli olmadığı halde üretiyorsa, bir kayıp oluşur. Bu kayıp; zaman kaybı, fazla parça miktarından doğan kayıplar, varolan yöntemin yeterli olduğunu bilmeden yeni yöntemler arama gibi kayıplardan oluşur. Kesin durumu bilmeden, uygulanan yöntemlerin oluşturduğu darboğazlar da kayıp oluşturur. En kötü kayıp, gereksiz şeyler üretildiği için gerekli şeylerin üretilmemesi durumunda ortaya çıkar.

Bu çeşit israfların önlenmesi için 1. kural uygulanır. Bu kuralı uygulamak için neler yapmalıyız? Eğer birinci kurala titizlikle uyararak, bir sonraki işleme hatalı ürün geçmemesini sağlarsak, bulunduğumuz işlem kendi içinde gelişen bozuk ürünleri tespit edebilir. Diğer kaynaklardan bilgi almaya gerek yoktur. İşlem sağlam parça ve malzemeler üretebilir (Gülsün, 1998).

Çok basit görünmekle birlikte, Kural 2 aslında üretim sisteminin tümüyle değiştirilmesi

anlamına gelir. Bu kuralın uygulanabilmesi için, üst yönetimin, daha önceki üretim, taşıma ve teslimat akış yönünü değiştirmeye karar vermesi gereklidir ve bu oldukça kritik bir karardır.

Bu kuralın uygulanabilmesi için aşağıda belirtilen kuralların da birlikte uygulanması gereklidir:

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

Bu noktada, kanban sisteminin uygulanabilmesi için, üretim sisteminde yerine getirilmesi gereken bazı ön koşulların incelenmesi gereklidir. Kanban uygulanmasına geçmeden önce bir işletmede;

- Üretim hızının zaman boyutunda dengelenmesi,
- Süreçlere ilişkin yerleşim planlarının revize edilmesi,
- Üretim yöntemlerinin standardizasyonu,

gereklidir.

Özellikle günlük üretim miktarlarının dengelenmesi, başka bir anlatımla, üretim miktarının günden güne değişmemesi, Kural 2'nin uygulanabilmesinde en önemli koşuldur. Diğer taraftan, sadece kural 2'nin uygulanması, tam zamanında üretimin gerçekleştirilmesi için yeterli olmayacaktır, çünkü kanban yalnızca her süreçte günlük üretimi belirleyen bir yükleme aracından başka bir şey değildir.

Aslında Kanban sistemi üretim planlamanın en son aşaması olan üretim kontrol ya da çizelgeleme aşamasında kullanılmak üzere geliştirilmiş bir sistemdir.

Bu nedenle, kanban uygulamasına geçmeden önce, işletmede ana üretim planlama ya da bütünleşik planlama sisteminin büyük bir titizlikle kurulmuş olması gereklidir. Bu şekilde, gerek işletme içindeki üretim birimleri, gerekse satıcılar planlama ufku boyunca dönemler bazında gerçekleştirilecek üretim miktarları hakkında bilgi sahibi olabileceklerdir (Acar,1995).

Kural 3. *Önceki üretim süreci sonraki süreç tarafından çekilen miktar kadar üretim yapmak zorundadır (Acar, 1995).*

Bu kuralın ifade ettiği bir sonraki işlem tarafından çekilmiş miktar kadar üretmek düşüncesi, kural 2 den çıkartılabilir. kural 3, kural 2 nin bir uzantısıdır (Gülsün, 1998).

2 ve 3 no'lu kurallar yerine getirildiğinde, tüm üretim süreçleri bir konveyör hattı gibi birleşmiş olacaktır. Süreçler arasında üretim zamanlarının dengelenmesi ise bu iki kurala uyularak sağlanacaktır. Üretim süreçlerinden herhangi birinde bir problem olması halinde tüm hattın durması söz konusu olabilecek ancak süreçler arası denge yeniden sağlanacaktır.

Toyota Üretim Sistemi, bu tür ideal bir konveyör hatlı yapıyı benimsemektedir ve kanban bu hat üzerinde süreçlerin birleştirilmesi amacıyla kullanılmaktadır.

Sonuç olarak, süreçler arasında bulunan envanterlerde önemli bir azalma olacaktır (Acar, 1995).

Bu kural, işlemin kendi yaratıcılığını en aza indirmesi gereken bir ortamda uygulanabilir. Bu sebeple, şu şartlara dikkat edilmelidir:

- Kanban sayısından daha fazla üretim yapma,
- Kanbandan alınan sıraya göre üretim yap.

Yalnızca bu işlem kurallarının uygulanmasıyla 3.kural uygulanabilir.

Konveyör hattının ortaya çıkmasıyla işlemlerin standartlaşmasına ve maliyetin düşürülmesine katkıda bulunmuştur (Lu, 1989). Sonraki üretim işlemi, ufak kafielerde düzgün üretim hızı sağlamak isteyeceğinden, önceki işlemde tezgah hazırlık işlemlerinin, sonraki aşamanın sıklaşan taleplerine cevap verebilecek şekilde hızlandırılması gerekir. Bu durumda, önceki işlemde tezgah hazırlık işlemlerinin çabuklaştırılması gereklidir (Gülsün, 1998).

Kural 4. Kanban sayısı en azlanmalıdır.

Toplam kanban sayısı, sistem içindeki süreç içi envanter düzeyini belirlediği için, TZÜ ortamında amaç bu sayıyı mümkün olan en alt düzeyde tutabilmektir.

Toyota uygulamasında kanban sayısını değiştirme yetkisi her sürecin ustabaşısına verilmiştir. Eğer ustabaşı, sorumlu olduğu süreçte kafiye büyüklüğünü azaltıp çevrim zamanını kısaltabilirse, kanbanların sayısı da azalacaktır. Ancak bir süreçte kafiye büyüklüğünün ve dolayısıyla çevrim zamanının azaltılabilmesi için tezgâh hazırlama işlemlerinin kısaltılması gereklidir. Bu bağlamda, üretim süreçlerinde sürekli iyileştirmeler yapma çabalarının sürdürülmesi kural 4'ün uygulanmasına yardımcı olacak ve kural 4'ün gerçekleştirildiği noktada süreç içi envanterler sıfırlanacaktır. Ancak bu da idealize edilmiş bir hedeftir ve uygulamada sadece bu hedefe yaklaşmak söz konusu olacaktır (Acar, 1995).

Kanban uygulamalarında, günlük ortalama talepte bir artış olduğunda çevrim zamanlarının

kısaltılması gereklidir. Bu ise, hat üzerinde işgücü atamalarında bazı düzenlemeler yapılmasını gerektirecektir. Ancak, üretim hattı bu tür düzenlemeleri yapabilecek esnekliğe sahip değilse, bir sonraki işlemin isteklerini karşılamayabilir. Artan talep koşullarında ya üretim tamamen duracak ya da fazla mesai yapılacaktır.

Kanban sisteminde, üretim hatlarının, talepte olabilecek %10-12 dolayındaki dalgalanmaları, toplam kanban sayısını değiştirmeden karşılayabilecek esneklikte yapılanmaları gerekmektedir. Esneklik ise, yine süreçte iyileştirmeler yapılarak sağlanacaktır.

Bu tür bir esnekliğin sağlanmadığı ortamlarda ise, toplam kanban sayısını ya da güvenlik stoku düzeyini arttırarak talep artışlarına uyum sağlamak mümkündür.

Talebin azalması durumunda ise, standart operasyonlar çevrim zamanının arttırılması gerekecektir. Ancak bu durumda ortaya çıkacak boş zamanın önlenebilmesi için, üretim hattındaki işçi sayısının da azaltılması söz konusu olacaktır (Acar, 1983).

Kural 5. *Kanban, talepteki ufak dalgalanmalar karşısında üretim hızını ayarlamak amacıyla kullanılmalıdır.*

Yani, sistem tekrarlı üretim durumuna uygundur ve bu sistemle talepteki büyük değişimlere uyum sağlanamaz.

Talep dalgalanmaları karşısında üretim hızının kanbanla ayarı, bu sistemin en önemli özelliklerinden birisidir. Kanban sisteminin bu özelliği, kanban dışı bir üretim kontrol tekniği kullanılan sistemlerde gözlenen problemlerin incelenmesiyle daha iyi anlaşılacaktır. Bu tür sistemlerde, üretim çizelgelerinin merkezi olarak belirlenmesi nedeniyle ani talep değişimleri karşısında tüm üretim birimlerine ayrı ayrı gönderilen çizelgelerin değiştirilebilmesi için en az 7-10 günlük bir süre gerekecektir.

Diğer taraftan, Kanban sisteminin kullanıldığı ortamlarda üretim çizelgeleri sadece son üretim istasyonuna gönderilmektedir ve diğer tüm istasyonlar, ne üreteceklerini üretim kanbanının konteynırdan ayrılması ile öğrenirler. Bu durumda, üretim miktarındaki olası değişikliklerin son istasyondan geriye doğru yansıtılması mümkün olabilmektedir. Değişikliklerin yansıtılmasında kullanılan araç ise kanbandır. Değişikliklerin anında önceki süreçlere aktarılmasında kullanılan araç kanbandır.

Ancak, kanbanla üretim hızının düzenlenmesi, talebin belli büyüklükteki değişimleri için geçerlidir. Toyota sistemine göre, talepte %10-12 dolaylarında bir değişme olduğunda, toplam kanban sayısını değiştirmeden kanban transfer hızını değiştirerek üretim hızını ayarlamak

mümkün olabilmektedir.

Talepte daha büyük mevsimsel dalgalanmalar olması halinde ise, üretim hatlarının yeniden düzenlenmesi gerekir. Bu durumda, her üretim aşaması için çevrim zamanları ve işgücü sayılarının yeniden hesaplanması gerekmektedir. Aksi takdirde, her kanban için toplam sayının azaltılması ya da çoğaltılması şarttır. Ancak, talebin yıl boyunca gösterdiği dalgalanmalar karşısında, üst yönetimin kesin ve kalıcı bir stratejiyi baştan belirlemesi ve diğer düzenlemelerin bu strateji doğrultusunda ele alınması çok önemlidir. Bu noktada üst yönetimin değerlendirebileceği iki seçenek söz konusudur:

- Yıllık toplam satış büyüklüğünün dönemler itibarıyla dengelenmesi; üretim hızının belirli ölçüde sabit tutulması,
- Yıl içinde talebin değişimlerinden etkilenebilecek tüm üretim hatlarının yeniden düzenlenebilmesine olanak verecek esnek bir planın hazırlanması; üretim hızının dönemler bazında değiştirilmesi.

Klasik üretim planlama probleminde de söz konusu olan bu seçeneklerin Kanban sisteminin uygulandığı ortamlarda da, baştan belirlenmesi ve sistemin diğer elemanlarının doğrultusunda geliştirilmesi gereklidir (Acar, 1983).

Kural 6. İşlemi Dengele ve Düzenle.

Hatalı ürünleri bir sonraki işleme göndermemeyi içeren 1.kuralda otomasyonun önemi belirtilmişti. Eğer hatalı ürünler kavramını, hatalı parçalardan daha geniş olarak hatalı işçiliği dahil ederek açıklarsak, 6.kural kolay anlaşılır bir hal alır. Hatalı işçilik, işin yeterli derecede dengelenip, düzenlenmemesinden oluşur. Gereksiz, sebepsiz yere kullanılan iş yöntemleri ve iş saatleri, hatalı parçaların üretimine sebep olur. Bu sorun çözülmeden bir sonraki işlemin yüksek maliyetle gerçekleştirilip gerçekleştirilmeyeceği belli değildir. İşlemi düzenleme ve standartlaştırma çabaları, otomasyonun başarılı uygulamaları için bir anahtardır. Üretimde eşitleme, gerçekten etkili olabilmesi için bu çeşit bir desteğe ihtiyaç duyar.

Bu 6 kuralı inceleyebilmek için çok zaman gerekir. Eğer kanban sistemi bu kurallar olmadan uygulanırsa, yeterli şekilde işleyemez.

Kanban sistemini iyi çalışır hale getirmek için, harcanacak çaba büyük olacaktır. Kanban için uygun ortamı kurmak ve kanban kartlarının disiplinini korumak, yüksek derecede TZÜ teknikleri uygulamakla mümkündür (Gülsün, 1998).

4.2.10 Çekme Sistemlerinde Toplam Kanban Sayısının (TKS) Belirlenmesi

Kanban sistemi üretim süreçlerinin bir önceki 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 gerekmektedir.

Bilindiği gibi envanter kontrol sistemleri iki temel sınıfta toplanmaktadır:

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

Sabit sipariş miktarı sistemlerinde, sipariş miktarları (kafile büyüklükleri) sabit olup, daha önceden belirlenmiştir. Envanter düzeyi, yeniden sipariş noktasının (ön süre boyunca tahmini kullanım miktarı) 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 siparişten sonraki kullanım miktarı ile ön süre boyunca beklenen tahmini kullanım miktarının değerlendirilmesi gereklidir. Kanban sisteminde, sonraki süreçte stoklanacak parça sayısının belirlenmesi ile zaman boyutunda her çekme noktasında önceki sürece gönderilecek toplam kanban sayısının hesaplanmasında bu iki temel envanter modelinden yararlanılır.

Toyota' da kullanılan iki değişik çekme sistemi burada tanımlanan iki farklı envanter sistemine karşılık gelirler:

- Sabit kafile büyüklüğü değişken çevrim zamanlı çekme sistemi,
- Sabit çevrim zamanlı değişken kafile büyüklüklü çekme sistemi.
- **Sabit kafile büyüklüklü, değişken çevrim zamanlı çekme sistemi**

Toyota' da işletme içinde genelde sabit kafile büyüklüklü sistem kullanılırken, satıcılarla ilişkilerde sabit çevrim zamanlı çekme sistemi kullanılmaktadır. İşletme içinde imalat süreçleri bazında ön sürelerin ve süreçler arası uzaklıkların kısa olması ve imalat süreçlerinin yeterli düzeyde geliştirilmiş olması sabit kafile büyüklüklü çekme sisteminin kullanılabilmesini kolaylaştırmaktadır.

Ancak, satıcılar için durum daha farklıdır. Yan sanayi işletmelerinde ön sürelerin uzunluğu, fiziksel olarak ana sanayiye uzaklık gibi etmenler sabit çevrim zamanlı çekme sisteminin kullanımını zorunlu kılmaktadır.

• **Sabit katile Büyüklüklü Çekme Sisteminde Kanban Sayısının Hesaplanması**

Toyota da sabit katile büyüklüklü sistemin uygulanmasında üç farklı yaklaşım tanımlamak mümkündür.

1. Katile büyüklüğünün fazla olduğu ve tezgah hazırlık işlemlerinin yeterince iyileştirilemediği dolayısıyla hazırlık zamanlarının yüksek olduğu ortamlar için:

Toplam kanban Sayısı:

$$= \frac{\text{Ekonomik katile büyüklüğü} + (\text{ortalama günlük talep} \times \text{emniyet katsayısı})}{\text{Konteynır Kapasitesi}} \quad (3.1.)$$

2. Tezgah hazırlık işlemlerinin yeterince kısaltıldığı ve süreçler arası uzaklığın kısa olduğu ortamlarda;

Toplam Kanban Sayısı:

$$= \frac{\text{ortalama günlük talep} \times \text{önsüre} \times (1 + \text{emniyet katsayısı})}{\text{Konteynır Kapasitesi}} \quad (3.2)$$

Burada

Ön süre = İşlem zamanı + bekleme zamanı + taşıma zamanı + kanban toplama zamanı

3. Tam zamanında üretim için ideal ortam, her sürecin tek bir parçayı üretilip bir sonraki istasyona birer birer aktardığı ve ekipman ya da süreçler arasında 1 parçalık güvenlik stoğunun bulundurulduğu ortamdır. Bu durum ise tam anlamıyla eşzamanlı imalatın gerçekleşmesiyle mümkündür.

Bu ortamda

Emniyet katsayısı = 0

Bekleme zamanı = 0

Kanban toplama zamanı = 0

Konteynır 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 sayısının hesaplanması aşağıda verilmiştir:

Toplam Kanban Sayısı:

$$= \frac{(ortalama\ günlük\ talep) (\ddot{U}\ddot{C}Z + \ddot{O}S + ES)}{Konteynır\ Kapasitesi} \quad (3.3)$$

$\ddot{U}\ddot{C}Z$: Üretim (sipariş) çevrim zamanı (kanban çevrim zamanı),

$\ddot{O}S$: Ön süre = (işlem + bekleme + taşıma + kanban toplama) zamanları,

ES : Emniyet stoku (zaman birimi cinsinden),

Bu formülün uygulanmasında, aşağıda belirtilen tanımların göz önünde bulundurulması gereklidir.

- **Üretim çevrim zamanı** : Üretim hattına bir iş emrinin gönderilmesi ile bir sonraki iş emrinin gönderilmesi arasında geçen (gün) süredir. Bu süre aynı zamanda kanban çevrimi olarak da tanımlanır.
- **İşlem zamanı** : İş emrinin gönderilmesi ile üretimin tamamlanması arasında geçen (gün) süredir. 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 verilmesi arasında geçen (gün) süredir. Bu süre; i) çekme kanban kutusu ii) kanban kabul kutusu ve iii) üretim-sipariş kanbanı kutularındaki toplam kanban sayısına karşılık gelmektedir.
- **Emniyet stoğu süresi** : Bu süre atölyede bulundurulan emniyet stoğu düzeyine karşılık gelir. Emniyet stoğu genellikle makine arızaları ya da hatalı ürünlere karşı bir önlem alabilmek amacıyla bulundurulur.

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

Emniyet stoğu süresi ise, belirlenen emniyet stoğu düzeyinin üretimi için gerekli olan süredir. Bu ortamda katile büyüklüğünün hesaplanması şöyledir.

$$Kafile\ Büyüklüğü = (Üretim\ Kanbanı\ Sayısı) \times (Konteynır\ Kapasitesi)$$

Burada;

Üretim Kanbanı Sayısı = Son kart toplama zamanından sonra normal kart toplama zamanına kadar geçen süre içinde çıkarılan üretim kanbanı sayısıdır (Acar, 1997).

4.2.11 Üretkenlik Artışı Sağlayan Bir Teknik Olarak Kanban

Eğer kanban işlemleri takip edilirse, süreç içi stoklar her bileşen parça için çıkarılan kartların yardımı ile kontrol edilebilir. Bunun sebebi, her kartın bir standart taşıyıcı ile bağlantılı olması ve taşıyıcı boyutları ve atölyedeki kart sayısı bilindiğinde, sistemdeki stok düzeyinin basit bir hesaplamayla bulunabilmesidir.

O halde, belirli bir parça için düzenlenen kanban kartlarının sayısı azaltılarak, süreç stok düzeyi düşürülebilir. Öyle ki, eğer stok seviyeleri yeterince düşürülürse, iş merkezinde malzeme biter ve süreç durur. Bu, bütün hattı durdurur ve sistemi en az stok düzeyinde çalıştırabilmek için çalışan sayısının arttırılması, hazırlık zamanlarının kısaltılması veya süreçlerin yeniden tasarlanması vb. şekillerde büyük çaba gösterilmesi gerekir.

Gereğinden fazla stok, sistemin yapısında bulunan sorunları ve üretim sürecindeki verimsiz kaynakları gizler. Stok düzeylerinin azaltılmasıyla üretimdeki sorunlar su yüzüne çıkar ve aşama aşama ortadan kaldırılır.

Üretim sürecinde geriye doğru kanban akışı izlenirse, sonunda (sürecin bir yerinde), hammadde ile ya da satın alınmış parçalarla karşılaşılır. Bu, hemen akla kanban sisteminin yan sanayi firmalarına kadar nasıl uzatılabileceği sorusunu getirir. İlk anda bu firmalardan haftalık ya da daha uzun aralıklarda gerçekleşen malzeme alımının miktarını arttırmayı düşünebiliriz.

Ancak bu, TZÜ felsefesinin temel amaçlarından biri “stok birikimini en aza indirmek” koşulunu zedeler. Yapılması gereken; kanban sürecinin işletme dışına, yan sanayi firmalarına kadar genişletilmesidir. Bu sürecin işlemesi, işletme dışındaki satıcıların gereken miktarda ve düzenli dağıtımlar yapmasına bağlıdır. Bu da ancak, yan sanayi ile yakın ilişkilerin kurulması ve bu işletmeler ile TZÜ sisteminin organizasyonunun sağlanması için gerekli bilgi alış-verişinin yapılmasıyla sağlanır. Etkili işleyebilmesi için, karşılıklı güvene dayanan ortaklıklar kurmak gerekir (Gülsün, 1998).

4.2.12 Kanban Sisteminin İşlemesi İçin Gerekli Varsayımlar

Daha önce de bahsedildiği gibi, kanban sisteminin verimli ve etkili bir şekilde işleyebilmesi için, bazı kuralların takip edilmesi gerekmektedir. Bu kurallarla bağlantılı olarak, kanban sisteminin işlediği üretim sisteminin yapısı ile ilgili bazı temel varsayımlar mevcuttur. Bu varsayımlar:

1. Her “günlük montaj çizelgesi” diğer günlük çizelgelere benzer olmak zorunda olduğundan, ana üretim çizelgesinin sabit bir zaman periyodu için (en azından bir aylık zaman için) dondurulabilmesi kesinlikle gereklidir. Son montaj çizelgesinin de çok kesin ve sabit olması gerekir. Herhangi bir büyük sapma, üretim sistemi boyunca bir dalgalandırma etkisi gösterecek ve üretim akışına ters yöndeki iş merkezlerinin daha fazla parça stoku tutmalarına sebep olacaktır. Üretim sisteminin tekrarlı üretim sistemi modeline uyum sağlaması gereklidir.
2. Bir karma model sisteminin etkin olarak çalışabilmesi için, üretim sürecinin bütün kademelerinde gerekli niteliklere ve kapasiteye sahip olunması gerekir. Karma model üretim ve montajı, bağımsız iş merkezlerinde sık sık değişiklikler ve hazırlıklar yapılmasını zorunlu kılmaktadır ve dolayısı ile her iş merkezindeki hazırlık zamanları mümkün olduğunca az olmalıdır. Ayrıca, parçaların montaj hattına tüketildikleri miktarlarda gelmelerini temin etmek için bütün işlemlerin birbirleriyle dengelenmesi gerekir.
3. Tesis yerleşimi, bütün işlemleri son montaj hattına bağlayabilmek ve böylece taşıma zamanlarının kısaltılması ve iş merkezleri arasındaki bağımlılıkların dikkate alınabilmesi için, tekrarlı üretim olmalıdır. Her iş merkezinin bir giren ve bir de çıkan malzeme stok noktası olmalıdır ve her parçanın iş merkezleri arasındaki akışı sabit bir rotaya göre gerçekleşmelidir. Sistem, tam kapasitenin altında bir değerde çalışacak şekilde tasarlanmalıdır; böylece, problemler çıkması durumunda belirli bir esnekliğe sahip olunabilir.
4. Kanban için temel bir gereklilik de, çok yönlü işçiliktir. Böyle bir işgücü, çalışma organizasyonunda çok esneklik sağlar; işçiler farklı tezgahları işletebilir ve farklı işlemleri yerine getirebilirler. Bu esneklik, üretim kontrolcülerinin işçilerin yerlerini değiştirmek suretiyle münferit iş merkezlerinin kapasitelerini değiştirebilmelerine imkan tanır. Ancak çalışanların buna razı olması ve katılması bazen zor olabilmektedir, hatta aslında, Japon olmayan şirketlerin birçoğu bunu, üretim tesislerinde kanban sistemini yürütmedeki büyük bir engel olarak değerlendirmektedirler.

4.2.13 Kanban Sisteminin Avantaj ve Dezavantajları

4.2.13.1 Avantajları

1. Doğru parça kontrolü. İstenen parçaların, istenen zamanda, istenen miktarda elde edilmesi anlamına gelir. Kanban, sadece ihtiyaç duyulduğunda istenen miktarda parçanın üretimini başlatmak suretiyle, parça kontrolünü sağlar.
2. Stok düzeyini azaltır. Bir sonraki işlem bir önceki işlemde gerekli zamanda, gerekli miktardaki gerekli ürünleri çektiği ve bu işlemde, sonraki işlem tarafından çekilmiş miktarlarda üretim yaptığı için süreç içi stok miktarı azalmıştır.
3. Kaliteyi geliştirmek. Stokları azaltmak suretiyle kanban kalite gelişimine yardım eder. Stoklar seviyeleri aşağı çekilir ve geri dönüşü hızlandırılırsa, kalite; gizli kusurlar, bozukluklar, eski yöntem ve mühendislik değişiklikleri tarafından daha az etkilenecektir.
4. Genel giderlerin azalması. Merkezi depoları bırakmak suretiyle depolama maliyeti azalır. Parça miktarları azaldığı için de taşıma maliyeti azalır. Kanban, atölyede elle kontrol edilebildiği için geniş eleman kadrosu ve büyük bilgisayar sistemlerine gerek duymaz. Kanban sayısı sabittir ve kartlar yeniden kullanılabilir; çok az veya hiç taşıma gerektirmez. Bu yüzden stok hareketini izlemek ve kontrol için atölyede bulunan binlerce raporu izlemek ve kontrol etmek azaltılır veya ortadan kaldırılabilir.
5. Müşteri hizmeti gelişir. Kanban sayıları ve ön süreler doğru hesaplandığında, parçalar için gerekli işlem süresi hiçbir zaman aşılmaz. Bu da bize teorik olarak sıfır ön hazırlık zamanı ile herhangi bir zamanda herhangi bir montajı yapma imkanı sağlar. Sonuç olarak, müşterinin istediği şeyi, istediği zamanda ve miktarda vermek suretiyle müşteri tatmini artırılır.

4.2.13.2 Dezavantajları

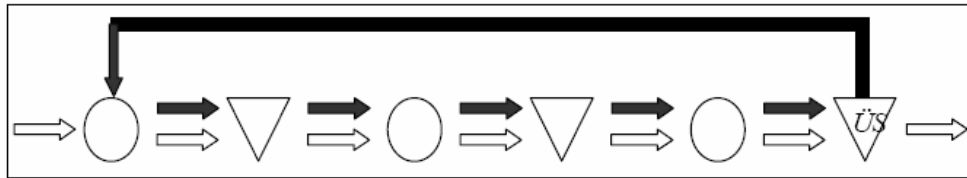
1. Kanban, tekrarlı üretim sistemi içindir. Tekrarlı olmayan üretim sistemlerinde bazı değişiklikler, geliştirmeler yapılmadan başarılı olamaz.
2. Sağlam bir çizelge, standart taşıyıcılar ve sıkı bir disiplin gereklidir. Düzensiz değişimlere ya da piyasadaki talepte meydana gelen beklenmedik değişikliklere kolayca yanıt veremediği için, esnek olmadığı söylenebilir. Yan sanayi ile büyük bir işbirliğine ihtiyaç vardır.
3. Modern işlem teknolojilerine önem verir ve yeni metotlar, takım ve teçhizat bulunması için oldukça fazla miktarda yatırıma gereksinim duyar (Gülsün, 1998).

4.2.14 CONWIP Sistemleri

Son zamanlarda Kanban'a alternatif olarak CONWIP kavramının ağırlık kazandığı görülmektedir. CONWIP kavramının altında yatan düşünce bir iş hattın ayrılırken, yeni bir işin sisteme tanıtılmasıdır. CONWIP'de itme ve çekme beraberce kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, yeni işler, farklı parça sayıları ile belirli bir proses içi stok oluşuncaya kadar sisteme tanıtılabilirler. Bu sebepten dolayı hattaki proses içi stok seviyesi sabittir ve farklı seviyelerde ayarlanabilir (Nomak ve Durmuşoğlu, 2003).

CONWIP, kanbanın genelleştirilmiş şeklidir. Kanban gibi, CONWIP sistemleri de sinyaller ile çalışır. CONWIP sisteminde, kartlar tüm üretim sistemini kapsayan bir devre üzerinde dolaşırlar. Bir kart, hattın başında bekleyen parça konteynırına iliştilir. Konteynır üretim boyunca tüketilir ve hat sonunda kart konteynırdan ayrılarak hattın başına başka bir parça konteynırına iliştilmek üzere kart sırasına gönderilir. Bir kanban sisteminde, her bir kart belirli bir ürünün üretimi için işaret olarak kullanılır. *CONWIP üretim kartları üretim hatlarına atanır, doğrudan belirli bir ürüne atanmaz.* Parçalar hattın başında kartlara atanır. Hangi parçanın hangi karta atanacağı, bir gecikmiş (backlog) işler listesine göre yapılır. Hattın ilk istasyonunda üretim başladığı zaman üretimde tüketilecek parçalar için bir kart sıradan ayrılır ve gecikmiş işler listesindeki hammadde hazır ilk sıradaki iş ile eşleşir.

Şekil 4.9.'da görüldüğü gibi, bir parça serbest bırakıldığında, bitmiş ürün halini alıncaya kadar işlenir ve son stok alanında müşteriye gönderilmek üzere hazır hale geldiğinde, zincirde yer alan ilk iş istasyonuna diğer parçanın yüklenmesi için izin verilir. Şekilde görülen beyaz oklar parçanın hareketini ve siyah oklar da serbest bırakma yetki çevrimini göstermektedir.



Şekil 4.9. CONWIP Kontrolü (Şenyılmaz, 2006)

Gecikmiş işler listesinin bakımı ve güncellenmesinin sorumluluğu üretim ve envanter kontrol görevlisindedir. Gecikmiş işler listesindeki birçok giriş ana üretim programına göre yapılacaktır. Diğer girişler, beklenmeyen siparişlerin alınması ile birlikte listeye eklenmesi şeklinde olacaktır. Hiçbir şekilde (üretimi hızlandırmak adına bile olsa) bir üretim kartsız başlamaz ve buna izin verilmez.

Hat üzerindeki tüm süreç merkezlerinde kullanılan sıralama kuralı “ilk gelen ilk hizmet görür”dür (first come first served – FCFS). Diğer bir deyişle, en küçük sisteme giriş zamanına sahip olan iş ilk başlar. Tek istisna çok yüksek önceliği olan rework işlemleridir.

CONWIP sisteminin parametreleri şunlardır:

m, kart sayısı. Bu parametre sistem içinde maksimum WIP seviyesinin belirlemek içindir.

q, üretim kotası. Bu parametre belirli bir periyot için hedeflenen üretim miktarını gösterir.

n, ileriye dönük olarak maksimum iş miktarı. bir periyot içinde $q + n$ kadar miktar üretilmiş ise, hat diğer üretim periyodu başlayana kadar duracaktır.

r, kapasite yoksatma tetiği. Bu parametre t 'ye bağlı gerçek üretim miktarı fonksiyonudur. Tetik fonksiyonu, ek bir kapasitenin kullanılması gerektiğini gösterir (örneğin fazla mesai programlanmalıdır).

Bu bahsedilen parametrelerin optimizasyonu hali hazırda süren çalışmaların bir amacıdır. Optimal değerlerin bulunması, ekonomik trade-off'larında göz önünde tutulması ile olacaktır. n ve/veya m 'nin artırılması, yüksek stok seviyeleri oluşturacağı gibi müşteri hizmet seviyesini yükseltecektir. q 'nun artırılması ise düşen hizmet seviyelerinde beklenen gelirleri artıracaktır. CONWIP uygulamaları için, kanban uygulamacıları tarafından önerilen yaklaşım şu şekildedir; stok parametreleri olan n ve m 'i optimal seviyelerinden daha yüksek olarak sistemde tanımlayın, fazla mesai durumlarında bu parametreleri göreceli olarak azaltın.

Bazı durumlarda, CONWIP bir girdi-çıkı kontrol sistemi olarak düşünülebilir. CONWIP, bir fabrika ortamında girdi-çıkı kontrol uygulamaları için pratik bir metot sağlar.

CONWIP hattındaki kaynaklar darboğazlara göre düzenlenir. Hat üzerinden istenilen çıktıyı elde etmek için yeterli kaynakların bulunduğu varsayımı yapılırsa, doğru sayıda karta sahip bir CONWIP sistemi sadece darboğazları meşgul edecek kadar WIP'yi taşıyacaktır. Eğer iş darboğazın arkasında yığılmaya başlarsa, kart hattın sonuna taşınmayacak, yeni işe başlanmayacaktır. Diğer yandan, eğer darboğaz işini çok hızlı bir şekilde bitirirse kartlar çok hızlı bir şekilde sisteme girecektir.

4.2.14.1 CONWIP ile Kanban Sisteminin Karşılaştırılması

Bu bölümde CONWIP sistemini tek üretim hattı için kanban ve çekme bazlı üretim kontrol sistemleri ile karşılaştıracacağız. CONWIP kanban sisteminden üç şekilde ayrılır:

- parça sırasını belirlemek için bir gecikmiş işler listesinin kullanılır,
- kartlar parçalara değil iş istasyonlarına atanır,
- üretim hattın başında bir kartla başlamasına rağmen istasyonlar arası akış çekme şeklidedir.

4.2.14.2 CONWIP Sisteminin Avantajları

1. CONWIP, kanbandan daha geneldir.

Birçok üretim ortamı, bir kanban sistemi kurmak için uygun değildir. Özellikle, birçok farklı parça üreten üretim hatları, kanban kontrollü üretim sistemlerinde ciddi problemler ile karşı karşıya kalırlar. En basitinden, her bir parça için standart bir konteynırın sığdırabileceği yeterli alanı bulmak çok güçtür, böyle bir alan bulunsa bile WIP seviyeleri gerektiğinden daha yüksek olacaktır.

CONWIP birçok farklı durum için bu problemi çözer. Çünkü CONWIP sisteminde kullanılan geciken işler listesi hangi parçanın hangi sırada üretilceğinin kontrolünü yapmaktadır. CONWIP sisteminde WIP her bir parça için tutulmaz.

Önemli ölçüde hazırlık sürelerinin elimine edilemediği üretim ortamlarında kanban sisteminin genellikle uygun olmadığı düşünülür. Diğer yandan CONWIP sisteminde parça üretim sıraları belli olduğu için hazırlık süreleri de planlama sürecine dahil edilebilmektedir.

Gecikmiş işler listesinin kullanımı, işlerin sıralanmasının bir üretim kontrol sorumlusu tarafından yapılabilmesine olanak tanır. Bu, sıralamanın iş istasyonlarınca yapılmasını öngören kanban sistemi ile terstir. Sıralamalar, eğer işler için farklı öncelikler söz konusu ise kontrol edilme gereği duyulabilir.

Yapılan çalışmalar göstermiştir ki; aynı üretim koşulları altında aynı çıktı miktarını CONWIP sistemleri daha düşük WIP stokları ile elde etmişlerdir. Bunu belirgin bir darboğaz ile görmek mümkündür. Bir kanban isteminde, WIP darboğazdan sonra gelen iş istasyonunda oluşurken, CONWIP sisteminde WIP stoğu darboğaz istasyonunda oluşur. Bundan dolayı, CONWIP sistemi darboğazların daha yüksek kullanım oranları ile çalıştırmaya çalışır, bu da bir kanban sistemi ile karşılaştırıldığında daha fazla çıktı üretilmesini sağlar.

Bir üretim hattının kontrolü için hem kanban hem de CONWIP aynı özellikleri taşırlar. Kanbanın birçok çevresel ve fiziksel etkileri CONWIP sistemi içinde de görülebilir. Bu

etkileri çoğu WIP stoğunun kontrolü ile ilgilidir. WIP'nin düşük seviyelerde tutulması şu faydalı etkilere sahiptir:

- Kalite problemlerinin erken farkına varılması şansı artar. Eğer WIP stok seviyeleri düşükse, akış zamanı da düşer. Eğer süreç problemlı ürünler üretiyorsa, süreç sahibi daha fazla hatalı ürün üretmeden problemi kaynağında çözer.
- Üretim sisteminde daha az bir karmaşıklık söz konusudur. WIP seviyeleri düşükse, sürecin bir sonraki işi için gerekli bir WIP'yi aramakta harcanan zaman daha az olacaktır. Parçaya stokta beklerken zarar vermek yada şeklini bozma şansı azalacaktır.
- Azaltılmış WIP makine hataları, ürün hataları, kayıplar, hırsızlıklar ve gerekli beklemler gibi problemleri örtemeyecektir.

Kısacası, eğer kanban sistemi iyi bir sistem ise, CONWIP kanban sisteminin iyi yanlarını birçok durum için gösterebildiği için daha iyi bir sistemdir.

2. CONWIP, çekme sisteminden daha etkindir.

Eğer fabrika en yüksek olası çıktı oranların da çalıştırılmak isteniyorsa, CONWIP sistemi çekme sisteminden daha üstün bir sistemdir. Pratikte, bir tesisi dolu kapasiteye yakın çalıştırmak zordur, çünkü kapasiteyi önceden belirlemek zordur.

CONWIP'in çekme sistemi üzerindeki bir avantajı şudur. Eğer kapasitenin üstünden bir üretim yanlışlıkla planlanmış ise CONWIP sistemi planlamacılara daha esnek karar verebilecekleri bir ortam sağlar. Çekme sistemi hata fark edildiği zaman WIP ile tıkanacaktır. Diğer taraftan, CONWIP sistemi başlayabilmek için uzun bir gecikmiş işler listesine sahiptir. İş listesini manipüle etmek, WIP stoğunu manipüle etmekten daha kolaydır.

CONWIP sistemi içindeki kartların geri bildirimi sayesinde üretim hattının performansı yakından takip edilebilir, böylece de fazla WIP stoğun önüne geçilmiş olunur. Hat beklenenden daha düşük bir kapasite ile çalıştığı durumlar için bu geribildirim sistemini “doğal bir kapasite kontrolü” olarak düşünebiliriz.

CONWIP ayrıca itme sistemlerinde ortaya çıkan, aşağıda döngüsü anlatılan ve “fazla mesaili tehlikeli döngü – overtime vicious cycle” olarak bilinen problemin etkilerini de azaltacaktır.

Üretim planlama verilen bir periyotta üretim için kapasite gereksinimini hesaplar ve bu değeri satış departmanına raporlar. Darboğazlardaki olası üretim zamanları, (a) bakım-onarım, (b)

operatör verimsizliği, (c) hazırlık süreleri, (d) bozulmalar, (e) rework gibi kayıplarda düşünülerek hesaplanır. Satış personeli, üretim planlamadan gelen kapasite bilgisini müşteri siparişleri ve talep tahminleri ile doldurur ve ana üretim programını oluşturur (MPS). İşler MPS'den MRP sistemi ile fabrikaya iletilir. Ortaya verilen işemri miktarı ortalama kapasiteye eşit olacaktır. Bazı nedenlerden dolayı düşünülmeyen yada düşünülmesine rağmen sapması beklenenden fazla gerçekleşen darboğaz merkezleri tıkanacaktır.

Darboğazın tıkanmasından sonra sisteme verilen her iş WIP seviyesini artıracaktır. WIP düzeyi artarsa, akış süreleri de artacaktır. Akış süreleri artarsa, işler geç kalmaya başlayacaktır. Süreç içindeki tüm işler tıkanacak ve müşteri şikayetleri başlayacaktır. Yönetim geciken işleri yoluna sokmak için fazla mesailere başvuracaktır. Bu döngü, üretim planlama sorumlusunun mevcut kapasite konusunda sürekli iyimser davranması ile daha da kötüleşecektir.

CONWIP sisteminde, kapasiteyi aşan siparişlerin sisteme sokulma isteği azalacaktır çünkü fazla kapasite gerekliliği daha erken görünebilecektir. WIP stoğu sabit kaldığı sürece, akış sürelerinin tahmin edilmesi daha olası olacaktır. Böylece zamanında bitirilemeyecek işleri görmek de kolaylaşacaktır. Bu gibi durumlar olduğu zaman fazla mesai hala gerekli olacaktır ama üretim ortamı çekme sisteminde ki gibi tıkanmalar yaşamayacaktır.

Benzer bir konuda düşük öncelikli işlerin programlanmasıdır. Birçok vakada, üretim hattı düşük öncelikli üretimleri yapmaktan gereksiz yere meşgul durumda kalır. Bu da üretim hattının yüksek öncelikli üretimler için yeterli kapasiteyi ayıramamasına neden olur. İtme sistemlerinde, üretim kontrol elemanı düşük öncelikli üretimlerin programlanıp programlanamayacağına karar vermek için kapasite projeksiyonu yapmak zorundadır. İtme sistemlerinde düşük öncelikli işler darboğaz istasyonların gerçekleşen kapasiteleri hakkında bilgi sahibi olunmadan programlanır. CONWIP sistemlerinde bu duruma daha az rastlanır, çünkü üretimini yöneten kartların gelişleri hattın gerçek hızı ile kontrol edilirler (Şenyılmaz, 2006).

5. DEĞER AKIŞ YÖNETİMİ

Yalın üretimin başlangıç noktası, değerın müşterinin perspektifinden tanımlanmasıdır. Bunun ardından değer akışının belirlenmesi gelir. Değer Akışı, her ürün için esas olan ana akışlar boyunca bir ürünü meydana getirmek için ihtiyaç duyulan, katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetlerin bütünüdür. Daha sonra bu değer akışının önünde akışı engelleyen her türlü engellerin 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 (Şahin, 2005)

Her ürün için geçerli olan akışlar şunlardır:

1. Hammaddeden müşteriye üretim akışı,
2. Kavramdan kurulumla tasarım akışı (ürün geliştirme süreci) (Rother ve Shook, 1999).

Değer akış yönetimi, sistematik veri toplama ve bunların analiz edilmesiyle oluşturulan değer akış haritaları yardımıyla yalın yaklaşımı temel alan gelişmeleri planlama sürecidir. Değer akış haritalama ise, değerın hammadde halinden müşteriye ulaşıncaya kadarki akışını görselleştiren bir metottur (Şahin, 2005).

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 akışı yönetimi, insanların daha hızlı veya daha fazla çalışmaları değil, müşteri talebine ayak uyduracak şekilde malzemenin üretim sistemi boyunca akmasını sağlayan bir sistem kurmaktır (Şahin, 2005).

Değer akışı 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 planları uygulamak (Durmuşoğlu, 2003).

Değer akışı bakış açısı, tek tek prosesler üzerinde değil büyük resim üzerinde çalışmak ve sadece parçaları değil bütünü iyileştirmek demektir. Eğer gerçekten bütüne bakar ve hammaddeden müşteriye tüm yolları izlerseniz, bir çok işletmeden ve firmadan geçen bir değer akışını takip etmeniz gerekecektir. Fakat, bu büyüklükte bir akışı haritalandırmak başlangıç için çok fazla ve zordur.

Bu çalışmada gelecek durumun tasarlanabileceği ve doğru bir uygulamanın başlayacağı fabrika içinde “kapıdan-kapıya” üretim akışını ele alınır. Bu akış fabrika müşterisine teslimatı ve yan sanayi parçalarının ve malzemelerinin teminini de içerir. Bu seviye, haritalama ve yalın uygulama çalışmalarına başlamak için çok uygun bir seviyedir.

Yalın uygulama tecrübesi ve kendine güven arttıkça, çalışmalar fabrika seviyesinden son kullanıcıya kadar olan daha üst seviyedeki değer akışı üzerinde yaygınlaşabilir. Ayrıca, büyük şirketlerde, ürünün değer akışı aynı şirketin birden fazla işletmesinde geçiyorsa, diğer işletmelerden geçen değer akışı kapsayan haritalama çalışmalarının yaygınlaştırılması çok hızlı gerçekleştirilmelidir.

Değer akışı haritalandırma, ürünün geçtiği değer akışı boyunca oluşan malzeme ve bilgi akışını görmenize ve anlamanıza yardımcı olan bir kağıt kalem tekniğidir. Değer akışı haritalandırma ile anlatılmak istenen çok basit bir şeydir; müşteriden tedarikçiye ürünün üretim yolunu izlemek, malzeme ve bilgi akışında yer alan her prosesi dikkatli bir şekilde sembollerle çizmek. Daha sonra, bir dizi kritik anahtar soru sorarak akışın nasıl akması gerektiğini gösteren “gelecek durum” haritasını çizmek.

Bunu tekrar tekrar yapmak, değer ve özellikle israf kaynaklarının nasıl görüleceğini öğretmenin en kolay ve bilinen en iyi yoludur.

Değer akış haritalamanın sağladığı avantajlar şöyle sıralanabilir:

- Üretimdeki tek bir prostesten, montaj, kaynak vb., daha fazlasını görmeye yardım eder. Akışı görebilirsiniz.
- İsraftan daha fazlasını görmeyi sağlar. Haritalandırma, değer akış yollarındaki israf kaynaklarını görmeye yardımcı olur.
- Üretim prosesleri ile ilgili ortak bir konuşma dilinin oluşmasını sağlar.
- Akışla ilgili kararlar görünür olduğu için onlar tartışılabilir. Aksi takdirde, sahada alınan bir çok kararlar ve detaylar hatalı olabilir.
- Yalın kavramlar ile teknikleri birbirine bağlar.

Uygulama planı için temel oluşturur. Değer akışı haritaları, “kapıdan kapıya” bütün akışın

nasıl işleyeceğinin tasarlanmasına yardım ederek yalın uygulama için birer plan oluştururlar.

- Bilgi ve malzeme akışları arasındaki ilişkiyi gösterir. Başka hiçbir araç bunu yapamaz.
- Katma değer yaratmayan adımlar, temin süresi, kat edilen mesafe, stok seviyesi gibi sayısal değerler üreten bir çok nicel teknikten ve yerleşim planı hazırlamaktan daha faydalıdır. Değer akışı haritalandırma, akışı yaratmak için işletmenizi nasıl çalıştırmanız gerektiğini çok detaylı bir şekilde tanımlamayı sağlayan nitel bir araçtır. Rakamlar aciliyet hissi yaratmak veya önce ya da sonra ölçümleri için iyidir. Değer akışı haritalandırma ise o rakamları değiştirmek için neler yapacağınızı tanımlamak için iyidir (Rother ve Shook, 1999).

Değer akışı haritalandırmanın anlaşılması için 5 temel sorunun cevaplanması gerekir. Bu sorular ne, neden, kim, ne zaman ve nerede sorularıdır. İlk olarak değer akışı haritalandırma nedir? sorusuyla başlanmalıdır. Değer akışı haritalandırma, planlama ve üretimdeki tüm faaliyetlerin tanımlanmasını sağlayan görsel bir yönetim aracıdır. Haritalandırma hem katma değerli hem de katma değersiz faaliyetlerin kolaylıkla farkedilebileceği şekilde yapılır. Değer akışı haritalandırmanın ilk adımı mevcut tüm faaliyetleri kaydetmektir. Bu aşamada cevaplanması gereken ikinci soru akla gelir, değiştirilecek bir süreç için neden bu kadar ayrıntılı bir biçimde ele alma zahmetine katlanılmaktadır? Çünkü katma değeri olmayan faaliyetler genellikle organizasyon içinde fark edilmezler, mevcut süreç içinde gizlenmişlerdir. Kaydedilen bu faaliyetlere bu sayede gelecek ay, yıl ya da 5 yıl sonra tekrar dönülüp bakılabilir, bir gelişme olup olmadığı gözlenebilir. Değer akışı haritalandırmayı kimin yapacağı da önemlidir. Seçilen ürün ailesinin öncelikli liderleri bu sürecin içine katılmalıdır. Ürün ailesi yada değer akışı liderleri yapılacak geliştirmelerden sorumlu kişilerdir. Bu nedenle mevcut durumu çok iyi anlamaları gerekmektedir. Mevcut durumun çok iyi bir şekilde anlaşılması mevcut durum haritasının oluşturulmasıyla sağlanır. Bir harita daha oluşturulur. Bu harita gelecek durum haritası adını alır ve sürecin nasıl olması gerektiğini gösterir. Ne zaman sorusunun cevabı net değildir. Çünkü değer akışı haritalandırmanın bir organizasyonda ne kadar sıklıkla yapılması gerektiği oluşturulan mevcut durum haritasından yola çıkılarak bulunmalıdır. Son soru olan nerede sorusu çok önemlidir. Diğer bir ifadeyle, değer akışı haritası nerede geliştirilmelidir? Değer akışı haritası sürecin gerçekleştiği üretim alanında geliştirilmelidir. Yüzlerce metre uzaklıktaki bir ofiste geliştirilen değer akışı haritası etkin olmayacaktır. Fikirler ve tahminler gerekli kararları vermek için yeterince doğru olmayacaktır. Önerilen, değer akışı haritalandırma takımı üyelerinin üretim alanına gidip,

gerekli verileri kendilerinin toplamaları ve incelemeleridir (Öz, 2005).

Değer akışı haritalandırma gelişmelerin görsel bir şekilde ifade edilmesine yardım eder. Değer akışı haritalandırma sadece malzeme akışı olarak algılanmamalıdır. Değer akışı haritalandırma; malzeme akışını, elde bulundurulmuş envanteri ve malzeme akışının gerçekleşmesini sağlayan bilgi akışını içerir. Organizasyonda üretilen farklı ürün yada ürün aileleri için birçok farklı değer akışı haritası çizilebilir. Değer akışı haritalandırma tüm ürünleri ayrı ailelere sınıflandırır. Bu sınıflandırma her çeşit israfların farkedilmesine, tanımlanmasına ve değer akışından elenmesine yardım eder. Değer akışı haritalandırmaya genellikle ürün ailelerinden birinin seçilmesiyle başlanır (Öz, 2005).

Odaklanmanın tek bir ürün ailesi üzerine olması gerekmektedir. Müşteriler tüm ürünler ile değil kendi spesifik ürünleri ile ilgilenirler. Bu nedenle üretim alanından geçen her şeyi haritalandırmak gerekmez. Küçük ve tek ürünlü bir fabrika olmadıkça, bütün ürün akışlarını tek bir fabrikada göstermek oldukça karmaşık olacaktır. Değer akışı haritalandırma, tek bir ürün ailesi için, fabrika içinde kapıdan kapıya, proses adımları boyunca yürümek ve onları çizmek demektir.

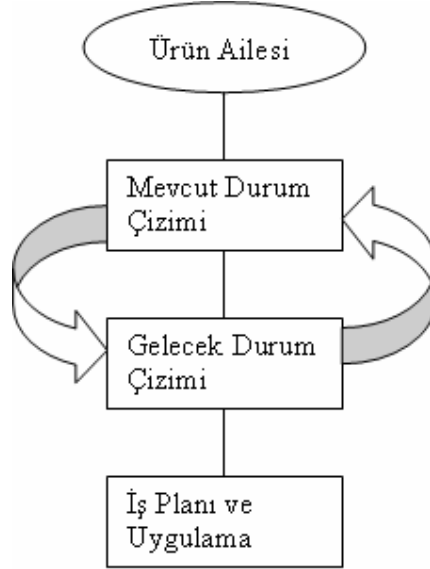
Ürün aileleri, değer akışının müşterisi açısından tanımlanır. Bir ürün ailesi, benzer proses adımlarından geçen ve özellikle üretimin son aşamalarındaki proseslerde ortak ekipman kullanan ürünler grubudur. Genel olarak, partiler halinde bir çok ürün ailelerini tanımlaya çalışılmamalıdır. Seçilen ürün ailesinin ne olduğunu, ürün ailesi içinde kaç tane farklı bitmiş parça numarası olduğunu, müşteri tarafından ne kadar ve ne sıklıkla istendiği açıkça yazılmalıdır (Rother ve Shook, 1999).

Bütün değer akışları aynı anda haritalanmamalıdır. Değer akışı haritalandırmadan yararlanmak için gerçekten uygulanacak bir değer akışını haritalandırarak üretim alanında kullanılmalıdır. Değer akışında değişiklikler planlanıyorsa, öncelikle gelecek durum haritasının çizildiğine emin olmak gerekir. Eğer yeni bir üretim prosesi tasarlanıyorsa, yada yeni bir çizelgeleme sistemi düşünülüyorsa değer akışının gelecek durumu haritalandırılmalıdır (Rother ve Shook, 1999).

İkinci adım seçilen ürün ailesinin tüm üretim sürecinin haritalandırılmasıdır. Oluşturulan değer akışı haritasına tüm yalın üretim teknikleri uygulanarak, organizasyonun nasıl işlemesi gerektiği bulunur. Örneğin 5S'in nasıl uygulanabileceği, hazırlık sürelerinin nasıl düşürülebileceği, çekme sisteminin ve kanbanların nasıl yönetileceği görülür. Burada önemli olan hangi değer akışının seçileceğidir. Seçim belli bir ürün ailesinin bir boyutundan küçük

olanlar yada müşteriye özel olanlar şeklinde belirlenen kısıtlamalar yardımıyla yapılabilirken, önerilen üretim süreçlerindeki farklara bakılarak seçimin yapılmasıdır (Öz, 2005).

Değer akışı haritalandırma Şekil 5.1.'de gösterilen adımları takip eder. Hedef, yalın bir değer akışı tasarlamak olduğu için “Gelecek Durum Çizimi”nin ön plana çıkartılmasına dikkat etmek gerekir. Gelecek durum olmaksızın mevcut durum fazla işe yaramaz.



Şekil 5.1. Değer akışı haritalandırmanın adımları (Rother ve Shook, 1999).

Değer akışı haritalandırma, değer akışını geliştirmeyi amaçlayan kararları uygulamaya sokmaya yardımcı olacak üretim süreci ile ilgili ortak bir dil yaratır.

Değer akışı haritası malzeme ve bilgi akışının nasıl işlemesi gerektiğini çizimlerle göstererek yalın üretimin uygulanmasını sağlar.

Değer akışı haritalandırma iki kısma ayrılır:

1. Büyük resim haritalandırma
2. Detaylı haritalandırma

Detaylı haritalandırmaya geçmeden önce tüm süreçteki kilit özellikleri gösteren büyük resim haritalandırması yapmak yararlı olacaktır.

Büyük resim haritalandırma:

- akışı,
- israfların nerelerde olduğunu,
- yalın üretim tekniklerinin entegre edilmesini,

- uygulama takımında kimlerin olması gerektiğini,
- fiziksel akış ile bilgi akışının nasıl olduğunu

göstermeyi sağlar.

Akışı görselleştirmek, organizasyon içinde nerede ve ne zaman, malzeme ve bilginin aktığını görme yeteneği sağlar. Organizasyonda yedi çeşit israf oluşabilir:

1. Gereğinden fazla üretim: Zayıf bilgi yada malzeme akışı, ve fazla envanter sonucunda çok fazla yada çok erken üretim yapmaktır.
2. Hatalı üretim: Kağıt üzerinde yapılan sık hatalar yada malzeme kalitesi problemleri hurda, yeniden işleme ile sonuçlanarak teslimat performansını düşürür.
3. Gereksiz envanter: Gereğinden fazla depolama, ve bilgi yada ürünlerdeki gecikmeler fazla envanter ve maliyet ile sonuçlanarak müşteri hizmetlerini zayıflatır.
4. Uygunsuz operasyon: Daha basit bir yaklaşımın etkin olarak kullanılabileceği halde yanlış araçlar, prosedürler yada sistemler kullanılarak yapılan operasyonlardır.
5. Gereğinden fazla taşıma: İnsan, bilgi yada malzemenin gereğinden fazla taşınması sonucunda zaman ve para kaybı oluşur.
6. Beklemeler: Çalışanların, bilginin yada malzemenin uzun süre boş beklemesi zayıf akış ve uzun temin süresine neden olur.
7. Gereksiz hareketler: Ergonomik olmayan işyeri tasarımları gereksiz uzanma, eğilmelere ve sık sık parça kaybına neden olur.

Üretim sürecini genel bakışla tanımlamak için büyük resim haritalandırma kullanılır.

- Müşteri istekleri tanımlanır.
- Bilgi akışı haritalandırılır.
- Fiziksel akış haritalandırılır.
- Fiziksel ve bilgi akışı ilişkilendirilir.
- Yukarıdaki bilgileri görselleştirerek ve toplam temin süresi, katma değerli zamanını gösterecek şekilde zaman çizgisi çizilerek harita tamamlanır.

Müşteri gereksinimlerinin belirlenmesi sırasında ürün ailesi için müşteri talebi (ne zaman, nerede, kaç adet ve ne kadar sıklıkta), üretilecek parçalar, paketleme gereksinimi ve envanter bilgileri toplanmalıdır.

Bilgi akışı, müşteri ile ilgili satış tahminlerinin organizasyona nasıl geldiği ve tedarikçilere sipariş tahminlerinin nasıl verildiğini içerir.

Fiziksel akış organizasyon içi hammadde, parça ve işlemlerle ilgilidir. Talep edilen

hammadde ile ilgili olarak teslimat sayısı, miktarı, paketlenme ve temin süresi bilgileri toplanır. İşlemlerle ilgili olarak işlem süresi, makina bozulma zamanları, envanter depolama noktaları, muayeneler, yeniden işleme, çevrim süresi, hazırlık süresi, operatör sayısı ve bir günde çalışılan saat bilgileri her işlem için toplanır. Fiziksel ve bilgi akışını ilişkilendirme adımı için çizelgeleme, iş emirleri, bir problem doğduğunda nasıl müdahale edildiği bilgisi bilinmelidir. Haritayı tamamlamak için, haritanın en altına temin süreleri ve katma değerli süreleri eklemek için bir zaman çizgisi çizilir.

Detaylı haritalandırma “büyük resmin” tamamlanmasından sonra yapılır. Çizelge 5.1.’de detaylı haritalandırmanın yapılmasında kullanılacak 7 araç anlatılmıştır. Bu araçlar sistemdeki israfların bulunmasına yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

Değer akışı haritalandırma’da bir sonraki adım gelecek durum haritasının çizilmesidir. Gelecek durum haritasını oluşturmak için Çizelge 5.2.’de yer alan 8 soru cevaplanmalıdır. İlk 5 soru gelecek durumu haritalandırmadaki temel konularla ilgilidir. Sonraki 2 soru kontrol sisteminin detayları, heijunka gibi teknik uygulama detaylarıyla ilgilidir. Bu sorular üretim karması, sipariş verilme zamanı gibi haritalandırma dışındaki detayları tanımlar. Son soru gelecek durum haritasını uygulamaya sokabilmek için yapılması gereken aktiviteleri (kaizen) tanımlamakla ilgilidir.

Çizelge 5.1. Detaylı değer akışı haritalandırma araçları (Öz, 2005).

Detaylı değer akışı haritalandırma araçları	Aracın tanımlanması	Aracın kullanılmasıyla azaltılması hedeflenen israflar
Süreç faaliyetlerini haritalandırma	Süreçleri, operasyon, taşıma, muayene, gecikme, depolama ve bilgi alışverişinin olması olarak sınıflandırır. Gereksiz faaliyetleri elemeye, faaliyetleri basitleştirmeye ve birleştirmeye, israfları azaltmak için operasyonların sırasını değiştirmeye çalışır.	Bekleme, taşıma, uygunsuz işlemler, gereksiz hareketler, gereksiz envanter
Tedarik zinciri yanıt matrisi	Optimum stok seviyesi ve kritik temin süresi kısıtlarını hesaplar. İstenilen temin süresinine ulaşabilmek için gerekli stok seviyesini hesaplar.	Bekleme, gereksiz envanter, gereğinden fazla üretim

Ürün çeşitliliği hunisi	Üretim sürecinin her adımındaki değişkenlerin sayısını haritada gösterir. Tedarik zincirinin nasıl işlediğini anlamaya yardımcı olur, karmaşıklıklara işaret eder. Üretim aşamalarının nerelerine müdahale edilmesi gerektiğini, stok azaltımı için hedef noktaları, buffer stokların yerlerini tanımlamaya yardımcı olur.	Uygunsuz operasyonlar, gereksiz envanter
Kalite filtresi haritalandırma	Kalite problemlerinin nerelerde var olduğunu tanımlar, hataları; ürün, hizmet yada organizasyon içi hurda olarak sınıflandırır. Her hata tedarik zinciri boyunca haritalandırılır. Organizasyon içi ve dışı kalite seviyeleri tanımlar.	Hatalı ürünler
Talep arttırımı haritalandırılması	Miktar, zaman grafiği Organizasyonun tümü yada tedarik zinciri boyunca kullanılır. Kamçı etkisinin altını çizer. Talep artarken parti çizelgeleme politikalarının ve envanter seviyesi belirleme kararlarının nasıl değiştiğini göstermek için kullanılır.	Gereksiz envanter, gereğinden fazla üretim, beklemler
Karar noktası analizi	Değer akışının nerede itmeden çekmeye geçmesi gerektiğini belirler. Bu noktalardan sapmalar olduğunda ne yapılması gerektiğini gösterir.	Gereğinden fazla üretim, bekleme, gereksiz envanter
Fiziksel yapı haritalandırma	Değer akışına genel bakış açısı sağlar. Acil çalışma yapılması gereken alanlara odaklanılmasını sağlar.	Taşıma, gereksiz envanter

Çizelge 5.2. Gelecek durumun çizilmesine klavuzluk edecek sorular (Öz, 2005).

	Gelecek Durum Soruları
Temel	1. Takt süresi ne? 2. Üretim bitmiş mamul süpermarketine mi, yoksa direk sevkiyata mı üretim yapacak? 3. Nerelerde kesintisiz akış ile üretim yapılabilir? 4. Değer akışında çekme sistemi için kullanılacak süpermarketin kurulmasına gerek var mı? 5. Değer akışında çizelgeleme yapılacak nokta hangisi olacak?
Heijunka	6. Üretim emri verilecek operasyonda üretim karması nasıl seviyelendirilecek? 7. İşteki hangi artışlar pacemaker hücreden düzenli olarak duyurulacak?
Kaizen	8. Hangi süreçlerde geliştirme gerekli?

Çoğu durumda hızlı bir şekilde uygulamaya sokulacak, mantıklı bir gelecek durum haritası, bu soruları doğru bir şekilde kullanarak tasarlanabilir. Buna rağmen, karmaşık üretim hatlarının yer aldığı bazı durumlarda ayırık olay simülasyonu gibi analiz araçlarının kullanılması gerekli olabilir (Öz, 2005).

5.1 Mevcut Durumun Haritalanması

Yalın düşünce anlaşıldıktan sonra, ikinci adım malzeme ve bilgi akışının gösterildiği mevcut durum haritasının oluşturulmasıdır. Bu adımda amaç seçilen değer akışı yada ürün ailesi için tam ve gerçek verilerin toplanmasıdır. Bu nedenle daha önce yapılan çalışmalara güvenmek yerine üretim alanına gidip bu verilerin toplaması daha doğru olacaktır. Bunun yanında mevcut durum haritasının oluşturulması tek başına yapılacak bir çalışma değildir, bir takım çalışması olmalıdır (Öz, 2005).

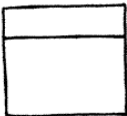
Değer akış haritası, bir ürün ailesinin değer akımı için malzeme ve bilgi akışının görsel bir sunumu olduğundan, prosesleri geliştirmek için bir araç olarak kullanılması kaçınılmazdır. Bir prosesi geliştirmek için öncelikle onu gözlemek ve anlamak gerekir. Prosesin mevcut

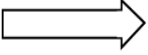
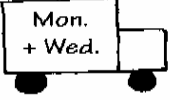
durumunu haritalama, akışın önünü tıkayan israfların açık bir resmini ortaya koyar. Böylece israfların tespit edilmesini ve ortadan kaldırılmasını kolaylaştırmış olur (Şahin, 2005).

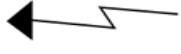
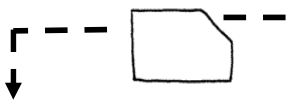
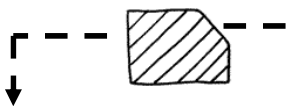
5.1.1 Değer Akış Haritalamada Kullanılan semboller

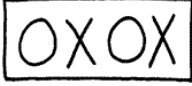
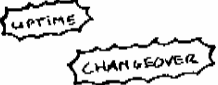
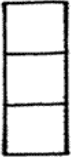
Değer akış haritalamada kullanılan semboller Çizelge 5.3.'de gösterilmiştir. Bunlara ilave olarak uygulayıcılar kendi sembol/ikonlarını geliştirebilirler. Fakat bunların işletme içerisinde tutarlı olması sağlanmalıdır. Böylece herkes yalın üretime geçmek için ihtiyaç duyulan haritaların nasıl çizileceğini ve okunacağını bilecektir (Rother ve Shook, 1999).

Çizelge 5.3. Değer Akışı Haritası Sembolleri (Durmuşoğlu, 2004).

Madde Sembolleri	Anlamı
 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).
 İMALAT SÜRECİ	Bu sembol, malzemenin içinden aktığı bir süreç, işlem, makina, hücre veya bölüme işaret eder. 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 veriler bulunabilir: - ÇZ (Çevrim Zamanı) [C/T (Cycle Time)] — Bir süreçte tamamlanan iki parça arasında geçen süre (saniye olarak) - HS (Hazırlık Süresi) [C/O (Changeover Time)] — Bir ürünün üretiminden diğerine geçişte gerekli olan süre. - ÇS (Çalışma Süresi) [Uptime]— işlem için makinanın mevcut olduğu süre. - HPH (Her parça her ____) [EPE “Every Part Every____.”] —

	üretim hızının bir ölçüsünü verir. • İşgören sayısı • Ürün değişiklik sayısı • Mevcut kapasite • Hurda oranı • Transfer parti miktarı
 ENVANTER	Bu sembol iki süreç arasındaki envanter birikmesine işaret eder. Şimdiki durumun haritalandırmasını yaparken, envanter miktarı, hızlı bir sayım ile yaklaşık elde edilebilir ve bu miktar, üçgen şeklin altına yazılır. İki süreç arasında, birden fazla yerde envanter birikmesi varsa, her bir yer için ayrı ayrı ENVANTER sembolü çizilir. Bu sembol aynı zamanda ham madde ve mamul depolama yerlerini ve envanter düzeylerini göstermek için de kullanılır.
 MÜŞTERİYE MAMÜL	Bu sembol, tedarikçiden fabrikanın teslim alma bölgesine gönderilen hammaddenin hareketini veya fabrika sevkiyat bölgesinden, müşteriye gönderilen mamulün hareketini gösterir.
 KAMYON	Bu sembol, tesisin içinde veya dışındaki taşıma biçimini gösterir. Sevkiyat frekansı sembolün içine kayıt edilir.
 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 taşımaktadır.
 SÜPERMARKET	Bu sembol bir envanter süpermarketini gösterir. Eğer talep oldukça kestirilebilir ise, o zaman ürün akışı sürekli (tek parça akışı) olabilir ve bir süper market ihtiyacı ortaya çıkmaz. Bununla beraber 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 sağlamış oluruz.
 FİZİKSEL ÇEKME	Bu sembol, malzeme akışı kontrol sistemlerinden çekme sistemine işaret eder. SUPERMARKET sembolü ile ilişkilendirilir.
max. 20 pieces  İLK GELEN İLK ÇIKAR (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 kayıt edilmelidir.
Bilgi Sembolleri	Anlamı
  BİLGİ AKIŞI	Bu semboller, haritada bilgi akışlarına işaret eder. Genel bilgi akış sembolü, basitçe düz bir oktur. Zikzaklı ok, elektronik akışı gösterir. Bunlar elektronik veri değiş tokuşuna (EDI), internete, intranete, LAN' a (yerel alan şebekesi), WAN 'a (geniş alan şebekesi) vb. işaret eder. Elektronik sembole, genellikle okta küçük bir kutu eşlik eder. Bu kutu içinde, veri/bilgi değiş tokuşun 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/araç, bir süper marketten alıcı sürece parçanın alınması ve transferi için malzeme taşıyıcıya veya işgörene talimat verir. İşgören süper markete gider ve alıcı sürecin ihtiyacı olan istenen sayıda parçayı çeker.
	Bu sembol, iki süreç arasında yer alan süper marketteki envanter düzeyinin, bir tetikleme veya bir minimum noktaya (yeniden sipariş

 SİNYAL/ÜÇGEN KANBAN	noktasına) düşmesi durumunda kullanılan bir Kanbanı gösterir. Üçgen Kanban, tedarikçi sürece vardığı zaman, Kanban üzerinde gösterilen ürünün, parti halinde üretilmesi için gerekli sinyal alınmış olur. Burada hazırlık sürelerinin uzun olması, parti halinde üretimi zorlamaktadır.
 SIRALI – ÇEKME TOPU	Bu sembol, bir süper market 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 SEVİYELEME	Bu sembol, bir zaman periyodunda ürün hacmi ve karmasını düzgünleştirmek için Kanban' ı parti haline getiren bir araçtır.
Genel Semboller	Anlamı
 KAIZEN FLAŞI	Bu sembol, belirli bir sürecin gelişme ihtiyaçlarını vurgulamak ve KAIZEN uygulamalarını planlamak için “Gelecek Durum Haritasında” kullanılır.
 EMNİYET STOKU	Bu sembol, bozulmalar gibi sorunlara karşı tutulan bir envanteri göstermek ve müşteri siparişlerinde veya sistem başarısızlıklarında ani dalgalanmalara karşı sistemi korumak için kullanılır.
 İŞGÖREN	Bu sembol, bir işgöreni gösterir. Genellikle İMALAT SÜRECİ kutusu içine yerleştirilir ve belirli bir istasyonda çalışan işgören sayısına işaret eder.

5.1.2 Değer Akışı Haritalandırma

James Womack ve Daniel Jones “Yalın Düşünce” adlı kitaplarında, değer akışı haritalandırmadan bir ürün yada ürün ailesinin değer akışında yer alan tüm faaliyetlerin tanıtılması olarak bahsetmişlerdir.

Değer akışı haritasının incelediği saha açısından çok fazla seçenek vardır. Bunlardan bazıları şöyledir:

- Ürün tasarımının yapılmasından ürünün müşterinin eline geçmesine kadar geçen süre ölçülebilir ve bu süre zarfındaki faaliyetler tanımlanabilir.
- Ürün için kullanılan hammaddenin alınmasından üretimi tamamlanan ürünün müşteriye gönderilmesine kadar geçen süre ölçülebilir ve bu süre zarfındaki faaliyetler tanımlanabilir.
- Müşteriden siparişin alınmasından, tamamlanan sipariş için müşterinin ödemeyi yapmasına kadar geçen süre ölçülebilir ve bu süre zarfındaki faaliyetler tanımlanabilir.

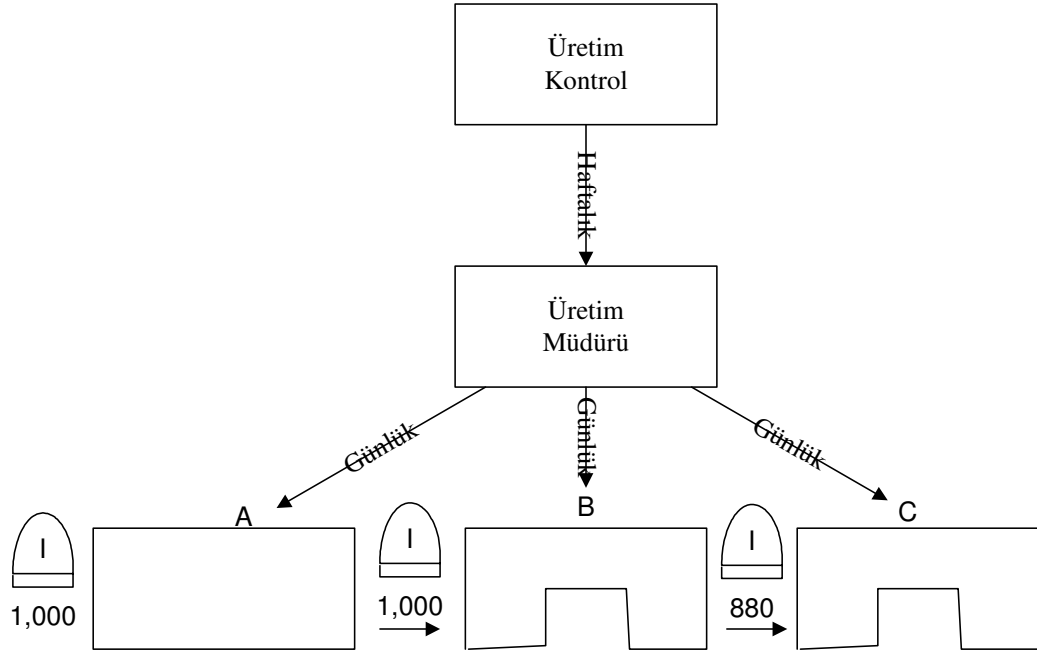
Uygulama kısmında değer akışı haritalandırma, hammaddenin alınmasından biten ürünün müşteriye yollanmasına kadar geçen süre için yapılmıştır (Öz, 2005).

5.1.2.1 Malzeme ve Bilgi Akışının Haritalandırılması

Değer akışı haritası ürün ailesine ait malzeme ve bilgi akışını görsel bir biçimde anlattığından süreç geliştirmelerinin görsel yönetiminde vazgeçilmez bir araçtır. Bir süreci geliştirmek için öncelikle onu incelemek ve anlamak gerekir. Sürecin haritalandırılması akışı engelleyen israfların açık bir resmini verir. İsrafların azaltılması çevrim süresini kısaltacağından çevrim süresini takt süresine yaklaştırır. Müşteri talebi kısa surede cevaplanır.

Yalın bir malzeme akışının elde edilebilmesi için bilgi akışının yani çizelgelemenin nasıl yapıldığının çok iyi anlaşılması gerekir. Mevcut durum akışı için veri toplarken malzeme akışıyla birlikte bilgi akışını da öğrenmek için her adımda “Bir sonraki adımda ne yapılacağı nasıl biliniyor?” sorusu sorulmalıdır.

Mevcut durum haritası tahtaya asıldığından üretim alanının görsel yönetimine yardımcı olunmuş olunur. Mevcut durum haritası çalışma için temel oluşturur. Çizilen mevcut durum haritasından, değer akışı haritalandırma sembollerini inceleyen herkes, gerçek malzeme ve bilgi akışını kolaylıkla anlayabilir (Öz, 2005).



Şekil. 5.2. İş emirlerinin dağıtılma aşamaları

Şekil 5.2.'deki mevcut durum haritası üretim kontrolün müşteri siparişlerini üretim müdürüne haftada bir bildirdiği, üretim müdürünün ise değer akışındaki her faaliyete günlük iş emri açtığını görmekteyiz (Öz, 2005).

5.1.3 Mevcut Durumu Haritalandırma Adımları

5.1.3.1 Hazırlık

Haritalamaya başlamadan önce yapılabilecek üç hazırlık vardır:

1. Toplantı odasında takımca çalışılması ve ana üretim operasyonlarının kabaca tahtaya çizilmesi.
2. Üretim alanına gidilmesi, ilk faaliyetten başlayarak gerçek verilerin toplanması. Veri kontrol listesini inceleyerek gerekli veriler konusunda anlaşmaya varılması, listedeki 7 ila 10 arasındaki kilit verinin seçilmesi.

Veri Kontrol Listesi

- 1 vardiyada çalışılan toplam süre
- Planlanan çalışılmayan zamanlar(örn: yemek, periyodik bakım)
- 1 vardiyada üretim yapılan net süre
- Tedarik çizelgeleri

- 1 konteynırdaki sipariş miktarı
 - Aylık/günlük sipariş edilen miktar
 - Çevrim zamanları
 - Takım değiştirme zamanları
 - Proses içi stok miktarları
 - Parti miktarları
 - Çekme aralığı(varsa)
 - Ekonomik sipariş miktarları
 - Operatör sayıları
 - Güvenilirlik ölçütleri(iki hata arasındaki ortalama süre, güvenilirlik oranı, donanım etkinliği, vb.)
 - Operasyonların yapıldığı vardiya sayısı
 - Hat hızları
 - Periyodik bakım çizelgeleri
 - Üretim akışındaki kesintiler
 - Tekrar işlemeye bağlı oluşan istisnalar
3. Takımın, veri toplama çalışmaları sonucunda ortaya çıkan sonuçları değerlendirmek ve gerekli tüm verilerin toplandığından emin olmak için yeniden toplanması.

Bundan sonra haritanın çizilmesi aşamasına geçilir.

Üretim Alanında yapılan Araştırmalarda Uyulması Gereken Görgü Kuralları

- Çalışma yapılacak alanlara gitmeden önce orası, çalışma hakkında bilgilendirilmelidir.
- Üretim alanına gidildiğinde operatörler yapılacak çalışma konusunda düzgün bir şekilde bilgilendirilmelidir. Operatörler özellikle dışarıdan bir müşteri yada tedarikçi ile gidildiğinde ne olup bittiğini bilmek isterler.
- Operasyonlar üzerinde neden bu tür bir çalışma yapılmak istendiği açıklanmalıdır.
- Operatörler tarafından gelen sorulara açık cevaplar verilmeli, sorular cevaplanırken dürüst olunmalıdır.
- Operatörlerin çalışma alanlarına saygılı olunmalı, katkılarından ötürü onlara teşekkür edilmelidir. Karşılıklı güven ve saygı ortamı oluşturma fırsatı değerlendirilmelidir.

5.1.3.2 Mevcut Durum Haritasının Oluşturulması

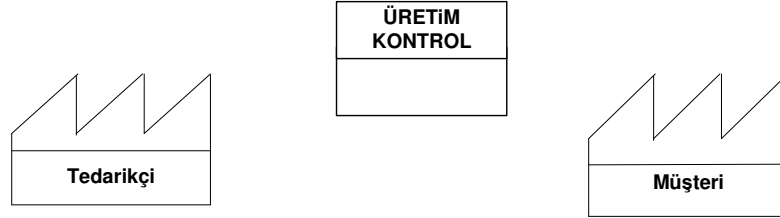
Gerekli veriler toplandığı zaman mevcut durum haritası oluşturulmaya başlanabilir demektir.

İlk olarak yapılması gereken değer akışı haritası sembollerine göz atmaktır.

Mevcut Durum Haritasını oluşturmak için sırasıyla aşağıdaki adımlar gerçekleştirilmelidir;

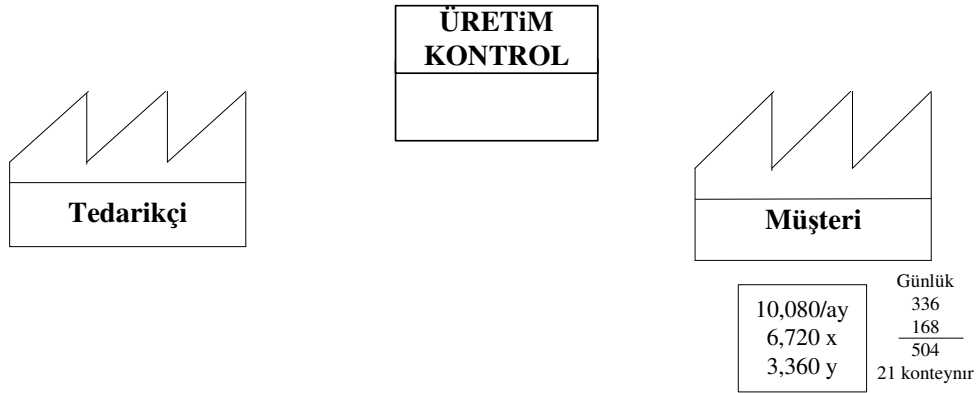
1. Müşteri, Tedarikçi ve Üretim Kontrolü simgeleyen semboller çizilir.

- Tedarikçi ve Müşteri için aynı sembol kullanılır.
- Müşteri sembolü sayfanın sağ üst köşesine yerleştirilir.
- Tedarikçi sembolü sayfanın sol üst köşesine yerleştirilir.
- Üretim kontrol sembolü, Tedarikçi ile Müşteri sembollerinin arasına yerleştirilir.



Şekil 5.3. Üretim kontrol, tedarikçi, müşteri sembollerinin haritaya yerleştirilmesi (Öz, 2005).

2. Müşteri sembolünün altına bir veri kutusu çizilir. Müşteri gereksinimlerini o kutunun içine yazılır. Her ürün için aylık ve günlük gereksinimler ile 1 günde gerekli konteynır sayısı belirtilmelidir.



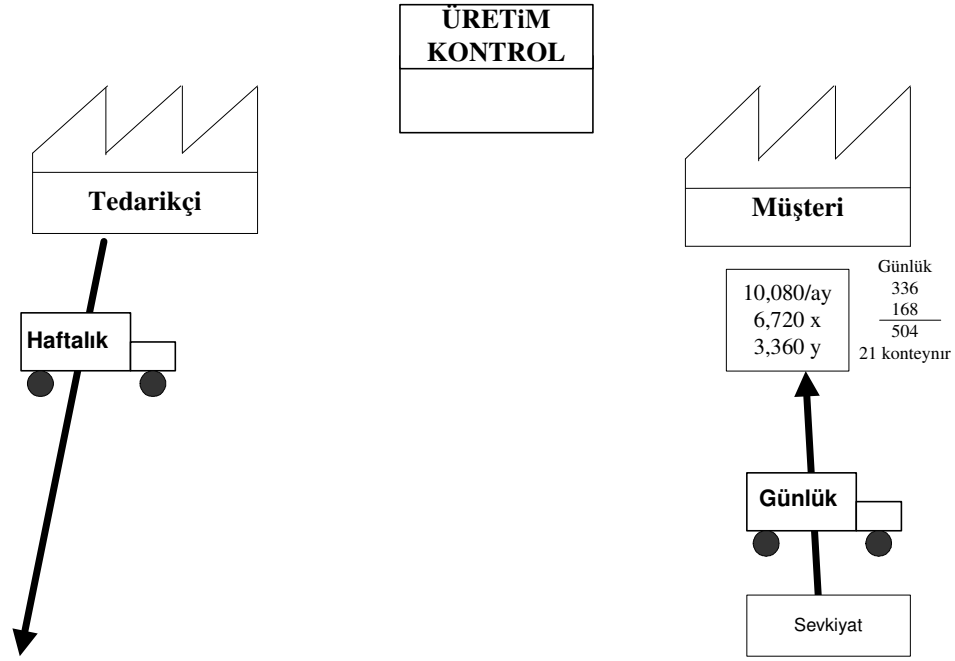
Şekil 5.4. Müşteri veri kutusunun yerleştirilmesi

Günlük Talebin Hesaplanması

Eğer talep sabitse, günlük ihtiyacı hesaplamak basittir. Örneğin bir firmanın müşterisine ayda 6720 adet x, 3360 adet y olmak üzere 10,080 adet ürün gönderdiğini düşünelim. Müşteriye ayda toplam 20 gün ürün gönderildiği durumda, günlük talep 336 adet x, 168 adet y olmak üzere toplam 504 adettir.

3. Teslimat ve satın alma bilgilerinin girilmesi

- Müşteri sembolünün altına bir kamyon sembolü çizilir ve kamyonun içine teslimat yapılma sıklığı girilir (Ne kadar sıklıkla müşteriye teslimat yapılması gerekiyor?)
- Müşteri kamyonunun altına sevkiyat sembolü çizilir.
- Müşteri kamyonuna sevkiyat sembolünden kamyon sembolü üstte kalacak şekilde bir ok çizilir.
- Tedarikçi sembolünün altına bir kamyon sembolü çizilir ve kamyonun içine teslimat alınma sıklığı girilir (Ne kadar sıklıkla hammadde tedarikine ihtiyaç duyuluyor?).
- Tedarikçiden kamyon sembolüne kamyon sembolü üstte kalacak şekilde bir ok çizilir. Bu ok ilk operasyonun çizileceği yere kadar uzatılmalıdır.



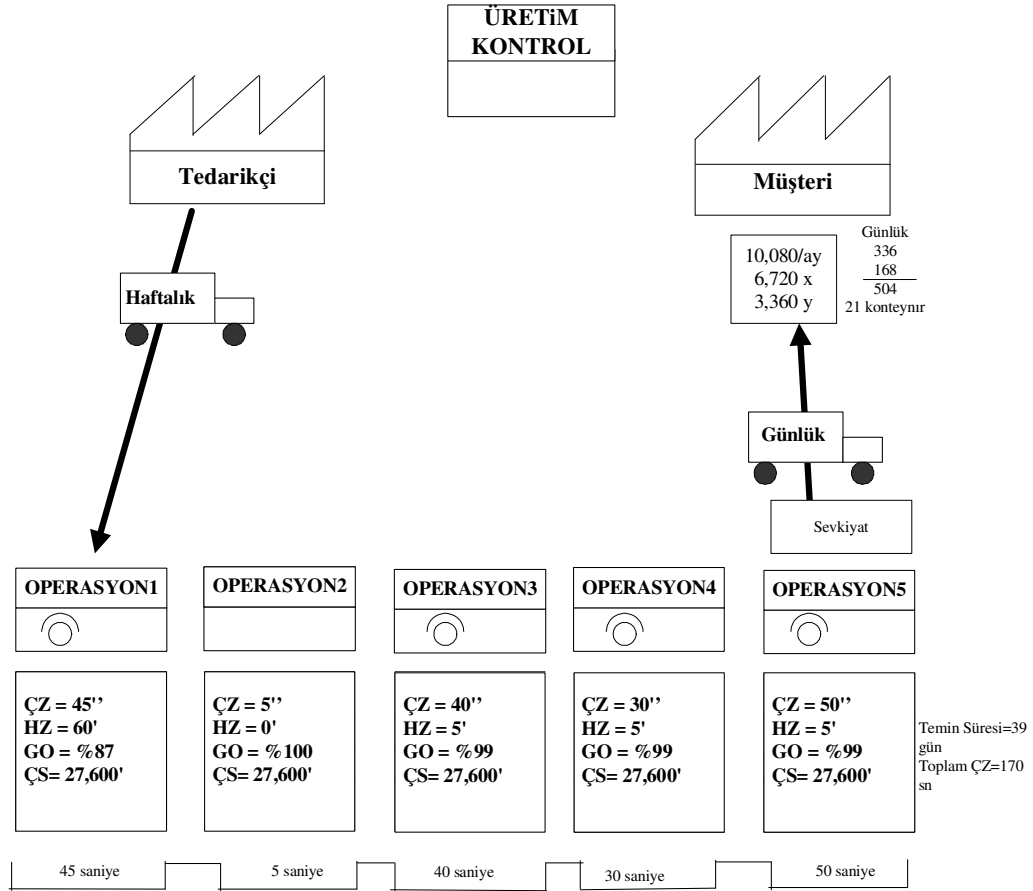
Şekil 5.5. Müşteri, tedarikçi, üretim planlama-kontrol ve sevkiyat sembolleri ile bilgilerinin değer akışı haritasına yerleştirilmesi (Şahin, 2005)

4. Üretim operasyonları sayfanın altına ilk operasyon solda, son operasyon sağda olacak şekilde çizilir. Her işlem bir sembolle belirtilir ve üzerine bir etiket konur (torna, freze vb.). Her sembolün altına bir veri kutusu çizilir. Eklenecek her bilgi bir önceki bilgiden bir çizgiyle ayrılır.

- Çizilecek operasyon kutularının sayısı düşünülüp ona göre sayfada yer ayrılmalıdır.

arası ve 2 kez yapılan 10'ar dakikalık cay molası olmak üzere 50 dakika ise, net çalışma süresi 460 dakikadır.

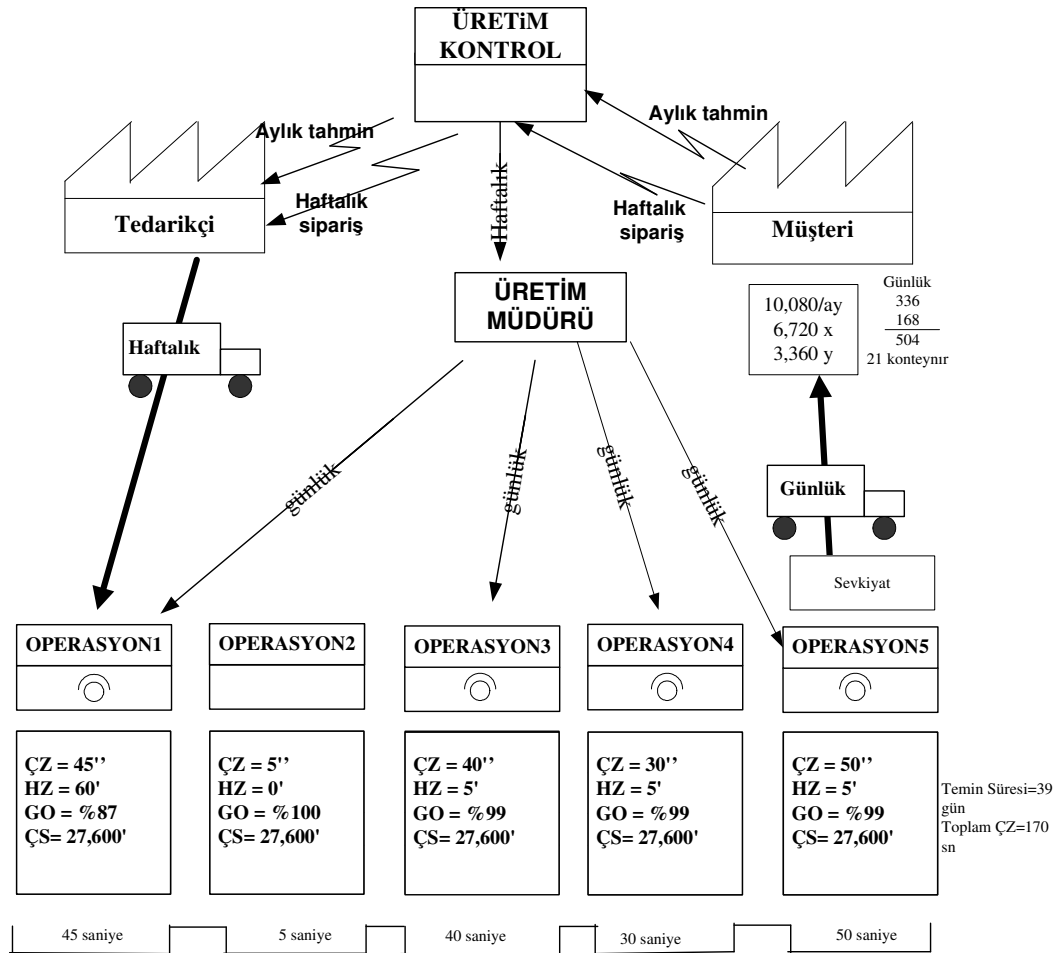
- Takim değiştirme süreleri vardiya başına alınır.
- Takim değiştirme zamanları planlanmış ara olarak tanımlanmazlar. Takim değiştirme zamanları bilinirse gerçek operasyon süreleri çıkartılabilir.
- Güvenilirlik oranı gerçek operasyon süresinin net çalışma süresine bölünmesiyle bulunur. Her işlem için gerçek operasyon süresi; net çalışma süresinden takım değiştirme süresinin çıkarılmasıyla bulunur. Net çalışma süresi 460 dakika yani 27600 saniye olarak bulunmuştu. Takim değiştirme süresi 3600 saniye ise; güvenilirlik oranı $(27600-3600)/27600=\%87$ olarak bulunur.



Şekil 5.7. Operasyon bilgilerinin tanımlanması (Öz, 2005).

6. Bilgi akışı gösterilirken elektronik ve manuel akışların ikisi de gösterilmelidir. Genellikle müşteri ve tedarikçi ile bilgi alışverişi elektronik ortamdan sağlanır.

- Müşteri sembolünden üretim kontrol sembolüne bilgi akışını gösteren bir ok çizilir. Her ok gönderilen tahmin ve verilen siparişlerin sıklığını belirtecek şekilde etiketlenir.
- Üretim kontrol sembolünden Tedarikçi sembolüne bilgi akışını gösteren bir ok çizilir. Her ok üretim kontrolün aylık tahminlerini ve haftalık verdiği siparişlerin sıklığını gösterecek şekilde etiketlenir.
- Haritanın ortasına üretim müdürünü simgeleyen bir kutu çizilir.
- Üretim kontrolden, üretim müdürüne bilgi akışını gösteren bir ok çizilir. Ok, üretim müdürüne siparişlerin ne kadar sıklıkla bildirildiğine göre etiketlenir.
- Üretim müdüründen her operasyon kutusuna bilgi akışını gösteren bir ok çizilir. Her operasyona iş emrinin verilme sıklığını gösterecek şekilde ok etiketlenir.

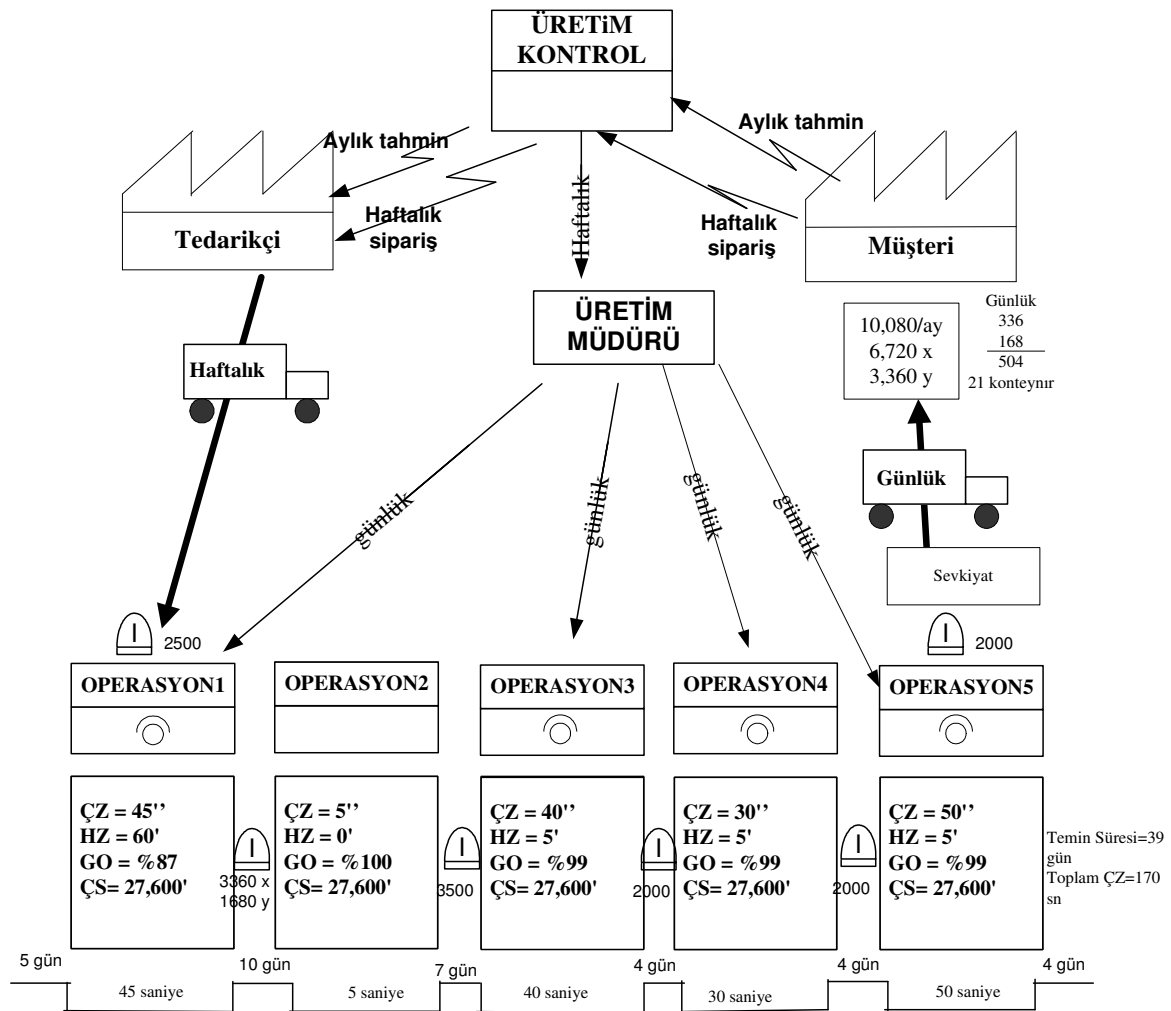


Şekil 5.8. Bilgi akışlarının gösterilmesi (Öz, 2005).

7. Operasyonlar arası stok varsa bu bölgelere stok sembolü çizilir. Sembollerin altına stok adetleri yazılır. Operasyon kutularının altındaki zaman çizgisine stokların kaç gün elde tutulduğunu hesaplanıp yazılır.

Stokların Güne Çevrilmesi

Stokların elde kaç gün tutulduğu, toplam stok adedinin müşteriye gönderilen günlük toplam adede bölünmesiyle bulunur. Örneğin torna ile yatay işleme arasında 3500 adet x parçasının depolandığı varsayılırsa; günlük 504 adet x'in sevkiyatı yapılıyorsa, bu iki operasyon arasında stok, $3500/504=6,94\sim 7$ gün elde tutulmaktadır.



Şekil 5.9. Tamamlanmış mevcut durum haritası (Öz, 2005).

8. *İtme, çekme ve FIFO sistemleriyle işleyen yerler gösterilir.* Eğer bir operasyon bir önceki operasyondan bağımsız olarak kendi çizelgesine göre üretim yapıyorsa itme sistemi vardır. Diğer durumlar çekme ve FIFO sistemlerinin kombinasyonundan oluşur.

5.1.4 Mevcut Durum Haritası Tamamlanırken Yapılması Gerekenler

Takımdaki herkes haritanın ayrıntılarında anlaştıktan sonra, haritanın temiz bir kopyası oluşturulup, tarih atılıp, herkesin görmesi için değer akışı haritası tahtasına yapıştırılır.

Mevcut Durum Haritası oluşturulacak değer akışı genellikle soldan sağa ilerleyen tek bir hat değil bazı yerlerde birleşen birden çok hattan oluşur. Bu durum haritayı karmaşıktırır. Her zaman amaç detayı; değer akışının nasıl olduğunu göstermek için yeterince olan, ama haritayı okumayı zorlaştıracak kadar da çok olmayan haritalar oluşturmak olmalıdır.

5.1.5 Sık Karşılaşılan Sorunları Önlemek

Değer akışı haritalandırma 1950’lerde Toyota tarafından geliştirilmiş, 1997’de Peter Hines ve Nick Rich’in “Değer Akışı Haritalandırmasının Yedi Aracı” isminde yayınlanan makaleleriyle üreticiler tarafından yoğun ilgi görmüştür. Hines ve Rich’e göre değer akışı haritalandırmada birçok problemle karşılaşılıyor;

- Değer akışı haritaları; enerji (ısınma, aydınlanma vb.) kaybı ve insan kaynağının verimli kullanılamaması gibi israfları göstermemektedir.
- Bilgi akışını içermeyen haritaların yararı oldukça sınırlıdır.
- Genellikle veri toplanması aşaması öznel ve gayri resmidir ve bu nedenle haritada gösterilmez.

Bunlardan yola çıkarak, mevcut durum haritası oluşturulurken aşağıdakilere dikkat edilmesi gerekir:

- **Tünel Vizyonu:** Değer akışı haritalandırma görevine, diğer gerçeklerin ve görüşlerin farkında olamayacak kadar odaklanmak yanlıştır. Üretim operasyonlarını daha iyi anlamak değer akışı haritası oluştururken işe yaramayacak olsa bile her zaman iyi bir fikirdir. Örneğin operasyonları anlamaya çalışırken ve operatörlerle konuşurken bir operatörün özel bir operasyon için çalıştığı ve hiçbir zaman hatalı ürün üretmediği fark edilebilir. Bu önemli gözlem değer akışı haritalandırmada kullanılmayacağı halde göz ardı edilmemelidir. Operasyonlar geliştirilirken bu kritik bir bilgi olabilir. Değer akışı haritalandırmanın prosedürlerine takılıp bakış açısını sınırlandırmak başka sorunlara da yola açabilir:

- Gelişme fırsatlarını arttırmak için nelere öncelik verileceği anlaşılmalıdır.
- Uygulamaları yönetmek zorlaşır.
- Oluşturulan harita, önemli noktaları tanımlamak ve gözden geçirmek için hazırlanan raporlara dönüştürülemez.

- **Değer Akışı Haritalandırmanın Yönetim Aracı Olarak Kullanılması:** Değer akışı haritalandırılmanın yönetim aracı olarak kullanılmamasına teşvik eden her şeye direnç gösterilmelidir. Veriler toplanırken çevrim zamanı, takım değiştirme zamanı gibi zamanlara verilen kadar operatörlerle yapılan konuşmalara da önem verilmelidir. Yalın bir üretim sisteminin herkesin bilgisini ve yaratıcılığını birleştirmekle sağlanabileceği unutulmamalıdır. Söylediklerine gerekli özenin gösterildiğini operatörlere hissettirerek kazanılan güvenle onlardan istenilen herşey öğrenilebilir.
- **Tamamlanmamış Mevcut Durum Haritası:** Çoğu organizasyon değer akışı yönetimi sürecinin sadece bazı adımlarını incelerken, çok azı Toyota gibi tümünü ele alıyor. Bu kısaltmanın ana nedeni adımları baştan sonuna kadar izlemedeki başarısızlıktır. Genellikle organizasyonlar kullandıkları teknikleri kültürlerine uyacak şekilde değiştirememekte, bundan daha da önemlisi tüm gerçekleri ortaya koymadan önce haritalandırma ve uygulamaya başlama telaşı içine girmektedirler. Mevcut durum haritası gerçekleri tam olarak yansıtmıyorsa, geliştirilmiş hali uygulamaya konulduğunda organizasyona getireceği yarar da sınırlı olacaktır. Değer akışı yönetiminin adımlarını baştan sona ele almak başarıyı da garantileyecektir. Değer akışı haritalandırmanın değer akışı yönetiminin yapısal fakat esnek bir aracı olduğu unutulmamalıdır. Detaylar tuzaktır. Gelecek durum haritası uygulandığında başarı elde etmek isteniyorsa şu anda nerde bulunduğu çok iyi anlaşılmalıdır. Çoğu gelecek durum haritası uygulamasının başarısızlık nedeni aceleyle oluşturulmuş mevcut durum haritasıdır. Sonuç olarak eğilim gelecek durum haritasına önem verilmesi doğrudur. Mevcut durum haritası oluşturulurken bilgi toplama aşamasını aceleyle getirerek yanlışa düşülmemelidir.

5.1.6 Mevcut Durum Haritasıyla İlgili Hatırlanması Gerekenler

- Nereye gitmek istenildiğine karar verilmeden önce nerede bulunduğunun anlaşılması gerekir.
- En doğru ve gerekli bilgiler üzerinde odaklanılmalıdır.
- Gerçek bilgi toplanmalı, standart veriler kullanılmamalıdır.

- Süreç dışındakiler değil, sadece süreçtekiler not alınmalıdır,
- Acele edilmemeli, ilk doğru zamanda yapılmalıdır.
- Semboller kullanılmalıdır.
- Kursun kalemle yada tahtaya çizilmelidir. Harita üzerinde birçok değişiklik yapılması gerekecektir (Tapping vd., 2002).

5.2 Değer Akışının Yalınlaştırılması

Gelecek durum haritası çizilmeden önce bazı önemli yalın prensiplere değinmek gereklidir.

5.2.1 Aşırı Üretim

Değer akışında her bir proses müşteri prosesin gerçek ihtiyaçları yerine Üretim Kontrol'dan aldığı çizelgeye göre üretim yapan ve ürünleri iten yalıtılmış adalar olarak çalışır. Bu malzeme çıkışına henüz ihtiyaç olmadığı için bu parçalar taşınmalı, sayılmalı, depolanmalıdır. Bu gerçek israf yani Japonca tabiriyle mudadır. Bir sonraki proses, parçaları kullanmaya ve problemi ortaya çıkarıncaya kadar hatalar ve hurdalar stok içinde gizli kalır. Sonuçta bir parçayı üretmek için harcanan katma değer süresi çok az olmasına rağmen ürünün fabrika içinde harcadığı toplam süre çok uzun olur.

En önemli israf kaynağı aşırı üretimdir. Fazla stok ve buna para bağlanması dışında, parça yığınlarının depolanması için alan, yönetimi için insan kaynağı ve ekipman ihtiyacı doğduğu gibi prosesler yanlış işleri yapmakla meşgul oldukları için kaynak kısıtlılığı da söz konusu olur. Ayrıca müşteri hizmetlerine cevap verme esnekliğini etkileyen akış süresini uzatır.

Yalın değer akışını oluşturmada öncelikle şu yollar takip edilir:

5.2.1.1 Takt Zamanı ile Çalışmak.

$$\text{takt zamanı} = \frac{\text{vardiyada kullanılabilen iş zamanı}}{\text{vardiya başına müşteri talep miktarı}}$$

Takt zamanı, müşteri isteklerini karşılamak için, satış seviyesine bağlı olarak bir parça veya ürünü hangi sıklıkta üretmeniz gerektiğini belirtir. Takt zamanı vardiya başına kullanılabilir ve çalışma süresinin (saniye) vardiya başına müşteri talebine (adet) bölünmesi ile hesaplanır. Bir prosesin hangi hızda üretim yapacağı hakkında fikir veren bir referanstır.

5.2.1.2 Uygun Olan Her Yerde Sürekli Akış Sistemi Kurlmak.

Sürekli akış bir seferde bir parça üretip arada bekleme yapılmaksızın bir sonraki proses adımına hemen gönderilmesi olarak tarif edilebilir. Sürekli akış üretim yapmanın en etkili yoludur, ve bunu başarmak için çok fazla yaratıcılık kullanılmalıdır.

Sürekli akışı göstermek için kullanılan harita sembolü sadece bir proses kutusudur. Gelecek durum çiziminde, her bir proses kutusu bir akış alanını tanımlamalıdır. Bu nedenle eğer gelecek durumda birden fazla sürekli akış uygun öngörülürse, iki veya daha fazla mevcut durum proses kutusu gelecek durum haritasında tek bir kutu olarak birleşecektir.

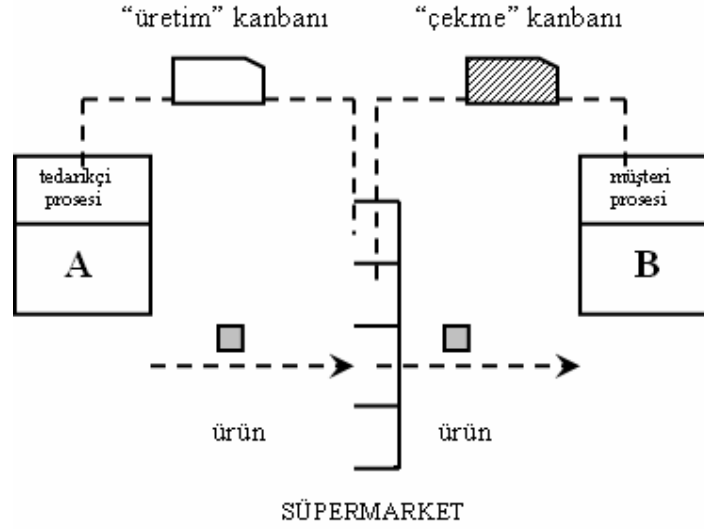
Bazen sürekli akış alanını sınırlandırmak tercih edilebilir, çünkü prosesleri sürekli akış içinde birleştirmek aynı zamanda onların akış sürelerini ve duruş sürelerini de birleştirir. Sürekli akış ve çekme/FIFO sistemlerinin bir kombinasyonu ile başlamak iyi bir yaklaşım olabilir. Daha sonra proses güvenilirliği iyileştirildikçe, model değişim süreleri sıfıra yakın azaltılırsa ve hattaki ekipmanlar geliştirilirse sürekli akışın alanı genişletilebilir.

5.2.1.3 Sürekli Akışın Uygulanamadığı Yerlerde Üretimi Kontrol Etmek İçin Süpermarketler Kullanmak.

- Bazı prosesler çok hızlı veya çok yavaş çevrim sürelerinde çalıştırılmak için tasarlanır ve birçok ürün ailesine hizmet etmek için model değişimine ihtiyaç vardır. (delme veya enjeksiyon kalıp gibi.)
- Bazı prosesler, tedarikçilerde olanlar gibi, uzakta olabilir ve bir seferde bir parça sevk etmek gerçekçi değildir.
- Bazı prosesler, diğer proseslere sürekli akış içinde doğrudan bağlanmak için çok uzun akış sürelerine sahip olabilir veya güvenilirliği çok düşük olabilir.

Bu durumda süpermarket esaslı çekme sistemi oluşturulabilir.

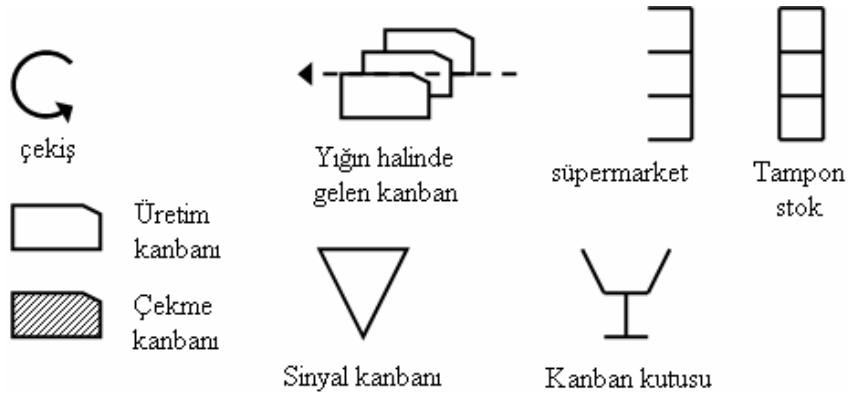
Şekil 5.10'da süpermarket çekme sistemi gösterilmektedir.



Şekil 5.10. Süpermarket çekme sistemi

Müşteri proses süpermarkete gider ve ihtiyacı olan ürünü ihtiyacı olduğu zamanda çeker. Tedarikçi proses çekilen ürünü yerine koymak için üretim yapar. Amaç çizelgeleme yapmadan tedarikçi prodesteki ve akışlar arasındaki üretimi kontrol etmektir. “Üretim” kanbanı parçaların üretimini tetikler, diğer tarafta “çekme” kanbanı, malzemeciyi, parçaları taşımaya için yönlendiren alışveriş listesidir.

İki proses arasına bir çekme sistemi kurulmasının amacı, bir sonraki prosesin talebini tahmin etmeye çalışmadan ve bir önceki prosesi çizelgelemeden, bir önceki prosese doğru üretim emrini vermek için bir araca sahip olmaktır. Çekme, akışlar arasındaki üretimi kontrol etmek için bir yöntemdir. Süpermarket çekme sistemleri ile ilgili çeşitli semboller Şekil 5.11.’de gösterildiği gibidir.



Şekil 5.11. Süpermarket çekme sistemi ile ilgili semboller

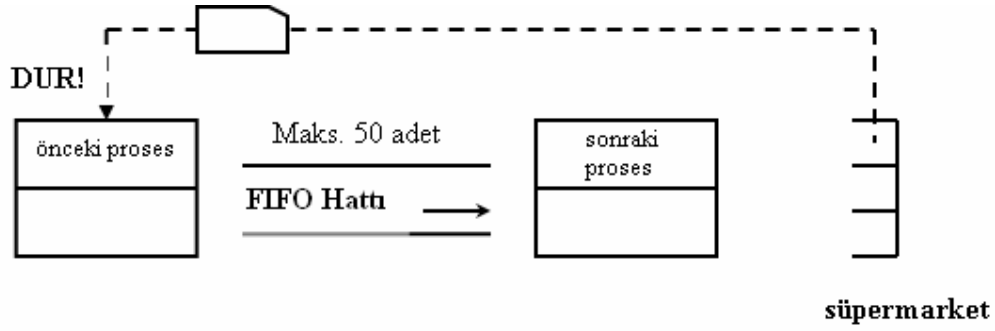
Süpermarket sembolünün sol tarafı, tedarikçi prosese bakacak şekilde açıktır. Çünkü bu süpermarket tedarikçi prosese aittir ve bu prosesi çizelgelemek için kullanılır. Fabrika alnında süpermarketler, prosesin müşteri kullanımı ve isteklerini görsel olarak algılamasına yardımcı olmak için tedarikçi proseslerin yakınına yerleştirilir. “Müşteri” prosesin malzeme taşıyıcısı, tedarikçinin süpermarketine gelir ve neye ihtiyacı varsa çeker. Bu çekişler, daha önceden basılmış kanbanların (genellikle kartlar) süpermarketten tedarikçi prosese hareketini tetikler. Bu kanbanlar o proses için sadece üretim emri olarak kullanılır. *her proste mümkün olan sürekli akış kurulduğundan emin olunduktan sonra süpermarket çekme sistemi kullanılıp kullanılmayacağına karar verilir. Prosesler arasında zorunlu olmadıkça stok süpermarketleri ve ekstra malzeme taşınması istenmez.

FIFO hattı: Bazı durumlarda süpermarkette olası parça çeşitleri için stok tutmak pratik olmaz. Özel ürünler, kısa raf ömrüne sahip parçalar, seyrek kullanılan pahalı parçalar gibi. Böyle durumlarda, süpermarket yerine, akışı sağlayacak FIFO (“first in first out” yani “ilk giren ilk çıkar”) hattı kurulabilir. FIFO hattı dolarsa, müşteri proses stoğun bir kısmını kullanıncaya kadar tedarikçi proses üretimi durdurmalıdır.

Örneğin dışarıda yapılan metal kaplama prosesi için günde bir sefer sevkiyat yapılıyorsa ve kaplamacı günde sadece 50 parça yapabiliyorsa en fazla 50 parça taşıyan bir FIFO hattı kurulabilir. Hat dolunca, bir önceki proses kaplanacak parça üretmeyi durdurur. Bu durumda tedarikçi proses metal kaplamacıya sürekli akış veya bir süpermarket ile bağlı olmamasına rağmen, FIFO hattı tedarikçi prosesin fazla üretim yapmasını önler. FIFO hattı dolduğunda önceki prosese ilave bir kanban gönderilmez.

Bazen iki proses arasına bütün parçaları içeren bir supermarket yerine “sıralı – çekme” sistemi kurulabilir. Sıralı çekme, tedarikçi prosesin, müşteri prosesin siparişi için önceden belirlenen miktarı (genellikle 1 adet) üretmesi demektir. Bu sistemin çalışması için; tedarikçi prosesin akış süresi, siparişe üretim yapabilmesi için yeterince kısa olmalı ve müşteri proses sipariş verme kurallarına çok sıkı bir şekilde uymalıdır.

Şekil 5.12’de FIFO hattı örneği verilmektedir.



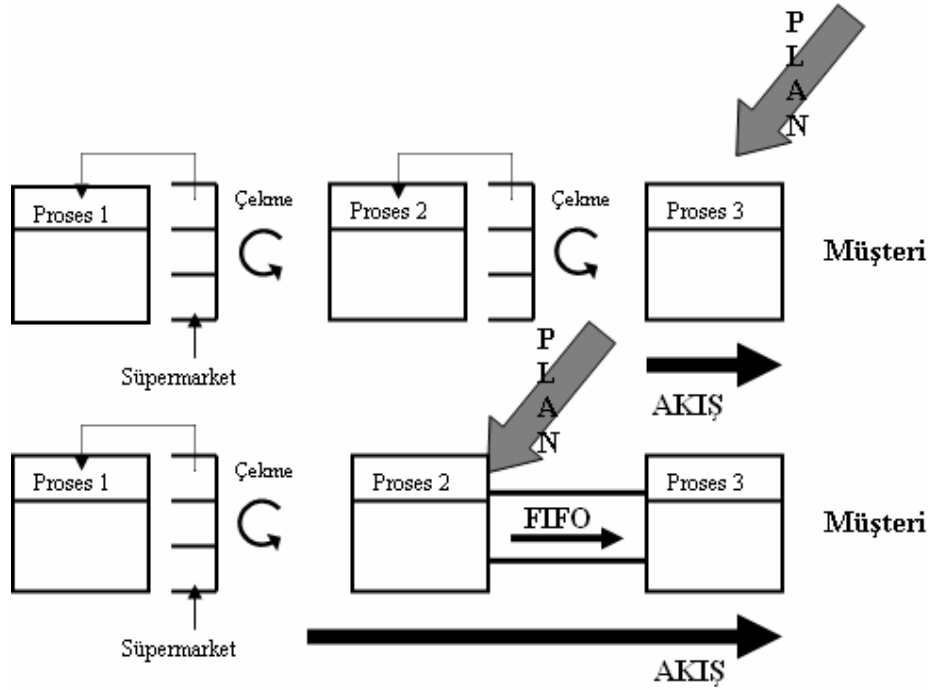
Şekil 5.12. FIFO hattı örneği

5.2.1.4 Üretim Prosesi Sadece bir Üretim Prosesine Gönderilmeye Çalışılır.

Süpermarket çekme sistemleri kullanıldığında, kapıdan – kapıya değer akışında yalnızca bir noktayı çizelgelemek gerekecektir. Bu nokta “pacemaker proses” olarak isimlendirilir, çünkü bu prodesteki üretimin nasıl kontrol edildiği daha önceki proseslerin temposunu belirler. Örneğin, pacemaker prodeste üretim hacmindeki dalgalanmalar daha önceki proseslerin kapasite ihtiyaçlarını etkiler. Bu prosesin seçimi aynı zamanda değer akışındaki hangi elemanların, müşteri siparişinden bitmiş ürüne akış süresinin bir parçası olduğunu belirler.

Pacemaker prodesten sonra herhangi bir süpermarket veya çekme sistemi olmadığına dikkat edilmelidir. Pacemaker proses genellikle kapıdan – kapıya değer akışı içinde en sondaki sürekli akış prosesidir. Gelecek durum haritasında pacemaker, müşteri siparişleri ile kontrol edilen üretim prosesidir.

Şekil 5.13. pacemaker proses seçimini göstermektedir.



Şekil 5.13. Pacemaker prosesin seçimi

5.2.1.5 Pacemaker Proseste Farklı Ürünlerin Üretimini Zamana Düzgün Yaymak.

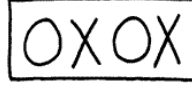
Birçok montaj departmanı, uzun süre bir ürün tipini çizelgeleyip model değişimlerinden kaçınmayı daha kolay bulabilir, fakat bu durum değer akışının geri kalan kısmı için önemli problemler yaratır.

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 -müşterinin istediği şeyin elde bulunmasını ümit ederek 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 doldurur. Ve son montaj çizelgesindeki dalgalanma, akışın başına doğru hareket ettikçe şiddetini artıracak için, stoklar baş tarafta daha da artacaktır.

Ürün ailesini seviyelendirme, farklı ürünlerin üretimin bir zaman diliminde düzgün dağıtılması demektir. 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 karması seyyelendirilirse o kadar farklı müşteri isteklerine az stoklu ve kısa akış süreli cevap verilebilir. Ancak model değıştirme süreleri artar, bunun dezavantajı zaten israfın ortadan kaldırılması ile yok edilmiştir. Şekil 5.14.’de yük seyyelendirme sembolü gösterilmiştir.



Şekil 5.14. Yük seyyelendirme sembolü

5.2.1.6 Pacemaker Prosese Küçük Tutarlı Artışlarla İş gönderip Çekerek “Başlangıç Çekiş” Yaratmak.

Birçok işletme, atölye 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 makine, işgücü ve süpermarketlerde aşırı yüklemeye neden olur.
- Mevcut üretim durumunu takip etmek zorlaşır, “geride miyiz, ileride miyiz?”
- Değer akışındaki her proses, atölyeye büyük miktarda iş gönderdiği için siparişleri kaydırabilir. Bu durum akış süresini uzatır ve daha hızlı çalışma ihtiyacını artırır.
- Müşteri isteklerindeki değışikliklere yanıt vermek zorlaşır. Bu durum mevcut durum haritalarındaki karmaşık bilgi akışlarında görülebilir.

Pacemaker prosese düzenli olarak küçük, tutarlı miktarda üretim emri göndermek (genellikle 5 – 60 dk. arası) ve eş zamanlı olarak eşit miktarda bitmiş ürün çekme işlemi “tempolu çekiş” olarak isimlendirilir.

Tutarlı iş miktarına “dilim – pitch” adı verilir ve genellikle bir kasanın taşıdığı miktara (bir bitmiş ürün kasasının içindeki parça sayısı) veya bu miktarın bir çarpanı veya oranına göre hesaplanır. Örneğin; takt zamanı 30 sn., kasa büyüklüğü 20 parça ise dilim 10 dk. olur.(30sn*20parça=10 dk.) Başka bir ifadeyle, her 10 dakikada bir;

Pacemaker prosese 1 kasa miktarı kadar üretim yapma emri verilir, dilim miktarı kadar bitmiş ürün çekilir.

Bu durumda dilim, pacemaker proste takt zamanı ile bitmiş ürün transfer miktarını çarpmak demektir. Bu da bir ürün ailesi için üretim çizelgelemenin temel zaman birimi olur.

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

5.2.1.7 Pacemaker Prosten Önceki Proseslerde “Her Parça Her Gün” Üretim Yeteneği Geliştirmek.

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

Genel olarak değer akış haritası üzerindeki bilgi kutusuna ya parti büyüklüğü ya da EPE yazılır. EPE (Her Parça Her –HPH), ‘every part every’ nin kısaltmasıdır ve sonuna hafta, gün, vardiya, saat, dilim veya takt gibi bir zaman dilimi ilave edilir. Bu terim, bütün parça çeşitlerinden üretmek için prosesin hangi sıklıkta model değişimi yapacağını tanımlar. Birçok fabrikada başlangıç hedefi, çok kullanılan parçaları en azından her gün (“her parça her gün”) üretmektir (Rother ve Shook, 1999).

5.3 Gelecek Durumun Haritası

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

Mevcut bir işletmede, mevcut bir ürün ve proses ile çalışılıyorsa, değer akışındaki bazı israflar ürün tasarımının, daha önceden alınan makinelerin ve bazı faaliyetlerin yerleşimleri arasındaki mesafenin sonucu olarak ortaya çıkacaktır. Mevcut durumun bu özellikleri belki hemen değiştirilemez. Yeni bir ürün söz konusu olmadıkça, gelecek durum haritasında ilk

adım; ürün tasarımlarını, proses teknolojilerini ve fabrika yerleşimlerini verilmiş koşullar olarak almak ve bu özelliklerden kaynaklanmayan bütün israf kaynaklarını mümkün olduğu kadar hızlı bir şekilde ortadan kaldırmaya çalışmak olmalıdır. Yani öncelikle “sahip olduğumuz ile ne yapabiliriz?” sorusuna yanıt aranmalıdır (Rother ve Shook, 1999).

Mevcut durum haritasının çizilmesinden sonraki adım gelecek durum haritasının oluşturulmasıdır. Gelecek durum haritasının oluşturulmasının amacı yalın üretim araçlarının, değer akışının nerelerinde kullanılacağını gösterilmesidir. Bu araçlar; hücre dizaynı, bitmiş ürün süpermarketleri oluşturma ve de 5S, kısa zamanda takım değiştirme gibi geliştirme metotlarıdır. Bu aşamada hala planlamayla meşgul olduğundan detaylara boğulmaktan kaçınılmalıdır. Gelecek durum haritası daha etkin ve israfları azaltılmış bir değer akışını tanımlamalıdır. Gelecek durum haritası oluşturma süreci 3 adımdan oluşmaktadır:

Müşteri talebi adımı: Bu adımda müşterinin ürünle ilgili olarak fiyat, temin zamanı, kalite özelliklerini içerecek şekilde neler talep ettiği anlaşılmalıdır.

Akış adımı: Fabrika içinde sürekli ve sorunsuz bir değer akışının sağlanması ile hem organizasyon içi hem organizasyon dışı müşteriler doğru miktarda, doğru zamanda ve istenilen kalitede ürünü alırlar.

Seviyelendirme adımı: Müşteriden daha küçük miktarlarda sipariş almak, envanter miktarını ve proses içi stok miktarını azaltmak amacıyla; iş hacim ve çeşit olarak daha küçük parçalara ayrılır (Öz, 2005).

5.3.1 Gelecek Durum Haritasına Giriş

Gelecek durum haritasını çizmeye başlamadan önce mevcut durum haritası gözden geçirilmeli, akışın herhangi bölümünde bir tereddüt yaşıyorsa, ilgili bölüm tekrar ziyaret edilmelidir.

Gelecek durum haritası esnek olmalı; daha sonra edinilen daha iyi yada daha doğru bilgiler ışığında değiştirilebilecek şekilde çizilmelidir.

1. Gelecek durum haritasının çizimine müşteri, tedarikçi ve merkezi üretim kontrol sembolleri ile bu semboller arasındaki iletişim okları çizilerek başlanmalıdır. Bu sembollerin yerleri mevcut durum haritasındaki gibidir.
2. İkinci adımda; mevcut durum haritasında yapılan biçimde teslimat bilgileri eklenmelidir.

Yukarıdaki iki adımın tamamlanmasının ardından gelecek durum planlanmaya başlanılabilir. Bu aşamada dikkat edilmesi gereken bazı noktalar şunlardır:

- En küçük ayrıntıya inerek gelecek durum tasarlanmaya çalışılmamalıdır.
- Hedefler yaratılmalıdır. Bu hedefler daha sonra değiştirilebilir.
- Herhangi bir adımda planlanan teknikler üzerinde daha sonra değişiklik yapılabilir.
- Tüm takımın hemfikir olduğu bir plan yaratılmalıdır.
- Her adımın haritasının, diğer adımdaki elemanlar eklenmeden önce ayrı bir kopyası alınmalıdır.
- Oluşturulan harita ilk gelecek durum haritası olacağından geliştirmeye devam edilmelidir.

5.3.2 Adım 1: Müşteri Talebine Odaklanma

Bu adımda amaç; gelecek durum haritasının, alttaki müşteri talebi sorularını cevaplayan kısmını çizmektir.

- Talep nedir? Diğer bir deyişle takt süresi nedir?
- Gereğinden fazla mı, gereğinden az mı, yoksa talebi karşılayacak kadar mı üretim yapılmaktadır?
- Mevcut üretim kapasitesi takt süresine ulaşmak için yeterli mi?
- Tampon stoğa ihtiyaç var mı? Varsa nerelerde ve ne kadar?
- Güvenlik stoğuna ihtiyaç var mı? Varsa nerelerde ve ne kadar?
- Üretimi tamamlanmış ürünler doğrudan müşteriye mi gönderilecek, yoksa bitmiş mamul süpermarketi mi oluşturulacak?
- Müşteri talebini karşılayabilmek için hangi geliştirme araçları kullanılacak?

5.3.2.1 İlk Önce Müşteri Gelir Anlayışı

Firmalar “ilk önce müşteri gelir” prensibine sahip olduklarını iddia etmelerine rağmen genellikle müşterilerine sundukları hizmeti geliştirmeye çalışmazlar. Bu aşamada değer akışının müşteri talebi kısmına odaklanılarak müşteri hizmetini geliştirmek adına elle tutulur birşeyler yapılmaktadır.

5.3.2.2 Müşteri Talebi Elemanlarını İçeren Gelecek Durum Haritası Tasarım Adımları

1. Takt süresi ve çekme aralığının belirlenmesi

2. Mevcut kullanılan üretim metotlarıyla talebin karşılanıp karşılanamayacağının belirlenmesi

3. Tampon veya güvenlik stoğuna ihtiyaç duyulup duyulmadığının belirlenmesi
4. Bitmiş mamul süpermarketine ihtiyaç duyulup duyulmadığının belirlenmesi
5. Hangi geliştirme metotlarının kullanılacağını belirlenmesi

Çizelge 5.4.'de gelecek durum haritasının müşteri talebi ile ilgili kısmında kullanılacak yeni semboller yer almaktadır.

Çizelge 5.4. Talep adımı sembolleri (Öz, 2005).

Amaç	Sembol
Tampon stok	B B
Güvenlik stoğu	S S
Süpermarket	— — —

1. Takt süresi ve çekme aralığının belirlenmesi

Gelecek durum haritasının müşteri talebi adımına takt süresi belirlenerek başlanır. Takt süresi bir sürecin müşteri talebini karşılayabilmek için ne kadar hızlı çalışması gerektiğini gösteren en temel ölçüttür.

Takt süresi = Kullanılabilir üretim süresi/Günlük ürün talebi = Zaman/Üretim hacmi

Büyük üretim hacimleri için takt süresi saniye cinsinden hesaplanmalıdır.

İkinci olarak çekme aralığı belirlenmelidir. Çekme aralığı, daha önceden belirlenmiş proses içi stok parti miktarın, bir üst operasyondan bir alt operasyona takta bağlı olarak gönderilme süresidir.

Çekme aralığı= Takt süresi* Parti miktarı

Takt süresi müşteriye bağlıyken, parti miktarı müşteriye bağlı olabilir yada olmayabilir.

Çekme aralığı, diğer bir deyişle takt süresi sonunda 1 ürün üretilmelidir yerine çekme aralığı sonunda belirlenen parti miktarı kadar ürün üretilmelidir anlamına gelir.

2. Mevcut kullanılan üretim metotlarıyla talebin karşılanıp karşılanamayacağının belirlenmesi

Her zaman için sürekli üretimi engelleyen, müşteri talebini karşılayabilme yeteneğini baltalayan önemli noktalar vardır. Mevcut durumda müşteri talebinin karşılanıp karşılanamadığının anlaşılabilmesi için mevcut durum haritasının çizildiği bir önceki adımda toplanan bilgileri, kabul edilen ölçütleri baz alarak gözden geçirmek gerekir. Gerek duyulduğunda üretim alanı tekrar ziyaret edilmelidir. Gereğinden fazla yapılan üretim yada karşılanamayan siparişleri önlemek için, problemlerin olduğu noktalar belirlenmelidir (Öz, 2005).

Müşteri talebinin tam olarak karşılanıp karşılanamadığını belirlemek için iki şeyi tespit etmemiz 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 vd., 2002).

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

Üretimin fiziksel unsurları olan insan, makine ve malzeme; bir proses tasarlanırken bu üç faktör arasında uzlaşmalar, tavizler meydana gelir. Eğer faktörlerden birinin kullanımı maksimize edilirse, diğer ikisinin kullanımı düşer. Örneğin; makina kullanımı maksimize edilmek istenirse, makinaları sürekli çalıştırabilmek 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 esnekler.

Yani tempoyu belirleyen hücre ve hatlarda operatör iş yükü dengelenmesi en verimli operatör kullanımı amacıyla yapılmalıdır, makina kullanımı için değil. Bazı durumlarda bu makinelerin 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 Harris, 2001).

3. Tampon veya güvenlik stoğuna ihtiyaç duyulup duyulmadığının belirlenmesi

Tampon veya güvenlik stoğuna ihtiyaç duyulup duyulmadığı kararı talebin kararlı olup olmadığına yada bunu karşılamak için yeterli kapasite ve etkinliğe sahip olup olunmadığına göre değişir.

Tampon stok: Müşteri talep çeşidi yada takt süresi çeşitlilik gösterdiğinde talebi karşılayabilmek için gerekli bitmiş mamullerdir.

Güvenlik stoğu: Organizasyon içindeki kısıtlar yada etkinsizlikler sürecin akışını bozduğunda, talebi karşılayabilmek için gerekli bitmiş mamullerdir.

Tampon ve güvenlik stoğu belirsizliklere karşı organizasyonların önlemidir. Tampon ve güvenlik stoğu sayesinde talebi karşılamak için düzensiz konulan fazla vardiyalar da önlenerek operatörlerin memnuniyeti sağlanır.

Değer akışındaki süreç güvenirliliğiyle ilgili veriler ile daha önceki tecrübeler, uygun tampon ve güvenlik stoğu miktarlarının belirlenmesinde kullanılabilir. Genellikle 2 günlük müşteri talebine karşılık gerek stok miktarının aşılması uygundur.

Tampon ve güvenlik stoğu miktarları belirlendikten sonra sevkiyat sembolünün hemen soluna gerekli semboller çizilmelidir.

4. Bitmiş mamul süpermarketine ihtiyaç duyulup duyulmadığının belirlenmesi

Üretim kapasitesinin yeterliliğinden %100 emin olduğu durumlarda, süreç tamamlanır tamamlanmaz ürün müşteriye gönderilebilir. Fakat bunu zorlaştıran birçok önemli nokta vardır.

Bitmiş mamul süpermarketi: Değer akışının sevkiyat kısmıyla ilgili olup, müşteri talebini karşılamak amacıyla tasarlanmaktadır; bir miktar ürün çekildiğinde daha önce belirlenen miktarı tamamlamak amacıyla çekilen kadar ürün üretilir, süpermarkete konulur.

Süper marketteki stok adedi tampon ve güvenlik stok adedini içermez.

Süpermarket kurulmak isteniyorsa, süpermarket sembolü gelecek durum haritasında en son operasyonla sevkiyat sembolü arasına çizilmelidir.

Çizelge 5.5. müşteri talebini karşılamada çıkabilecek ana engelleri ve bunlarla başa çıkmanın yollarını özetlemektedir.

Çizelge 5.5. Talep karşılamada çıkabilecek engeller ve çözüm yolları

Engel	Çözüm
Müşteri talebindeki dalgalanmalar	Tampon stok
Süreçteki organizasyon içi problemler	Güvenlik stoğu
En son operasyondan sonra sürekli bir akışın sağlanamaması	Bitmiş mamul süpermarketi

Gereğinden fazla envanterin israf yaratacağı unutulmamalıdır. Her zaman için tampon ve güvenlik stoklarını aza indiren ve bitmiş mamul süper marketi gereksinimi doğurmayan sürekli akan süreçler tasarlanmaya çalışılmalıdır.

5. Hangi geliştirme metotlarının kullanılacağıın belirlenmesi

Gelecek durum haritasında kullanılabilecek bazı geliştirme metotları şunlardır:

- 5S
- Bir dakikada kalıp değiştirme teknikleri
- Otonom bakım
- Metot analizi ve iş standartlaştırma

Uygulama takım üyeleri müşteri talebini karşılamaya yardım edecek en uygun metodun seçilmesi için araştırma yapmalıdırlar. Geliştirme sembolleri gelecek durum haritasındaki değer akışı kesinlik kazandıktan sonra haritaya yerleştirilmelidir. Çünkü bazı operasyonların birleştirilmesi yada kaldırılması kararlarının alınmasıyla süreç yerleşim planında önemli değişiklikler görülebilir.

5.3.3 Adım 2: Akışa Odaklanma

Bu adımda sürekli bir akış sağlayacak elemanların planlanması ve haritalandırılması yapılmaktadır. Amaç, gelecek durum haritasının aşağıdaki soruları cevaplayan kısmını çizmektir.

- Değer akışının nerelerinde sürekli akış uygulanabilir?

- *Akışın hangi seviyesine ihtiyaç duyulmaktadır?*
 - a. Tek parça akışı
 - b. Küçük parti akışı
 - c. Hücre dizaynı (Hangi tip hücre?)
- *Bir sonraki operasyonun üretimi nasıl kontrol edilecek?*
 - a. Proses içi süpermarket
 - b. Kanban
 - c. FIFO
- *Sürekli akışı sağlamak için başka hangi geliştirme metotları kullanılacak?*
 - a. Bir dakikada kalıp değiştirme
 - b. Otonom bakım

5.3.3.1 Sürekli Akış

Tam zamanında üretimin yada sürekli akışın olduğu sistemlerde; parça bir sonraki operasyona, sadece istenilen zamanda, istenilen miktarda ve istenilen parçaysa gönderilir.

5.3.3.2 Akış Elemanlarını İçeren Gelecek Durum Haritası Tasarımının Adımları

1. Hat dengeleme yapılması

2. Hücre tasarımı yapılması

3. Bir sonraki operasyonun üretiminin kontrolünün nasıl sağlanacağını belirlenmesi

4. Kullanılacak geliştirme metotlarının belirlenmesi

Çizelge 5.6.'da gelecek durum haritasının akış ile ilgili kısmında kullanılacak yeni semboller yer almaktadır.

Çizelge 5.6. Akış adımı sembolleri

Amaç	Sembol
Kanban başlama noktası	
Üretim kanbanı	
Çekme kanbanı	
Sinyal kanbanı	
Süpermarket parçaları	
U şekilli hücre	
Bilgisayar destekli(MRP)	
Fiziksel malzeme çekme	

1. Hat Dengeleme Yapılması

Sürekli akış tasarlamının ilk adımı hat dengelemedir. Hat dengeleme personel sayısını ve iş yükünü optimize etmeye çalışarak daha düzgün bir akış oluşturmaya yardım eder.

Hat dengeleme: Hat dengeleme, iş elemanlarının takt süresini yakalamak için dağıtılması sürecidir.

Hattı dengelemek için;

- Mevcut çevrim zamanı ve iş elemanı atamaları gözden geçirilmeli,
- Mevcut operatör denge tablosu çizilmeli,
- Gerekli operatör sayısı hesaplanmalı,
- Amaçlanan operatör sayısı için gerekli olan değişiklikler planlanmalı,
- Gelecek durum operatör denge tablosu çizilmelidir.

2. Hücre tasarımı yapılması

Hücreler tek parça akışı sağlarlar; çünkü hücrelerdeki donanım ve personel operasyon akışına göre ayarlanmıştır ve bir ürün yada ürün ailesini tamamlamak için gerekli tüm operasyonlar tek hücrede tamamlanmaktadır. Bu adımda, değer akışındaki hücre şeklinde yeniden tasarlanabilecek tüm operasyonlar incelenmelidir.

3. Bir sonraki operasyon üretim kontrolünün nasıl sağlanacağını belirlenmesi

Sürekli akışın mümkün olmadığı noktalarda kontrolün nasıl sağlanacağını belirlenmesi gerekir. Süreçteki sürekli akışın sağlanamadığı yerler tekrar incelenmeli ve aşağıdaki çözümlerin uygulanabilirlikleri tartışılmalıdır.

- Proses içi süpermarketler
- Kanban sistemi
- FIFO hatları
- Bilgisayar destekli çizelgeleme (MRP)

4. Kullanılacak geliştirme metotlarının belirlenmesi

Tek parça akışı sağlanmak isteniyorsa gelecek durum haritası bazı geliştirme metotlarını içermelidir. Bu metotlardan bazıları şöyledir:

- 5S
- Bir dakikada kalıp değiştirme
- TPM
- Otonom bakım
- İş standartlaştırma

5.3.4 Adım 3: Düzenleştirmeye Odaklanma

Gelecek durum haritasının son adımında, üretimi düzenleştirecek elemanlar haritaya eklenmelidir. Amaç, gelecek durum haritasının aşağıdaki soruları cevaplayan kısmını çizmektir.

- Hangi çeşit kanban kartları kullanılacak?
- Kanban kartları nasıl dağıtılacak?
- Sürecin hangi kısmında üretim gereksinimleri çizelgelenecek?
- Heijunka kutusu kullanılacak mı?
- Malzeme taşıyıcısının rotası ne olacak?

5.3.4.1 Üretimi Düzenleştirme

Müşteri talebini karşılamak için yapılan işlerin bir güne yada vardiyaya dağıtılması işine üretimi düzenleştirme denir. Eğer üretimi düzenleştirme işi yapılmazsa bazı hücreler üretimin gerisinde kalırken bazıları işin gelmesini bekler.

Koşullar tek parça akışında zorluk çıkarabilir; yine de üretim hızı takt süresine eşitlenerek takt imajı korunmaya çalışılmalıdır. Üretimi düzgünleştirme bu hedefe ulaşılmasını sağlamada kullanılacak bir yöntemdir.

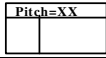
5.3.4.2 Üretimi Düzgünleştirmenin Gerçekleştirilmesi

Üretim düzgünleştirme sayesinde; müşteri talebi ile ilgili bilgi akışının, değer akışı boyunca olan malzeme akışına düzgün bir biçimde entegre olduğu üretim sistemi tasarlanır. Bunu yapabilmek için, akış çekme ya da heijunka sistemi üzerine kurulmalıdır. Aşağıda düzgünleştirilmiş üretim süreçleri tasarlamının adımları yer almaktadır:

1. Satışların hızına yetişmek için çekme ya da heijunka sistemlerinden biri en uygun yöntem olarak seçilmelidir. Daha sonra gerekliyse kanban sistemi tasarlanmalıdır.
2. Malzeme taşıyıcının rotası belirlenmeli, tüm malzeme ve bilgi akışı çizilmelidir.
3. Hangi geliştirme metodunun kullanılacağı belirlenmeli, yararlı bilgiler haritaya eklenmelidir.

Mevcut durum haritasında ve gelecek durum haritasının müşteri talebi ve akış adımlarında kullanılan sembollere ek olarak, gelecek durum haritasını tamamlamak için Çizelge 5.7.'deki sembollere ihtiyaç duyulacaktır.

Çizelge 5.7. Semboller

Amaç	Sembol
Heijunka kutusu	
Malzeme taşıyıcının rotası	

1. Çekme ya da heijunka sistemine karar verme ve kanban sistemi tasarlama

Değer akışında çok çeşitlilik olmadığı durumda küçük partilerle üretim yapmak için çekme sistemi tercih edilebilir. Heijunka sistemi ise, büyük üretim hacmi ve geniş ürün çeşitliliği olan durumlarda üretim düzgünleştirmeye yardımcı olur. Mevcut durum haritası ve gelecek durum haritasının müşteri talebi ve akış adımları tekrar gözden geçirilerek heijunka sistemine gerek duyulup duyulmadığı belirlenebilir. Bir sonraki operasyon üretimin kontrolünü sağlamak için kanban sisteminin kullanılmasına karar verilmişse, bu adımda aynı zamanda kanban sistemi de gözden geçirilmeli ve planlanmalıdır.

2. Malzeme taşıyıcının rotasının belirlenmesi ve tüm malzeme ve bilgi akışının haritalandırılması

Malzeme taşıyıcı çekme aralığının proses boyunca sürekliliğini sağlamalıdır. Malzeme taşıyıcı daha önceden tasarlanan rotayı takip etmelidir. Rota; kanban kartlarını, parçaları ve araçları, almak ve teslim etmek işlemlerini yaparken malzeme taşıyıcının izlediği yoldur. Bu adımda bilgi ve malzeme akışı sırasında operasyonlar arası nasıl iletişimin sağlanacağı, nerelerde çekme uygulanacağı, nerelerde itmenin gerekli olduğu da planlanmalıdır.

3. Hangi geliştirme metodunun kullanılacağını belirlenmesi, yararlı bilgilerin haritaya eklenmesi

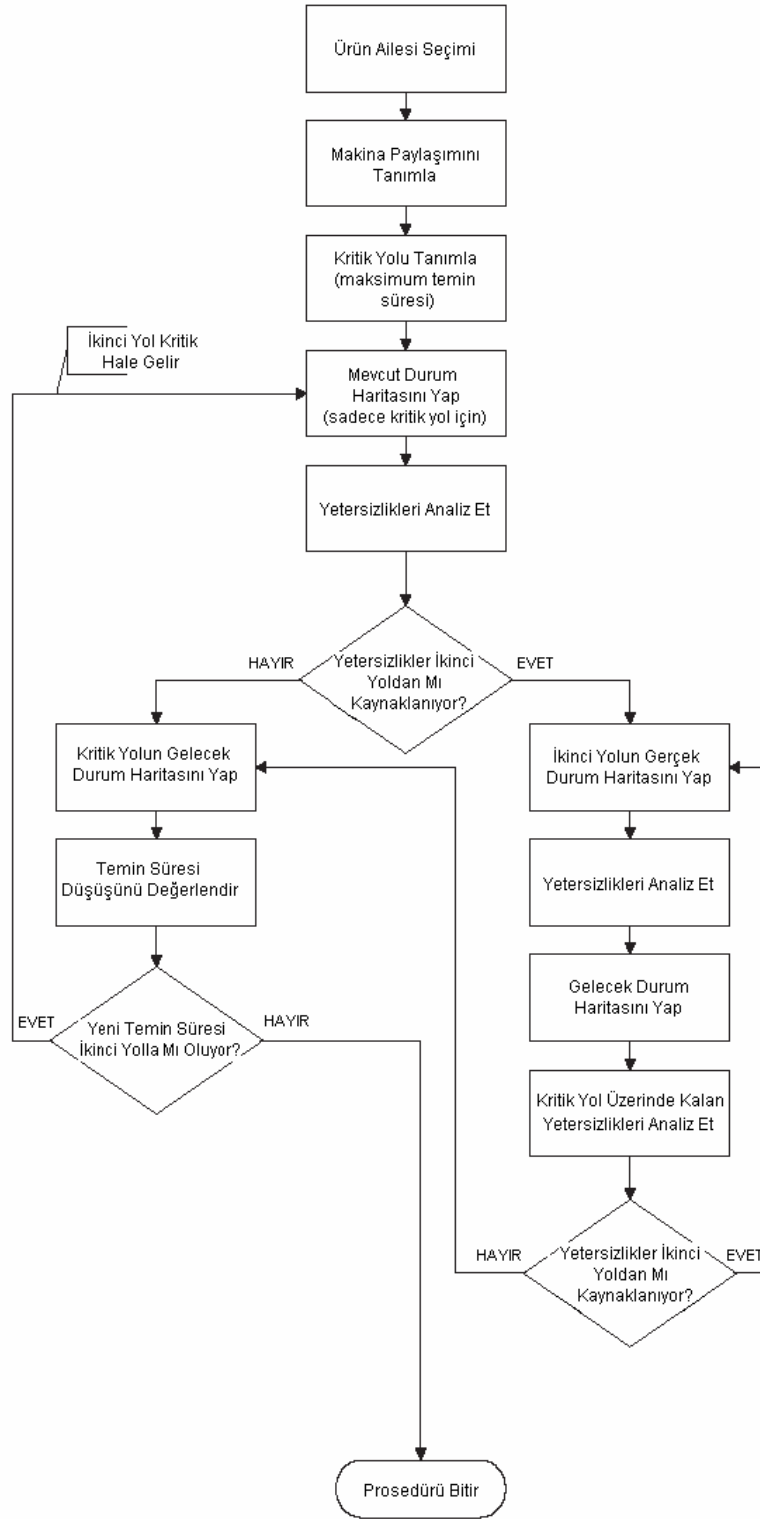
Gelecek durum haritasının müşteri talebi ve akış adımlarında olduğu gibi, düzgünleştirme adımı da amaçlara ulaşabilmek için bazı metotlar ve araçlar kullanılmalıdır. Bu metotlardan bazıları aşağıda yer almaktadır:

- 5S
- Görsel kontroller
- Geliştirme metotları

Gelecek durum haritası, değer akışının temin süresi ve toplam çevrim zamanını içeren istatistik kutusunu eklenerek tamamlanır. Operasyonlar ve/veya hücreler arasındaki günler gösterilir, bunların dışında gerekli görülen bilgiler de gelecek durum haritasına eklenir (Öz, 2005).

5.3.5 Gelecek Durum Haritasının Oluşturulması Biterken Yapılması Gerekenler

Gelecek durum haritası başkalarıyla gözden geçirilmelidir. Bu kişiler yeni geliştirmeler önerebilir; gerekiyorsa gelecek durum haritasında değişiklikler yapılmalıdır. Haritaya tarih atılmalı ve en yeni versiyonu firmadaki panoya asılmalıdır (Tapping vd., 2002).



Şekil 5.15. Değer Akışı Haritalama Prosedürü

6. ENDÜSTRİYEL UYGULAMA

Projenin uygulama kısmı Uzel Makina A.Ş.'de gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde, Uzel Makina A.Ş.'nin ürettiği traktörler için kullanılan kaput ürün ailesi için değer akış yönetimi çalışması yapılarak, değer akışının iyileştirilmesine yönelik öneriler sunulmuştur.

6.1 Firma Tanıtımı

UZEL MAKİNA A.Ş.

UZEL, dünyanın önde gelen tarım makinaları üreticilerinden birisi olmasının yanı sıra, dizel motor üretimi ve otomotiv sistemleri sektörlerinde de lider bir kuruluştur. UZEL, aynı zamanda, Kapital Ünitesi altında finans, turizm ve yapı alanlarında da ürün ve hizmetler sunmaktadır.

UZEL, üretim adetleri açısından dünyanın 10 büyük traktör üreticisinden biridir. Ürünleri ile yurt içi pazarlarda önemli paylara sahip Uzel Tarım Makinaları Ünitesi, aynı zamanda başarılı bir ihracat grafiği çizmektedir. Tarım Makinaları Ünitesi, Makedonya ve Kosova'da kurulu satış ve pazarlama sistemi ile bölgede lider konumdadır. UZEL'in ürünleri, ABD'den Zimbabwe'ye kadar 41 ülkede kullanılmaktadır.

Türkiye'deki traktör pazarında önemli ölçüde pazar payını elinde tutan Tarım Makinaları Ünitesi, pazardaki başarısını müşterileriyle ortaklaşa yürüttüğü tasarım çalışmalarıyla geliştirdiği ürün kalitesine, güçlü servis ve dağıtım ağına borçludur. Tarım Makinaları Ünitesi'nin traktör ihracatında en büyük pazarı Amerika Birleşik Devletleridir. UZEL, ABD gibi yüksek rekabetin olduğu bir pazarda kendi segmentinde % 8 'lük bir pazar payını sürdürmektedir. UZEL 2001 yılında gerçekleştirdiği traktör ve parça ihracatı ile OSD tarafından altın madalyaya layık görülmüştür.

Türkiye'nin tarımsal üretiminde ve gelişiminde çok önemli bir yeri olan UZEL, yurt çapında 278 yedek parça ve satış bayisi ile konusunda en yaygın bayi sistemine sahip kuruluştur. Bunun yanı sıra 419 teknik servisi ile kurduğu geniş hizmet ağı, satış sonrası hizmetlerinin performansını yüksek bir seviyeye taşıyarak UZEL markasının güvenilirliğini perçinlemektedir.

UZEL Makina'nın Tarihçesi

Uzel Ailesi, 1878 Rus Savaşı sonrası Rumeli'den Bursa'ya göç etmiştir. Yeni yurtlarında da bir öncekinde olduğu gibi fayton üretimi yapmaya devam eden Uzel Ailesi, fayton üretiminde o günün koşullarına göre ileri bir yöntem olan seri üretim bandını kullanmış ve seri üretim tekniğinin Türkiye'de ilk örneğini vermiştir. Kurucumuz İbrahim Uzel sınai üretim konusunda ilk deneyimlerini seri fayton üretiminden kazanmıştır.

1935: UZEL Grubu'nun temelleri atılır. Türkiye, uzun yıllar süren bir savaşın ardından kendini Dünya'ya entegre etme konusunda çaba sarf etmektedir. Otomobil Türk yaşam tarzının bir parçası olmaya başlamıştır. Zamanın Türkiye'si için bakir bir iş kolu olmasına rağmen, UZEL Grubu'nun kurucusu ve ilk Yönetim Kurulu Başkanı merhum İbrahim Uzel, Bursa'da bir şahıs firması kurar ve küçük bir atölyede motorlu araçlar için yaprak yay üretimine başlar.

1940: Ticaretin nabızı İstanbul'da atmaktadır. İbrahim Uzel geliştirmekte olduğu işlerini ailesini de yanına alarak İstanbul'a taşır. Yeni imalathanesi Sirkeci'dedir ve yaprak yay üretiminin yanı sıra şasi ve çeşitli karoser parçalarının da üretimini gerçekleştirir.

1948: İbrahim Uzel'in iş ünvanı tescil edilerek dönemin Ticaret Sicil Gazetesi ve Piyasa Cetveli'nde "İbrahim Uzel" olarak yayınlanmasıyla İstanbul'da resmileşir.

1953: Grubun yeni ünvanı "İbrahim Uzel ve Ortakları Limited Şirketi" olarak değiştirilir. İştigal konusu olarak ise, "Şirket, otomobil makası ve otomobil aksamı imalatıyla yedek parça imalatı ve her türlü sınai ve ticari faaliyetle iştigal eder, iştiraklerde bulunabilir" yazılır. Grubun merkezi Sirkeci-İstanbul olarak belirtilir.

1958: Sirkeci'deki imalathane mevcut üretim için yetersiz kalır. İbrahim Uzel yeni bir yer arayışına girer. Bugün Uzel Makina'nın halen faaliyet gösterdiği Rami'deki alan bulunur ve inşaat işlemlerine başlanır.

1961: İngiliz kökenli Massey Ferguson Group Limited firması Türkiye'de traktör üretimini gerçekleştirmek için kendine güvenilir ve yeterli üretim alanına sahip bir firma arayışına girer. İbrahim Uzel ve Ortakları Limited Şirketi'nin kapıları Massey Ferguson Group Limited'e açılır ve traktör üretimi konusunda lisans anlaşması imzalanır.

1962: Üretim hattından ilk traktör çıkar. Böylece iki yıl sonra piyasadan kalkacak olan Minneapolis Moline traktörlerini ayrı bir çerçevede değerlendirirsek, Türkiye'de üretilen ilk traktörler UZEL traktörleri olur.

1964: UZEL, motor üretimine başlamak üzere, Perkins Engines Limited ile lisans anlaşması imzalar ve dizel motor fabrikası girişimini gerçekleştirir. Türkiye'de bir ilke imza atılmıştır.

1970: Traktör üretiminin yanı sıra otomotiv ürün yelpazesini de geliştiren UZEL, ilk jant üretimini gerçekleştirir.

1971: Traktör ve Anadol marka otomobiller için fren ile helisel yay üretimleri gerçekleştirilir.

1972: Girling Limited ile fren üretimi konusunda know-how anlaşması imzalanır.

1973: Burman&Sons firması ile direksiyon kutusu, Fergat SpA ve Gianetti Route SpA ile otomobil, kamyon ve traktör jantı üretimi konularında teknik işbirliği ve know-how anlaşmaları imzalanır. UZEL, Döktaş ve Asil Çelik gibi Türkiye için, konusunda öncü ve dev sanayi şirketlerinin kuruluşuna iştirak eder.

1974: İlk direksiyon kutusu üretimi gerçekleştirilir.

1976: İşletme sermayesi ve hacmi genişleyerek Uzel Makina Sanayi A.Ş. olarak tescil edilir.

1977: UZEL, Ahmet Uzel'in başkanlığında Holdingleşir.

1981: Traktörlerin satış ve satış sonrası hizmetlerinin koordinasyonu amacıyla yurt içi dağıtım organizasyonu kurulur.

1994: Yaprak yay ve denge çubuğu üretimi için Rejna SpA ile teknik işbirliği, endüstriyel motor üretimi için ise Perkins Engines Limited ile lisans anlaşması imzalanır.

1995: Traktör yedek parça pazarlamasına başlanır.

1996: UZEL Grup şirketlerindeki hisseleri konsolide eder.

UZEL'in Avrupa bölge merkezi Pelico Industries SA kurulur. Brüksel'de konumlu olan Şirket, UZEL'in ithalat ve ihracat işlemlerini yürütmektedir.

1997: UZEL, Tarım Makinaları Ünitesi iştirakinin % 15'ini halka açar ve hisseleri Londra ve İstanbul Borsaları'nda işlem görmeye başlar. UZEL Hisseleri Londra Borsa'sında işlem gören ilk Türk Şirketleri'nden biridir.

1998: UZEL, organizasyonunun esnek ve kendini yenileyerek öğrenen bir yapıya kavuşmasını yönetecek Sürekli Gelişim Proje'sini faaliyete geçirir.

Uzel Tüketici Finansmanı ve Kart Hizmetleri A.Ş. şirketi faaliyete geçer ve ilk etapta Tarım Makinaları Ünitesi'ne finansman desteği vermeye başlar.

1999: UZEL, Sürekli Gelişim projesi kapsamında yürüttüğü Kurumsal Kimlik çalışması paralelinde logosunu yeniler.

Kanada kökenli Schulte ile taş toplama makinaları, İtalyan Rimeco firması ile pancar hasat makinaları için distribütörlük anlaşmaları gerçekleştirilir.

UZEL, iş süreçlerini planlama, uygulama ve tüm grupta kontrol etme çözümlerini sunan SAP R/3'ü kullanma konusunda da ilk Türk Otomotiv Şirketi olur.

Uzel Sigorta ve Aracılık Hizmetleri A.Ş. faaliyete geçer.

2000: UZEL, 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 atar.

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

Tarım Makinaları Ünitesi, Londra merkezli tarım makinaları konusunda Avrupa'nın önde gelen enformasyon ve 2. el tarım makinaları ticaret şirketi Farmec Limited'e ortak olur.

Makedonya'da Balkan pazarına seslenmek için Uzel, Farmec.com Limited'i kurar.

İnsan kaynakları, eğitim, bilgi sistemleri, mali işler gibi paylaşılan hizmetleri sunmak ve sinerjiyi artırmak amacı ile Uzel Park Danışmanlık ve Ticaret A.Ş. faaliyete geçer.

2001: UZEL, The Pucic Palace adı ile Hırvatistan'da butik otel yatırımı yapar.

Kosova'da tarım makinaları konusunda distribütörlük ağı kurulur.

Dünyanın en büyük Servis Grupları'ndan Cendant'a bağlı, Dünya'nın en Büyük Emlak Pazarlama ve Danışmanlık Şirketi Century 21'in Türkiye hakları alınır.

2002: UZEL, Değişimle bütünleşmiş kimliği doğrultusunda ana iş alanlarını çağdaş bir yönetim felsefesi ile bütünleştirerek şekillendirir. UZEL, 4 iş ünitesi altında yapılır.

- Tarım Makinaları
- Otomotiv Sistemleri
- Motor
- Kapital (www.uzel.corp)

6.2 Traktör Kaput Ürün Ailesi İçin Değer Akış Yönetimi ve Kanban Uygulaması

Uygulamanın yapılmış olduğu UZEL Makine A.Ş., % 42’lik pazar payı ile Türkiye traktör piyasasındaki talebin çok büyük kısmını karşılamaktadır. Firma, müşterilerinin beklentilerine daha iyi cevap verecek farklı çözümler üretmeye devam ederken aynı zamanda ürün ve hizmetlerinin uluslararası yetkinlik ve kalite standartlarını karşılayacak düzeyde olması konusunda da son derece hassastır. Bu nedenle, müşteri memnuniyetini sağlamak ve düşük maliyetli üretimi gerçekleştirmek için firmada yalın üretime geçiş çalışmaları başlatılmıştır. Bu kısımda, UZEL Makine A.Ş. tarafından üretilen traktörlerde kullanılan kaput ürün ailesine ilişkin değer akış haritalandırılma çalışması ve iyileştirmeye yönelik conwip sistem tasarım önerisi sunulmuştur.

Uzel Makina A.Ş.’de üretilen traktörler için 14 çeşit kaput kullanılmaktadır. Her traktörde bir adet kaput kullanılmaktadır. UZEL Makine’nin yıllık ortalama üretim miktarı olan 17000 traktörün %18’i ihraç edilmektedir. Yılda ortalama 20000 ton kaput kullanılmaktadır. Kaputların hammaddesi olan metal saclar işletme dışından tedarik edilmektedir.

6.2.1 Mevcut Durumun Haritalandırılması

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

Ele alınan değer akışı kaputun üretim sürecidir. Son müşteri olarak traktör montaj alınmıştır.

6.2.1.1 Traktör kaput ürün ailesine ait bilgiler

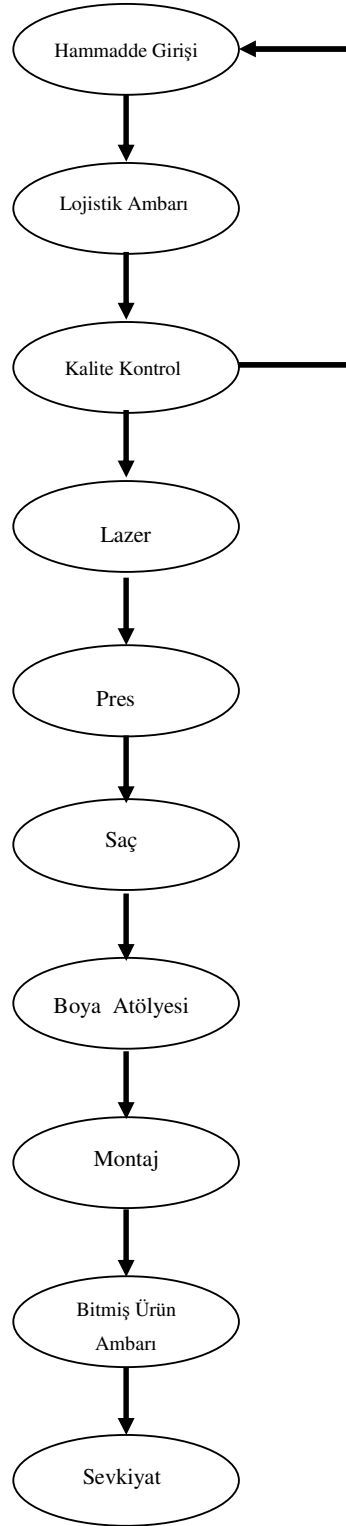
Kaput, traktörde kullanılan büyük parçalardan biridir ve her traktörde bir tane kullanılmaktadır. Kaput, üst, sağ yan ve sol yan panellerden oluşmaktadır. Kaputta kullanılan büyük gri parça kaputun ön kısmıdır. Diğer sac parçalarla birlikte bu parçanın birleşimi montaj hattında yapılmaktadır. Kaputta kullanılan paneller boya atölyesinde kırmızı renkte boyanmaktadır. Ön parça ve panellerin birleştirilmesi ana traktör montaj hattını besleyen kaput ön montaj atölyesinde gerçekleştirilmektedir. Bütün parçalar birleştirildikten sonra kaput kompleksi Massey Ferguson marka ve model etiketi yapıştırılmaktadır. Kaput, sırasıyla lazer, pres, sac ve ön montaj atölyelerinde çeşitli işlemler görmektedir. Burdaki işlemlerden sonra kaput kompleksi ana traktör montaj hattında traktöre monte edilmektedir.

6.2.1.2 Üretime İlişkin Veriler

Uzel Makina’da üretim Giyotin, Pres, Saç, Talaşlı İmalat, Boya ve Montaj atölyelerinde gerçekleştirilmektedir. Ancak, bu uygulamada değer akışı incelenen traktör kaput üretimi laser, pres, sac boya, montaj 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.
- Pres atölyesinde hidrolik ve pnömatik presler bulunmaktadır. Pres atölyesinde parça üretimi katile şeklinde yapılmaktadır. Kaput ürün ailesi için parti büyüklüğü olarak, planlanan haftalık traktör üretim miktarı alınmaktadır.
- Saç atölyesinde hücresel imalat yapılmaktadır. Dolayısıyla, üretim esnek bir biçimde gerçekleştirilmekte olup, parti büyüklüğü için herhangi bir alt sınır sözkonusu değildir. Hücrelerin düzeni tamamıyla hücredeki operatörlere ait olup, ara stokların taşınması, hücrenin düzenlenmesi hidrolik araçlarla operatörler 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 bildirmekte ve bu parçaların tedarik edilmesini sağlamaktadır.

Uzel A.Ş. kaputlar için kullanılan sac malzemeyi Borçelik ve Ereğli Demir Çelik fabrikasından ortalama olarak haftada bir temin etmektedir. Ereğli Demir Çelik’ten siparişler, para ödendikten 3 ay sonra, Borçelik’ten ise 10 gün içinde temin edilmektedir. Ereğli Demir Çelik’e 2 aylık tahmini siparişler ve 3 haftalık kesin siparişler gönderilmektedir. Hammadde tedariki haftada bir yapılmaktadır. Hammadde ambarına gelen sac malzemeler gerekli kontrollerin yapılmasından sonra sırasıyla kesme işlemi için lazer atölyesine, şekil verme ve kenar kıvrırma işlemleri için pres atölyesine, puntalama işlemleri için ise sac atölyesine gitmektedir. Sac atölyesinden çıkan yarımamüller astar ve son kat işlemleri için boya atölyesine gitmekte ve boyama işlemleri biten yarımamüller de montaj atölyesindeki kaput hücresine gitmektedir. Traktör montaj hattını destekleyen bu hücrede kaputun ön montajı yapılmaktadır. Ön montajı tamamlanan kaputlar ana montaj hattına gönderilerek traktöre monte edilmektedir. Montajı tamamlanan traktörler de yurt dışına ihraç edilmekte veya yurt içinde bayilere gönderilmektedir. Traktör kaput kompleksinin atölyelerdeki iş akışları Şekil 6.1., Şekil 6.2., Şekil 6.3., Şekil 6.4. ve Şekil 6.5.’de görüldüğü gibidir.

Tüm fabrika içerisinde traktör kaput ürün ailesine ait iş akışı

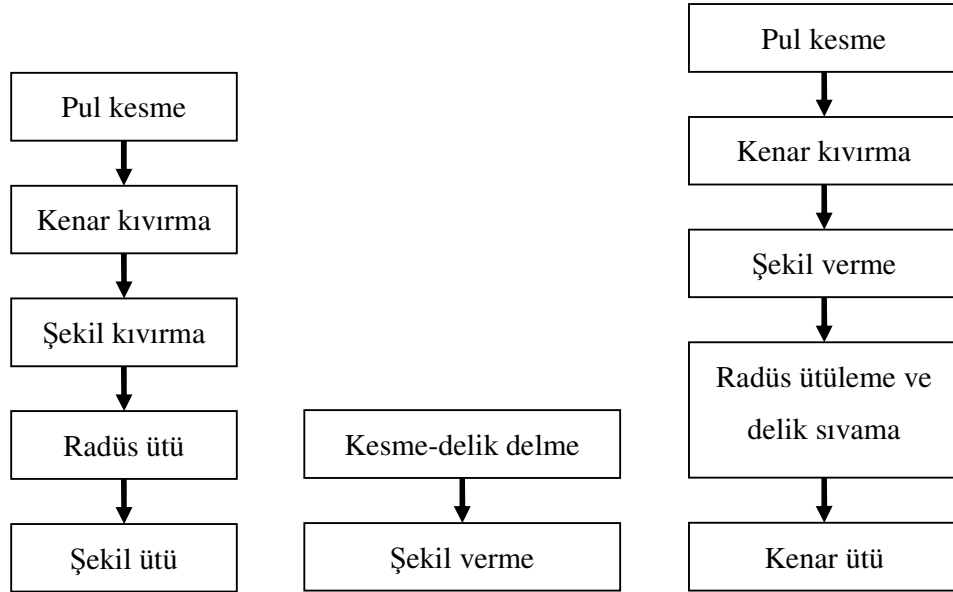
Şekil 6.1. Traktör kaput ürün ailesi iş akış şeması

Üretim Atölyelerinde traktör kaput ürün ailesine ait iş akışları

- **Lazer atölyesinde gerçekleştirilen iş akışı**

Lazer atölyesinde ard arda gelen bir iş akışından söz edemeyeceğiz. Çünkü lazer bölümünde kesme-delme, lazer kesim, kesme ve pul kesme gibi işlemler her bir kaput modeli için ilk işlem olarak ve bir kerelik yapılır. Her bir kaput modeli lazer atölyesinden geçmez, birkaç istisna vardır. Lazer işlemi diğer atölyelerdeki işlemlere göre daha sade ve daha basit bir işlemdir. Bu nedenle , hazırlık ve sökme süreleri sıfıra yakın, üretim süresi de azdır. Lazerden sonra parça direk prese gider.

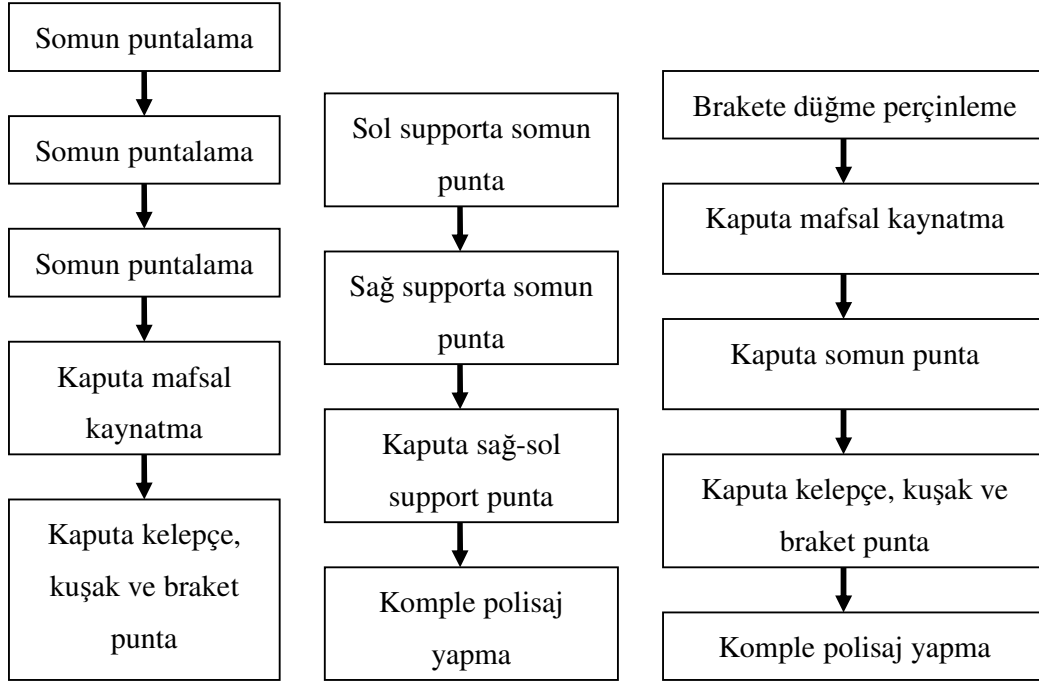
- **Pres atölyesinde gerçekleştirilen iş akışı**



Şekil 6.2. Pres atölyesindeki iş akışı

14 model kaputun iş akışları bu üç şekildeki gibi değişmektedir. İş akışlarından da anlaşılacağı gibi kesme, delme ve şekil verme ortak işlemlerdir.

- Saç atölyesinde gerçekleştirilen iş akışı



Şekil 6.3. Saç atölyesindeki iş akışı

Saç atölyesinde işlemler diğer atölyelere göre daha karmaşık bir yapı sergilemektedir. Farklı modellerde ortak işlemler yapılmaktadır. Bunlar; çeşitli puntalama işlemleri ve polisaj yapma işlemleridir.



Şekil 6.4. Presten gelen yarımamüller hücrenin giriş kısmındaki stok alanına getiriliyor



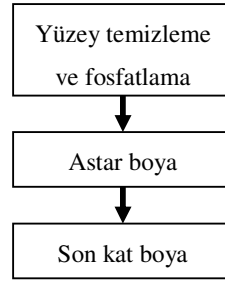
Şekil 6.5. Saç atölyesi kaput hücresi; hücre u-tipi haline getirilmiş



Şekil 6.6. Saç atölyesi yarımamül stok alanı

Saç atölyesindeki operasyonları tamamlanan parçalar hücre çıkışının yanındaki yarımamül stok alanında boya atölyesine gitmek için tutuluyor.

- **Boya atölyesinde gerçekleştirilen iş akışı**



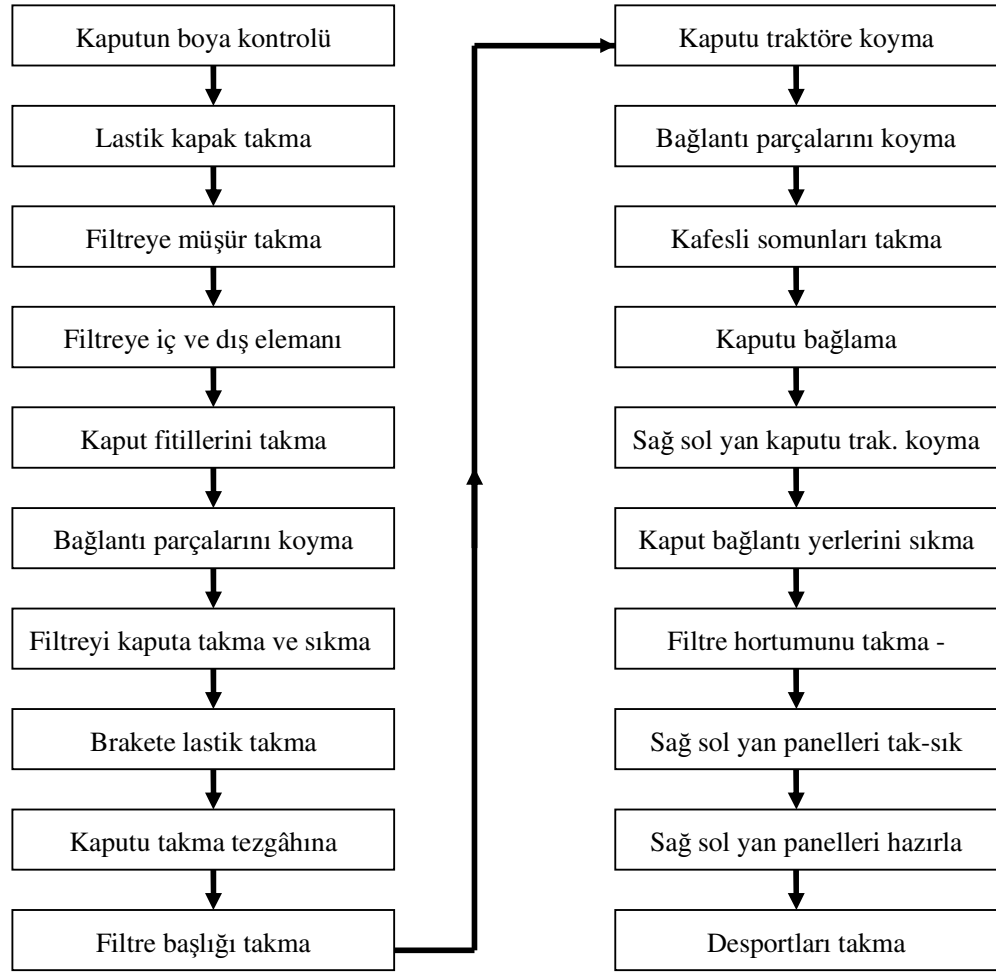
Şekil 6.7. Boya atölyesindeki iş akış şeması

Boyahanedeki işlemler 3 basamaktan oluşmaktadır ve tüm modeller için aynı işlemler yapılmaktadır.

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 atölyesine üretilen parçalar doğrudan boyaya gitmektedir. Tüm parçalar geliş ya da öncelik sıralarına göre havai konveyörlere konularak işlem yapılmaktadır.

Atölyeler arası taşımada ve yarımamüller ambarda saklanırken farklı ebatlarda palet, sandık ve askılar kullanılmaktadır.

- Montaj atölyesindeki iş akış şeması



Şekil 6.8. Montaj atölyesindeki iş akışı

Montaj atölyesinde iş akışı küçük fakat çok sayıda operasyonun birleşmesinden oluşmuştur. Değişen traktör modellerine göre proseslerde de bir takım değişiklikler olmaktadır. Buna rağmen genel iş akışı şekil 6.8.'de görüldüğü gibidir.



Şekil 6.9. 240 S traktörde kullanılan kaput kompleksi



Şekil 6.10. 240 S model traktöre montaj edilen kaput kompleksi



Şekil 6.11. Yarımamüllerin iletimi

Boya atölyesindeki operasyonlar bittikten sonra yarımamüllerin kontrolü yapılmaktadır. Sonrasında bu parçalar, montaj atölyesindeki ana hattı besleyen hücreye forkliftler vasıtasıyla taşınmaktadır. Forkliftten alınan parçalar hücre yanındaki stok alanına yerleştirilir. Montajı yapılacak olan parçalar, bu stok alanından üretilecek modele göre sırayla alınıp hücredeki konveyörlü bir sistem üzerine yerleştirilir. Parçada yapılacak birleştirme operasyonları yapılır. Parça en sonunda konveyörlü sistem üzerinden vinçle alınarak, ana traktör montaj hattı üzerinde traktöre monte edilir.



Şekil 6.12. Yarımamül stok alanları



Şekil 6.13. Yarımamül stok alanları



Şekil 6.14. Traktör kaput ön kısım



Şekil 6.15. Traktör kaput gövdesinin konveyörlü sisteme yerleştirilmesi



Şekil 6.16. Kaputun birleştirme operasyonları



Şekil 6.17. Kaputun konveyörlü sistem üzerinde ilerleyişi



Şekil 6.18. 240 S model traktöre kaputun montaj edilmesinden önceki hal



Şekil 6.19. Kaputun 240 S model traktöre montajından sonraki durum



Şekil 6.20. Traktör kaput gövdesinin 240 S model traktöre montajından sonra



Şekil 6.21. Kaputun montajından sonra üretim hattının ilerleyişi

UZEL Makina'da çalışma saatleri ve vardiya uygulaması atölyelere göre farklılık göstermektedir. Bir ayda 20 işgünü vardır.

Normal mesai 7:30 -17: 30 arasındadır. 2 vardiya çalışıldığındaki çalışma saatleri 7:30-15:30, 15:30 – 23:30 saatleri arasındadır. 3 vardiya çalışıldığında ise çalışma saatleri 7:30- 17:30, 15:30- 23:30 ve 23:30-7:30 arasındadır.

Montaj atölyesi 9 saatlik tek vardiya halinde çalışmaktadır. Ancak, parça eksikliği durumunda 2 vardiya çalışabilmektedir. 1 saatlik yemek arası ve 10'ar dakikalık iki çay molası verilmektedir. Buna göre toplam çalışma zamanı:

$$9 \times 60 - (2 \times 10) - 60 = 460 \text{ dak.} \times 60 = 27.600 \text{ sn./gün}$$

Giyotin, lazer, pres, boya atölyeleri 9 saatlik 2 vardiya ile çalışmaktadır. Boya atölyesi özel durumlarda 3 vardiya da çalışabilmektedir. 1 saatlik yemek arası ve 10'ar dakikalık iki çay molası verilmektedir. Buna göre toplam çalışma zamanı:

$$(9 \times 60) - 60 - (2 \times 10) = 460 \text{ dak.} \times 60 = 27.600 \text{ sn.} \times 2 \text{ vardiya} = 55.200 \text{ sn./gün}$$

UZEL Makina'da normal mesaiyle haftada 5 gün üretim yapılmaktadır. Vardiyalı olarak çalıştıklarında ise Cumartesi dahil olmak üzere 6 gün üretim yapılmaktadır. Yılda 15 gün fabrika genel bakım nedeniyle kapalı kalmakta, buna göre yılda 50 hafta fiili üretim yapılmaktadır.

Güvenilirlik oranı=(gerçek operasyon süresi-takım değiştirme süresi)/gerçek operasyon süresi formülüyle hesaplanmaktadır.

Gerçek operasyon süresine dahil edilmeyen süreler Uzel Makine'nin yapmış olduğu tezgâh ve hat duruş kayıpları analizinde;

1. Planlı duruş nedenleri: Temizlik (5S temizliği, ekstra temizlik), bakım, çay molası, eğitim, proses parametreleri ölçümü ve ayarları, idari (kalite geliştirme toplantısı ve ölçülen bilgilerin kaydı), gün içinde alınan kısa süreli izinler, geliştirme-numune-deneme çalışmaları, programlama (CNC tezgâhlara yeni program yapmak için) ve diğerleri

2. Plansız duruş nedenleri: (SETUP) Kalıp ve aparat değişimi için harcanan zaman, kalıp tashihi, forklift bekleme (kalıp bağlama/sökme), kalibrasyon (ölçü aletlerinin kalite kontrolde ölçümü), test için çalıştırma (tezgâh, kalıp, malzeme), programlama (CNC tezgâhlarının program düzeltilmesi, takım değiştirme ve dönüşüm (aparat, kalıp ve punta uçlarının değişimi), (ARIZA) tezgâh arızası(mekanik, elektrik, tesisat) ve diğerleri

3. Küçük duruş nedenleri: Parça eksikliği (giyotin, otomotiv, talaşlı imalat, yan sanayiden gelecek malzemelerin beklenmesi), operatör yokluğu (tuvalet, ambar, montaja gitmek ve tezgâhı terk etmeyi gerektiren her şey), elektrik kesilmesi, doğalgaz kesilmesi, hava/su kesilmesi, başlangıç kayıpları (motor devrini alana kadar geçen süre veya tav ocağının ısınması v.b.), önceki operasyonları bekleme, beklemeye neden olan ölçme, taşıma (malzemelerin operasyon için taşınması), forklift ve traktör bekleme (malzeme, sandık getirme/götürme vb. sebeplerden dolayı bekleme), üretimde kullanılacak parçaların ayıklanması

4. Proses hataları: Hurda, tashih, iade

şeklinde belirtilmiştir.

Yapılan analiz sonucunda; temizlik için 10 dk, çay molası için 20 dk, bakım için 5 dk, proses parametrelerinin ölçümü ve ayarı için 3 dk, kalıp ve aparat değişimi için 5 dk, takım değiştirme ve dönüşüm için 7 dk, operatör yokluğunda 5 dk, ve taşıma için 20 dk zaman harcadığı gözlenmiştir. Atölyelere ait günlük ortalama stok değerleri Çizelge 6.1 ve 6.2’de verilmiştir.

Çizelge 6.1. Sac atölyesi günlük ortalama stok değerleri

MALZEME NO	EYLÜL-EKİM-KASIM ORTALAMA STOK	BİRİM
0012400U93S	100,254	ADET
00113724U91S	0	ADET
00113652U91S	27,791	ADET
0019166U91S	29,166	ADET
0018151U91S	25,371	ADET
0018228U91S	18,725	ADET
0018150U91S	6,32	ADET
0018150U92S	6,32	ADET
00113526U91S	0,462	ADET
0016888U93S	9,375	ADET
0017513U93S	2,923	ADET
0013484U92S	5,846	ADET
1672659T92S	26,495	ADET
0015381U91S	3,429	ADET
TOPLAM	262,477	ADET

Çizelge 6.2. Pres atölyesi günlük ortalama stok değerleri

MALZEME NO	EYLÜL-EKİM-KASIM ORTALAMA STOK	BİRİM
0012199U2P	106,956	ADET
00113725U1P	10,374	ADET
00113653U1P	17,56	ADET
0019165U1P	77,45	ADET
0017512U1P	104,902	ADET
0017512U1P	104,902	ADET
0017018U1P	86,043	ADET
0012747U2P	30,703	ADET
00113527U1P	4,352	ADET
0017018U1P	86,043	ADET
0017512U1P	104,902	ADET
0013483U2P	12,824	ADET
1672554T2P	29,803	ADET
0015558U1P	2,725	ADET
TOPLAM	779,539	ADET

Takt süresi= Net çalışma süresi/Günlük Talep

Net çalışma süresi= $9 \times 60 - (2 \times 10) - 60 = 460$ dak.

Günlük Talep= 80 kaput/gün

Takt süresi= $460/80 = 5,75$ dk.

Her atölye için çevrim zamanı, hazırlık zamanı, kalıp değiştirme zamanları, makine güvenilirlik oranı hesaplanmıştır. Atölyelere ait hesaplamalar Çizelge 6.3’de verilmiştir.

Çizelge 6.3. Atölyelere ait hesaplamalar

	LAZER	PRES	SAC	BOYA
Çevrim süresi	1,73 dk.	1,56 dk.	10,41 dk.	1,4 dk.
Hazırlık süresi	0 dk.	59 dk.	24 dk.	0 dk.
Makine güvenilirlik oranı	%87	%84	%92	%100
Çalışma süresi	920 dk.	920 dk.	920 dk.	920 dk.
Vardiya	2	2	2	2
Stok	488 adet	780 adet	262 adet	61 adet

UZEL Makina, kaput üretiminde kullandığı sac malzemeleri Erdemir ve Borçelik’ten temin etmektedir. Bu tedarikçilerden Erdemir’e 3 ayda bir iki ay sonrası için, Borçelik’e ise ayda bir iki ay sonrası için sipariş verilmektedir. Verilen siparişler üretildiğinde, ücretleri ödenerek, anlaşmalı nakliyeciler vasıtasıyla haftalık olarak Uzel Makina’ya getirilmektedir. Eğer siparişler belli bir süre içinde alınmazsa, bu ürünlerin fiyatına ayrıca ambar ücreti de eklenmektedir.

6.2.1.3 Bilgi Akışına İlişkin Veriler

Uzel Makina’da üretim planlama “Lojistik Departmanı” tarafından yapılmaktadır. Lojistik departmanı 5 ana kısımdan oluşmaktadır:

- Üretim planlama
- Montaj planlama
- Sevkiyat
- Yurtiçi tedarik
- Yurtdışı tedarik

Piyananın 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” oluşturulmaktadır..

Lojistik departmanında bu tahminler aylık hatta günlük düzeye indirilir. Lojistik departmanı, SAP R/3 ERP paketini kullanmakta ve siparişleri “İlk Gelen Önce” kuralına göre işlemektedir. İmalat proseslerine haftalık ve/veya aylık çizelge ve sevkiyata günlük çizelge göndermektedir. Hem bayilerden aylık olarak hem de son montaj hattından gelen siparişler doğrultusunda ana tedarikçiye iki aylık tahmini siparişleri ve üç haftalık kesinleşmiş siparişleri göndermektedir.

Daha sonra bu talep bilgileri Uzel Makine A.Ş.’de kullanılmakta olan SAP’nin “Satış Dağıtım Modülü” kullanılarak MRP programına girilir ve her akşam MRP çalıştırılarak, malzeme ihtiyaçları belirlenir. MRP, emniyet stok miktarı, asgari parti büyüklüğü gibi planlama parametrelerine göre; Uzel’de üretilecek parçalar için “üretim siparişi” çıkarmaktadır.

Lojistik departmanında her parça için görevli bir “Malzeme İhtiyaç Planlama Sorumlusu” vardır. Bu sorumlular, kendi sorumlulukları altındaki parçaları kontrol ederek, bunları üretim siparişlerini çıkarırlar.

Sac atölyesinde bir hafta sonrasının üretimi yapılarak bu miktar stok olarak tutulur. Sac atölyesinden çıkan malzemeler traktörlere yerleştirilen özel sehpalarla boya atölyesine taşınmaktadır. Bunun yanı sıra boyama işlemine tabii tutulmayarak direk montaja giden parçalar da vardır. Ancak çok az miktardadır.

Lazer atölyesi ve pres atölyesi arasında 0, pres atölyesi ile sac atölyesi arasında 3 günlük üretime karşılık gelen yani 240 adetlik, sac atölyesiyle boya atölyesi arasında ise 0 emniyet stoğu tutulmaktadır. Lazer-pres, sac-boya gibi eşgüdümlü çalışan atölyeler arasında emniyet stoğu bulundurmaya gerek görülmemiştir.

Tüm bu verilere göre traktör kaput ürün ailesi için oluşturulan mevcut durum değer akış haritası Şekil 6.22.’de görülmektedir. Traktör kaput mevcut durum haritası, ana tedarikçilerden malzeme tedariki ile traktör kaput kompleksinin UZEL’in son montaj hattına teslimi arasında kaputların kapıdan kapıya akışı ile sınırlandırılmıştır.

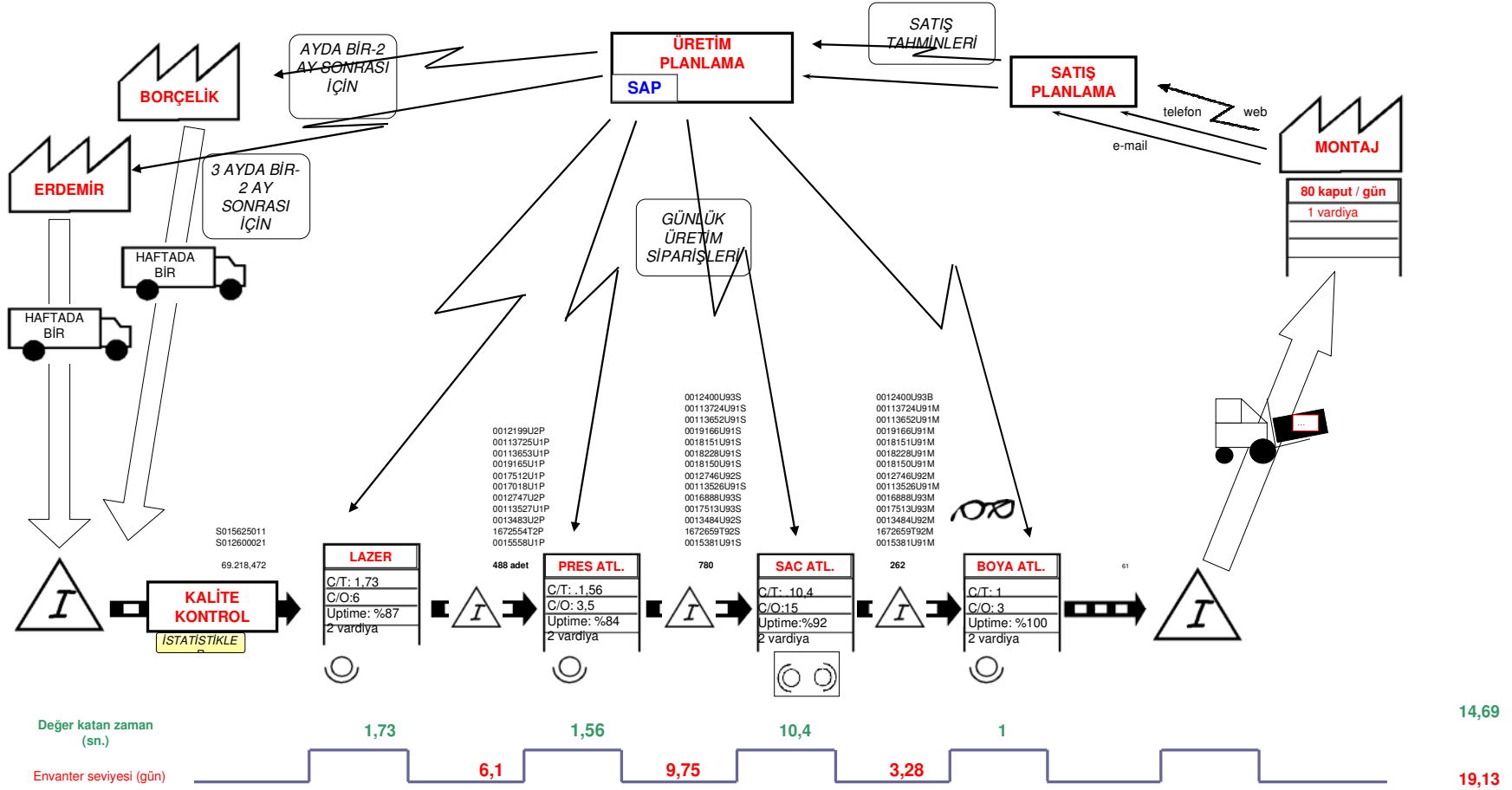
Fabrikadaki atölyeler arasında genel olarak itme sistemi uygulanmaktadır.

Üretime baktığımızda, ilk olarak iki farklı sac hammaddesi gelmekte; bunlar modellerin ihtiyaç duyduğu şekle göre lazerde kesilmekte ve 11 farklı model şeklinde pres atölyesine gelmektedir. Pres atölyesinde gerçekleştirilen farklı operasyonlarla 14 farklı mamül olarak çıkmaktadır. Bu 14 model üretim süreci içerisinde sadece boya atölyesinde farklı hale gelmez. Hepsini aynı operasyonları görür.

Uzel Makine’de bu farklılaşma malzeme numaralarına eklenen harflerle tanımlanır. Örneğin; sac atölyesinden çıkan yarımamül mamül numarasının sonuna S harfini, pres atölyesinden çıkan bir yarımamül ise mamül numarasının sonuna P harfini alır.

Stok tutmak en büyük kaybımız olduğundan birinci önceliğimiz bu ara stokların azaltılmasıdır. Set-up zamanlarının uzun olması, üretim planlamanın stok yaklaşımı, fazla çeşitlilik gibi nedenlerden doğan kayıplarımızı da iyileştirmemiz gerekmektedir. Sonuç olarak; kaput üretimindeki değer katmayan işleri belirlemeli ve bunları ortadan kaldırmak için gerekli çalışmaları yapmalıyız.

Bu verilen bilgiler doğrultusunda oluşturulmuş olan mevcut durum haritası Şekil.6.22.’de verilmiştir.



Şekil 6.22. Kaput ürün ailesi mevcut durum haritası

6.2.2 Gelecek Durumun Haritalanması

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

6.2.2.1 Yapılan iyileştirmeler

Saç atölyesinde kaput ürün ailesinin operasyonları hücre 3'te yapılmaktadır. İlk durumda, hücrenin bulunduğu bölgedeki uygunsuzluklar nedeniyle hücredeki tezgâhların hücresel çalışma sistemine uygun olmama sorunu vardır. Mevcut durumda tezgâhların yönleri, kaput ve yan panel komple sayılarının çoğalması, operasyonlar arası geçiş süresinin uzun olmasına neden oluyordu. İyileştirme faaliyetindeki hedef hücre bölgesinin değiştirilerek operasyonlar arası geçiş süresinin düşürülmesidir. Hücrede yerleşim düzenlemesi yapılarak Hücre 3 kaput hücresi olarak düzenlendi ve daha seri imalat yapılması sağlanmış oldu. Hücre u şekline getirilerek akışın düzenliliği sağlandı. Hücre 5S'e uygun hale getirildi.



Şekil 6.23. Kaput hücresinin düzenleme yapılmadan önceki hali

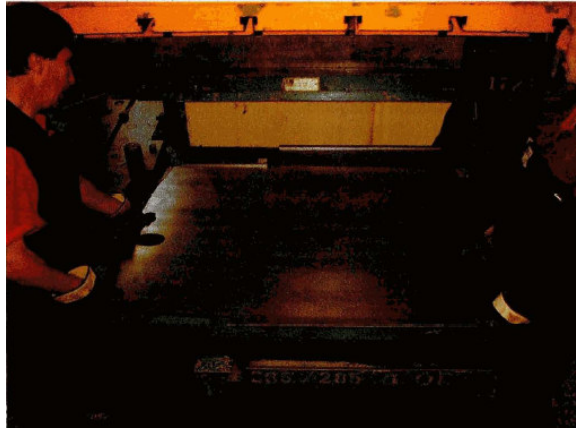
Şekil 6.2.4.'de görüldüğü gibi kaput hücresinin yerleşimi u-tipi yerleşim haline getirilerek, parça operasyonlarına hattın başından başlanmakta ve hat boyu gerekli operasyonlar sırasıyla yapılmaktadır. Son operasyon bittikten sonra hattın çıkış kısmından alınan parçalar hücre

yanındaki yarımamül stok alanlarına yerleştirilmektedir.



Şekil 6.24. İyileştirmeden sonraki durum

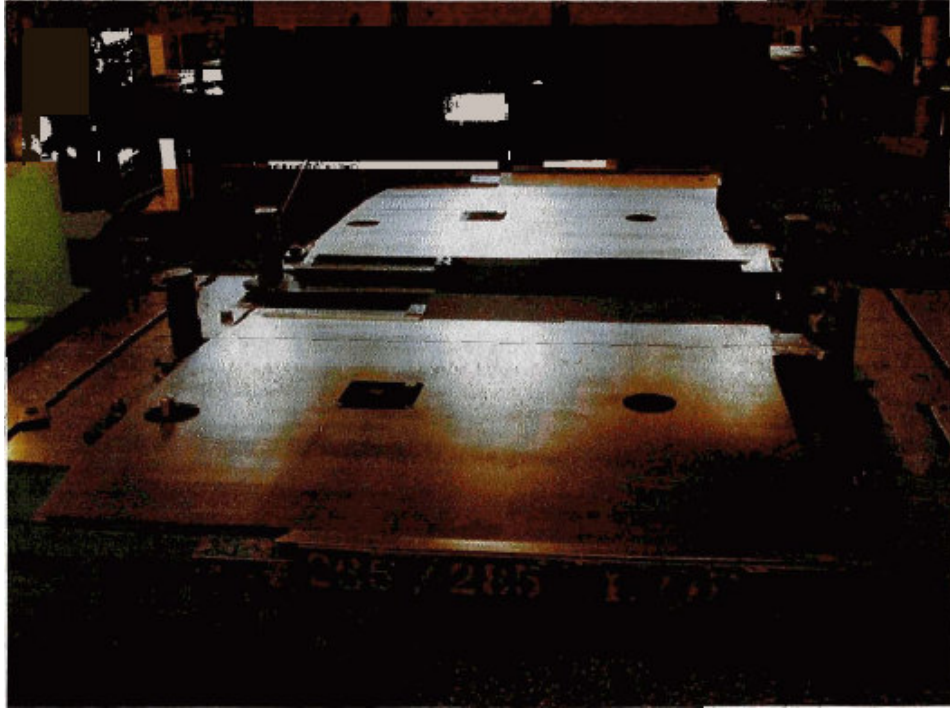
Bir diğer problem de, 1672962M3P, 1672963M3P, 0014052U1P, 0017707U1P no'lu kaput saclarının üretim sürelerinin uzun olmasıdır. Mevcut durumda bu kaput saclarının 1. ve 2. kenar kıvrırma operasyonları 4 çalışanla yapılmaktadır. Problem incelendiğinde, prosesler arası taşıma ve ara stokların fazla olduğu ve parçaların üretim sürelerinin yüksek olduğu görülmüştür.



Şekil 6.25. Operasyon 4 çalışanla yapılıyor

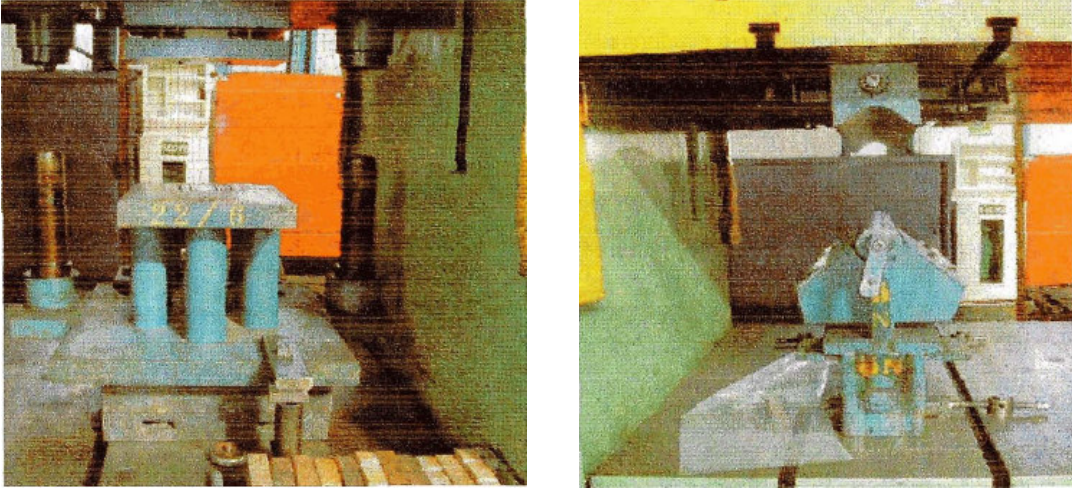
Buradaki hedef operasyon süresini azaltmaktır. Bunun içinde kalıpların alt ve üst tabla yükseklikleri ayarlanarak tek tezgaha bağlantı yapılmış böylelikle operasyonların birleştirilmesi sağlanmıştır.

İki kalıbın tabla yüksekliklerinin ayarlanmasıyla 1. ve 2. kenar kıvrırma kalıpları aynı anda tezgaha bağlanarak bu işlemlerin aynı anda yapılması sağlandı. Yapılan bu iyileştirmeye zaman tasarrufu sağlanmış, operasyonlar arası taşıma elimine edilmiş, 1 adet setup süresi de elimine edilmiş oldu.

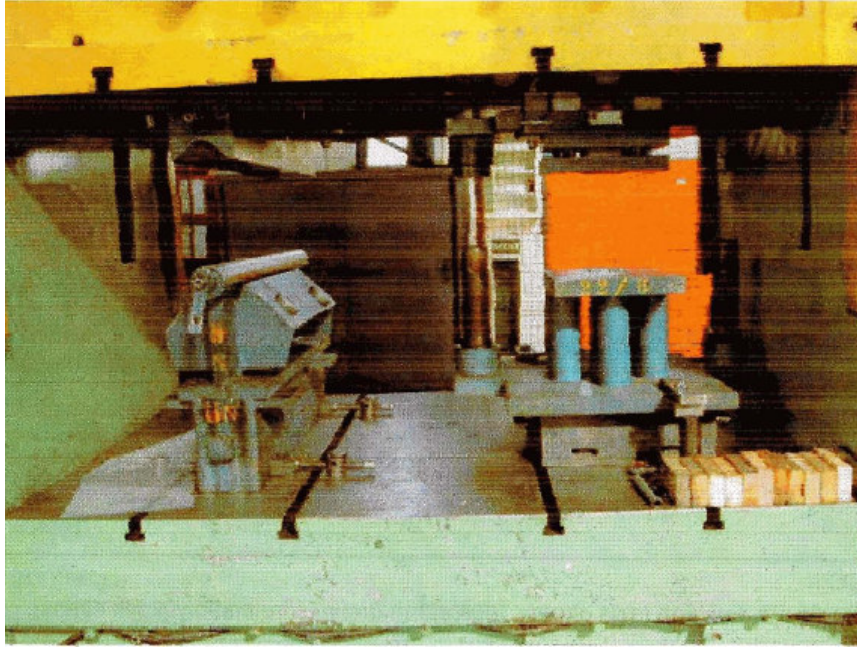


Şekil 6.26. Operasyonların birleştirilmesi

1672962M3P, 1672963M3P, 0014052U1P, 0017707U1P, 0012199U2P, 0012600U1P no'lu kaput saclarının radyüs kapama ve kare delik sıvama operasyonları farklı tezgahlarda ayrı çalışanlar tarafından yapılmaktadır. Prosesler arası taşıma ve ara stokların fazla olduğu ve parçaların üretim sürelerinin yüksek olduğu görülmüştür. Operasyon süresini azaltmak amacıyla, kalıpların alt ve üst tabla yükseklikleri ayarlanmış, böylelikle tek tezgaha bağlantıları yapılarak operasyonların birleştirilmesi sağlanmıştır.



Şekil 6.27. Radyüs kapama ve kare delik sıvama operasyonları



Şekil 6.28. Operasyonların birleştirilmesi

İki kalıbın alt ve üst tabla yüksekliklerinin ayarlanmasıyla radyüs kapama ve kare delik sıvama kalıpları aynı tezgaha bağlanarak 70 ve 80 nolu operasyonların aynı anda yapılması sağlandı. Böylece iki operasyon birleştirilmiş oldu. Yapılan bu iyileştirmeye zaman tasarrufu sağlandı, operasyonlar arası taşıma ve 1 adet setup süresi elimine edilmiş oldu.

Tezgâhlarda hazırlanan kaputlar çizilmekte ve kaput konveyörüne aktarımı esnasında montaj güçlüğü yaşanmaktadır. Bu sorun mevcut tezgâhın deforme olması; ve face lift traktörlerin devreye alınmasından sonra ihtiyaca cevap verememesinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 6.29. Kaput konveyörü

Mevcut tezgâhın revize edilmesi ve kaput etiketinin yapışma işlemi için ayrı bir tezgahın yapılmasıyla, kaputların çizilme riski ortadan kaldırıldı, düzenli bir ortam ve montaj kolaylığı sağlanmış oldu.



Şekil 6.30. İyileştirmeden sonraki durum

Kaput çevre fitili, ilave kaput rafı üzerinde stoklanmaktaydı. Bu da kaput çevre fitili stoklama alanının olmaması sorununu gündeme getiriyordu.



Şekil 6.31. Mevcut durumdaki stoklama alanı

Bir adet stoklama rafı yapılarak kaput fitillerinin stoklanması sağlanmıştır. Böylelikle 5S prensiplerine uygun stoklama sağlandı ve dağınıklık önlendi.



Şekil 6.32. Stoklama rafı

Yan kaput hazırlama ve bağlantı parçaları stoklama tezgâhı yetersizdir. Mevut durumda, 3000 serisi ve UTA02 traktörleri yan kaputları hazırlığı burun hazırlama sehpası üzerinde yapılmaktadır. Bu durum kaputların çizilmesine uyumsuz stoklama ile işgücü kayıplarına sebebiyet vermektedir. Problemin kaynağı bağlantı parçaları stoklama ve hazırlık tezgâhının olmayışdır. Önlem olarak, parça stoklama tezgâhı ve üzerinde yan kaput hazırlama aparatı yapılması düşünülmüştür. İyileştirmeden sonra, parça stoklama tezgâhı yapılarak uygun

stoklama alanı oluşturulmuştur. Tezgâh üzerine kaput hazırlama aracı ile aparat ilave edilerek hazırlık aşamasında kaputların çizilme riski ortadan kaldırılıp operasyon verimliliği artırılmıştır.

Yan panellere etiket yapıştırma sırasında aydınlatma yetersizdir, bu yüzden boya kontrolü düzgün olarak yapılamamaktadır. Önlem olarak ilave lokal aydınlatma tesisatının yapılması düşünülmüştür. Lokal aydınlatma tesisatının yapılması ile ortam daha aydınlık olmuş; yan panellere etiket yapıştırılması esnasında boya kontrolü tam olarak yapılmaya başlanmıştır



Şekil. 6.33. İyileştirmeden önceki ve sonraki durumlar

6.2.2.2 Önerilen iyileştirmeler

9 numaralı hücre montaj atölyesinde kaputa ayrılmıştır. Montaj da 3050-60-543-563 traktörlerin kaput yan panel ve alt paneller özellikle sol taraftaki üst üste biniyor ve ayarı aşırı derecede zor oluyor. Bu sorunun giderilmesi için 001734TU1 ve 0017585491 braketlerin radyatör bağlantıları öne-arkaya değil de aşağı yukarı olması gerekmektedir. Böylece yer sorunu çözülebilir ve buna bağla olarak zaman tasarrufu sağlanabilir.

Kaput ve kaput ilave birleşimindeki fitiller 256, 266, 277, 288 platformla traktörlerde ilave kaput ile kaputun birleşim yerinde bulunan fitiller uyumsuzluktan dolayı kesilmekte ve yırtılmaktadır. Ayarı zor olmakta ve ayarlandığında dahi görünüm bozukluğuna sebep olmaktadır. Yırtılmalardan dolayı tahmini fitiller %30 ile %50 arasında hurda olmaktadır. Mevcut fitilin yerine 240 kaputta bulunan fitilin bir parça halinde kaputa ve sağ sol yan panellere takılması yırtılmayı % 100 önleyecektir. Ayrıca kaputun ayarını kolaylaştıracak estetik olarak da daha düzgün bir görünüme kavuşacaktır.

Kaput ve gösterge arasında lastiğin iyileştirilmesi gerekmektedir. 256, 266, 277, 288,

platformlarda kullanılan kaput, yan panel, gösterge arasında kullanılan 1689023M1M nolu lastikler uyumsuzdur. Bu lastiklerin kullanılması sebebiyle kaputun ve yan panellerin göstergeye uyum sağlaması çok zordur. Bu uyumun sağlanması için gösterge sehпасı komple gevşetilerek 25 dk bu uyum ancak sağlanabilmektedir. 240 kaputlarda kullanılan 0012376U2M lastiğinin benzeri bir lastik kullanılarak bu uyum sorunu ortadan kaldırılmıştır. Yan paneller de açıklık kapatılarak ve 1689023M1 lastiklerde % 40 oranında kesilerek hurda sıfıra indirilmiştir. 0012376U2M lastiğin kaputa montaj edilen kısmını kesip buraya 1699373M1 gösterge lastiğini yapıştırarak kaputa ve yan panele montajı sağlanabilir.

Stokların, en büyük israflardan biri olarak görülmesi sonucu sistemdeki israfların minimize edilmesi ya da ortadan kaldırılması gerekmektedir. Bu nedenle, işletmedeki stokların azaltılması gerekmektedir.

Mevcut durumda hammadde tedariki haftada bir yapılmaktadır. Bunun yerine hammaddelerin bir haftadan daha kısa aralıklarla tedarik edilmesi önerilebilir.

Tedarikçilerle birlikte bir milk-run projesi başlatılabilir. Milk run, sadece bu işle görevlendirilmiş bir kamyonun belirli bir rota ve belirli bir zaman tarifesini ile, belirlenen tedarikçilerden üretim parçalarını toplayarak, bunları üretim parçalarının kullanılacağı fabrikaya ulaştırmasıdır. Aracın imalatçıları sırayla, belirli bir rota ile genel olarak her gün gezmesidir. Süt kamyonlarının çalışma sistemini çağrıştırdığı için uygulamaya "Milk Run" adı verilmiştir.

Toyota ile başlayan kanban sisteminin en önemli ayağı sıkça yapılan sevkiyatlardır. Stoğu düşürmek ve sevkiyat-üretim uyumunu en üst düzeye çıkarmak için sevkiyat sıklığının mümkün olduğunca fazla olması gerekmektedir. Tedarik ve tüketimin gerçek zamanlı çalışması için imalatçıdan mümkün olduğunca fazla seferde malzeme alımı gerekmektedir. Bu sebeple hacme göre en yüksek sayıda sevkiyatla günlük mal alımını hedeflenmektedir.

Günlük sevkiyatlar için firmalar, kendi organize ettikleri kamyonlarla tedarikçileri dolaşarak istenen sıklığa göre gereken miktarda malzemeyi toplayıp üretimine yetiştirmek istegindedir. Bu sebeple, hacme göre hesaplanan günlük kamyon ihtiyacı kadar seferde, belirli bir rota üzerinde dolaşan kamyon her uğradığı tedarikçiden istenen kadar malzeme alır.

Tedarikçilere kanban veya sipariş yoluyla bildirilen miktardaki malzemeler toplanmaktadır.

Böyle bir projede, sevkiyat sıklığının fazla olması ve düzgün bir programlama ile stok miktarının düşürülmesi sağlanabilir.

Sac atölyesinde hücresel üretime geçilmesiyle atölyedeki çalışan sayısı 250'den 60'a düşürülmüştür. Hücrelerin oluşturulmasıyla atölye daha sade ve düzenli hale gelmiştir. Ara stoklar operatörler tarafından hidrolik araçlarla taşınmaktadır. Taşıma genelde 8 parça kapasiteli paletlerle gerçekleştirilmektedir. Operatörler kendilerine verilen günlük üretim siparişiyle, burada tanımlanan parça türü ve parça sayısı bilgilerine göre, ihtiyaç duyulan malzemeleri ambar görevlisine bildirmekte ve bu malzemelerin atölyeye temin edilmesini sağlamaktadır. Sac atölyesinde tüm üretim süreçleri hücresel üretime göre düzenlenmelidir. Burda kurulan sistem yapılacak kaizen çalışmalarıyla sürekli iyileştirilmelidir.

Makinaların arızalanma ihtimallerinin düşürülmesi, makine aşınmalarının gecikmesi için ve ekipman etkinliğinin artırılması için fabrikada Toplam Verimli Bakım çalışmaları yapılmalıdır.

Atölyelerdeki çalışma şartlarının ve çalışma düzeninin iyileştirilmesi için ise 5S kurallarına uyulmalıdır.

Atölyede kullanılan pres çok büyük ve ağırdır. Fabrika kurulduğundan beri yeri değiştirilmemiştir çünkü yer değişikliği hem zor hem de maliyetli olmaktadır. Pres atölyesindeki imalata bakacak olursak, üretim ve işçilik sürelerinin kısa olmasına rağmen sökme, bağlama ve hazırlık sürelerinin yüksek olduğu görülmektedir. Pres atölyesinde SMED çalışmaları yapılarak buradaki kalıp-aparatlar ve bunların bağlama şekilleri standart hale getirilebilir.

Fabrika itme sistemine göre çalışmaktadır. Bunu çekme tipine dönüştürmek için kanban sistemleri kurulabilir. Böylelikle prosesler arasındaki ara stokların azaltılması sağlanabilir. Kanban sistemlerinin kurulmasıyla da gerektiği kadar malzeme gerektiği zaman çekilecek, malzeme gecikmelerinden ve yanlış gelişlerden kaynaklanan sorunlar yok edilecektir.

Dengesiz üretimin önüne geçilecektir.

Bunun sonucunda gelecek durumda iki kanban sistemi kurulması önerilmiştir. İlki ürün yerine bütün atölyeleri kapsayan bir hatta kanban uygulanması yani conwip sistem oluşturulmasıdır. Mevcut durumda iş emri tüm atölyelere gönderilirken, bu sistemde iş emri üretim planlamadan sadece lazer atölyesine gönderilecektir. Kaput atölyeler arasında FIFO esasına göre ilerleyecektir. Diğer bir kanban sistemi de hammadde ambarına kurulmalıdır. Ambardaki stok miktarı belirli bir seviyeye düşünce üretim planlama departmanına sipariş tedarik kanbanı gitmekte, bunun sonunda da satınalma departmanı gerekli miktarın tedarikini yapmaktadır.

6.2.2.3 CONWIP sistem kurma önerisi

Yalın üretimin temel prensibi, gerekli parçaların gereken miktarlarda ve gerektikleri zamanda israfı ortadan kaldırarak üretilmesidir. Bu prensibi yerine getirebilmek için takt zamanının bilinmesi gerekmektedir. Takt zamanı, satış hızına bağlı olarak müşteri ihtiyacını karşılamak için bir ürünün üretileceği zaman aralığı olarak tanımlanmaktadır. Üretim hızı takt zamanından yüksek olduğunda envanter birikecek, aksine üretim daha yavaş olduğunda ise müşteri talebi karşılanamayacaktır. Takt zamanı, vardiya başına müşteri talep hızının, vardiya başına kullanılabilir çalışma süresine bölünmesi ile hesaplanmaktadır (Birgün vd., 2006).

UZEL A.Ş. için takt zamanı= $860 / 80 = 10,75$ dakika olarak hesaplanmıştır; diğer bir deyişle, müşteri (son montaj hattı) her 10,75 dakikada bir kaput kompleksi talep etmektedir.

Üretimin tüm aşamaları lojistik departmanı tarafından oluşturulan üretim siparişlerine göre günlük olarak çizelgelenmektedir. Ancak, her zaman için, üretimde aksamalar olmakta, üretimi yetiştirilemeyen parçalar olmakta, bunun sonucu olarak da, üretimin aksamasını engellemek amacıyla emniyet stokları bulundurulmaktadır.

Envanterin, en büyük israf olarak tanımlanması sonucunda, sistemdeki israfların tümünün minimize edilmesi veya ortadan kaldırılması için envanterin azaltılması gerektiği açıktır (Birgün vd., 2006).

Boya atölyesi ve lazer atölyesi arasındaki bütün süreçleri kapsayan bir conwip sisteminin yerleştirilmesiyle ihtiyaca göre üretim yapılması ve böylelikle de prosesler arasındaki ara stokların eritilmesi sağlanabilir. Burada, oluşturulan conwip sistemi; lazer, pres, sac ve boya atölyelerinden oluşan bir üretim sistemini kapsayan devre üzerinde çalışacaktır.

Bu durumda; iş emri bütün atölyelere değil sadece conwip sisteminin başlangıcı olan lazer atölyesine üretim planlama tarafından açılacaktır.

Uygulamaya geçmeden önce CONWIP sistemleri hakkında genel bir bilgi verilmiştir.

CONWIP kavramının altında yatan düşünce bir iş hattı ayrılırken, yeni bir işin sisteme tanıtılmasıdır. CONWIP’de itme ve çekme beraberce kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, yeni işler, farklı parça sayıları ile belirli bir proses içi stok oluşuncaya kadar sisteme tanıtılabilirler. Bu sebepten dolayı hattaki proses içi stok seviyesi sabittir ve farklı seviyelerde ayarlanabilir.

Temelde, Conwip sistemi Kanban sisteminin özelleştirilmiş bir şeklidir. Kanban gibi, CONWIP de bir sistemin proses içi stoğunu sınırlandırmak için kartları kullanır. Ancak

Kanban'dan farklı olarak bu kartlar sadece bir tane yerine iş istasyonları sistemine atanır. Bir CONWIP sisteminde kartlar sadece ilk iş istasyonundaki partilere iliştilmektedir. Partiye iliştilen kart o parti son iş istasyonunda işlenip üretim sürecini tamamlayıp müşteriye iletmek üzere hazır hale gelinceye kadar partiyle birlikte hareket etmektedir. Bu noktada serbest kalan kart, CONWIP hattının ilk iş istasyonuna geri döner ve sisteme yeni bir parti girişine izin verir (Nomak, A., Durmuşoğlu, M.B., 2003).

Conwip sistemi, kanban sistemine göre daha geneldir. Bu sistemde, kartlar tüm üretim sistemini kapsayan bir devre üzerinde dolaşırlar. Bir kart, hattın başında bekleyen parça konteynırına iliştilir. Konteynır üretim boyunca tüketilir ve hat sonunda kart konteynırdan ayrılarak hattın başına başka bir parça konteynırına iliştilmek üzere kart sırasına gönderilir. Bir kanban sisteminde, her bir kart belirli bir ürünün üretimi için kullanılmasına rağmen, conwip sistemlerinde conwip üretim kartları üretim hatlarına atanır, doğrudan belirli bir ürüne atanmaz (Şenyılmaz, 2006). Bu nedenle, oluşturulan bu conwip sistemi kaput ürün ailesine göre değil hattın tümüne atanmıştır. Sistemde, parçalar hattın başında kartlara atanmaktadır. Hangi parçanın hangi karta atanacağı, gecikmiş işler listesine göre yapılır. Hattın ilk istasyonunda üretim başladığı zaman üretimde tüketilecek parçalar için bir kart sıradan ayrılır ve gecikmiş işler listesindeki hammaddesi hazır ilk sıradaki iş ile eşleşir. Sistemimizde parça serbest bırakıldığı zaman, lazer atölyesiyle boya atölyesi arasındaki bütün atölyelerdeki operasyonlar tamamlanıp bitmiş ürün halini alıncaya kadar işlenir ve boya atölyesinden sonraki stok alanında sistemimizin müşterisi olan montaj atölyesine gönderilmek üzere hazır hale geldiğinde, zincirde yer alan ilk atölyeye diğer parçanın yüklenmesi için izin verilir.

Oluşturulan conwip sisteminde dolaşması gereken kanban sayısının hesaplanması aşağıdaki gibi yapılır.

$$\text{Tek kanban çevrimi boyunca tüketilen parçalar} = \text{Ortalama talep} \times (1 + \alpha) \times \text{Kanban çevrim süresi}$$

α = güvenilirlik katsayısı

Talep ve çevrim süresi değişkenliğine karşı genellikle %10 alınır. Tasarımımızda güvenilirlik katsayısı %12 (1,2) olarak alınmıştır.

$$\text{Kanban sayısı} = \frac{\text{Bir kanban çevrimi boyunca tüketilen parçalar}}{\text{Her kaptaki parça sayısı}}$$

$$\text{Kanban sayısı} = \frac{\text{Ortalama talep} \times (1 + \alpha) \times \text{Kanban çevrim süresi}}{\text{Her kaptaki parça sayısı}}$$

$$\text{Kanban çevrim süresi} = \text{Teslim alma kutusunda kanban bekleme süresi} + \text{sipariş kutusunda kanban transfer süresi} + \text{sipariş kutusunda kanban bekleme süresi} + \text{parti işlem çevrim süresi (içsel hazırlık süresi + işleme süresi + hücre içi bekleme süresi)} + \text{hücre çıkış alanındaki süpermarkete kabın transfer süresi} + \text{hücre çıkış alanındaki süpermarkette kap bekleme süresi}$$

Sistem ürün yerine hatta tahsis edildiğinden bulunan kanban sayısı değeri bütün üretim hattına ait olacaktır. Ve bu hattaki bütün stokların toplamını minimize etmeye çalışacaktır.

Sistemde kanban kartlarını toplayıp dağıtan bir “örümcek adam” dolaşmaktadır. Örümcek adamın vardiya başına 3 kez dolaştığı varsayılmaktadır. Bir vardiya 9 saat olduğuna göre, örümcek insan 3 saatte bir kanbanları toplamaya çıkacaktır. Bu nedenle, teslim alma kutusunda kanbanların ortalama bekleme süresi 1,5 saat (90 dakika) olmaktadır. (Kanbanların hiç beklenmediğini yani sıfır dakika beklendiğini veya 3 saat beklendiğini düşünersek ortalama 1,5 olmaktadır).

Ortalama talep= 80 adet/gün

$\alpha = 0,2$

Teslim alma kutusunda sipariş bekleme süresi= 90 dk.

Sipariş kutusunda transfer süresi= 20 dk

Sipariş kutusunda kanban bekleme süresi= $1/2 \times 4486 = 2243$ dk

Parti işlem çevrim süresi= içsel hazırlık süresi+işleme süresi+hücre içi bekleme süresi

İçsel hazırlık= 988 dk (bütün atölyelerdeki değerlerin toplamı)

İşleme süresi= 145,75 dk. (atölyeler arasında en yüksek değere sahip olan)

Hücre içi bekleme süresi= 0 dk

Parti işlem çevrim süresi= $988 + 145,75 + 0 = 1133,75$ dk.

Hücre çıkış alanındaki süpermarkete kanban transfer süresi= 10 dk

Hücre çıkış alanındaki süpermarkette kap bekleme süresi= 10 dk

Kanban çevrim süresi= $90+20+2243+1133,75+10+10= 3506,75$ dk

Kanban sayısı= $[(80 \times (1+0,2) \times 3506,75)/24]/920= 15,24673$ adet

≈ 16 kanban kartı olarak bulunur.

Çizelge 6.9.'da kanban hesaplaması verilmiştir. Buna göre conwip sisteminde toplam 16 kanban dolaşacaktır. Bir kanban, her biri 8 adet üründen oluşan 3 paletlik partiler halinde yani 24 adet ürün üretme emri verdiğine göre sistemdeki stoklar toplamı 384 olacaktır.

Çizelge 6.4. Kanban sayısının hesaplaması

Teslim alma kutusunda kanban bekleme süresi	90
Sipariş kutusunda kanban transfer süresi	20
Sipariş kutusunda kanban bekleme süresi	2243
Parti işlem süresi	1133,75
Hücre çıkış alanındaki süpermarkete kabın transfer süresi	10
Hücre çıkış alanındaki süpermarkette kap bekleme süresi	10
Kanban Çevrim Süresi	3506,75
Ortalama talep	80
α	0,2
$1+\alpha$	1,2
Kaptaki parça sayısı (adet)	24
2 vardiya süresi (dak.)	920
Kanban sayısı	15,24674
Kanban sayısı $\approx$	16

Bu önerilenlere göre oluşturulan mevcut durum haritası Şekil 6.34.'de verilmektedir.



Şekil 6.34. Kaput ürün ailesine ait gelecek durum haritası

6.2.3 Sonuç

Bu çalışmada, değer akışı haritalandırma yönteminin kullanıldığı bir yalın üretime geçiş çalışması yapılmıştır. Haritalandırmayla değer akışı üzerinde değerin nasıl aktığı, israf ve israf kaynaklarının neler olduğu anlatılmıştır. Bu nedenle, değer akışını incelemek üzere traktör kaput ürün ailesi seçilmiştir. Kaputun fabrikada hangi süreçlerden geçtiği incelenmiş, mevcut sistem analiz edilerek mevcut durum haritası çizilmiş ve gelecek durumda sistem performansını yükseltecek önerilerde bulunulup, conwip kanban sistemi tasarlanmıştır.

Traktör kaput mevcut durum ve gelecek durum haritası, ana tedarikçilerden malzeme tedariki ile kaput kompleksinin UZEL'in son montaj hattına teslimi arasında kaputların kapıdan kapıya akışı ile sınırlandırılmıştır. Sistemde müşteri ana traktör montaj hattını besleyen kaput montaj hücresidir.

Değer akışı haritalandırmanın amacı, israf kaynaklarının ortaya çıkarılması ve bunların kısa zamanda gerçekleştirilebilecek bir “gelecek durum değer akışı” uygulaması ile ortadan kaldırılmasıdır (Birgün vd., 2006).

Mevcut durum haritası incelendiğinde atölyeler arasındaki proses içi stokların fazla olduğu görülmektedir. Stokların , en büyük israf olarak tanımlanması sonucunda, sistemdeki israfların tümünün minimize edilmesi veya ortadan kaldırılması için stokların azaltılması gerekmektedir.

Mevcut durumda, toplamda 1530 adetlik yani yaklaşık olarak 19 günlük stok tutulmaktadır. Tutulan her fazla stok işletme için bir israftır, bu nedenle maliyetlerin de artmasına neden olan bu stoklar bir an önce azaltılmalıdır. Önerilen conwip sistemiyle bu stok miktarı sistemin toplamı için 384 adete yani yaklaşık 5 günlük stoğa indirilmiştir. Bu sistemle, stok miktarında 14 günlük bir azalma sağlanmıştır.

Mevcut durumdaki stok miktarları Çizelge 6.10.'da verilmiştir.

Çizelge 6.5. Mevcut durum stok miktarları

STOK ATÖLYELER	ADET	GÜN
Lazer-Pres	488	6,1 günlük stok
Pres-Sac	780	9,75 günlük stok
Sac-Boyahane	262	3,28 günlük stok
TOPLAM	1530	19,1 günlük stok

Tasarlanan conwip sistemiyle toplam stok miktarının düşürülebileceği görülmüştür.

Mevcut durumdaki toplam değer katan zaman yapılabilecek iyileştirmelerle azaltılabilir. Ayrıca, TPM, kaizen, 5S ve SMED çalışmalarıyla zamanlarda azalma sağlanabilir.

Çekme sisteminin kurulmasıyla temin süresinin kısılması ve envanter devrinin artması mümkün olacaktır.

Tasarlanan sistem, süreç içi stok miktarlarının azalmasını ve bu stokları elde tutmanın sebep olduğu israf ve maliyetin daha düşük seviyeye çekilmesini sağlayacaktır. Yalın üretim hakkında sürekli çalışmalar yapan Uzel Makine, önceliği stokların azaltılmasına vermeli ve buna bağlı olarak da yalın üretim faaliyetlerine devam etmelidir.

7. SONUÇ

Günümüz rekabet ortamında eğilim, müşteri talebine hızlı cevap vermek ve yüksek kaliteli, düşük fiyatlı ürünler sunmaktır. İsrafı ortadan kaldırmak ve etkin bir iş akışı gerçekleştirmek tüm yöneticilerin hedefi olmalıdır. Bu, yalın üretim felsefesinin ulaşmaya çalıştığı hedeftir. Yalın üretim 1990'lı yıllardan beri Türkiye'de gündemde olup uygulanmaktadır.

Yalın Düşünce'nin temel amacı, değerlin ilk ham maddeden başlayarak, değer yaratma süreci boyunca hiç kesintisiz akıtılarak hızla nihai müşteriye ulaştırılmasıdır. Bunu başarabilmek için tüm değer zincirine bir bütünlük çerçevesinde bakmak, israfları yok etmek ve tüm faaliyetleri müşteri için mükemmel değer oluşturmak amacına yönlendirmek gerekir.

Yalın Düşünce'de israf, bilinen anlamının ötesinde ürün ya da hizmetin kullanıcısına herhangi bir fayda sunmayan, müşterinin fazladan bedel ödemeyi kabul etmeyeceği her şeydir. Tasarımdan sevkiyata tüm ürün/hizmet yaratma aşamalarındaki her türlü israfın yok edilmesi ile maliyetlerin düşürülmesi, müşteri memnuniyetinin artırılması, piyasa koşullarına uyum esnekliğinin kazanılması, nakit akışının hızlandırılması dolayısı ile firma kârlılığının artırılması hedeflenir.

Yalın Düşünce uygulamalarıyla sistemdeki israflar sürekli olarak azaltılıp, kaynaklar daha fazla değer yaratmaya yönlendirildiğinde, sadece firmaların kârlılığı ve rekabet gücü artmaz, müşteriler de kendilerine daha uygun, daha kaliteli, daha ucuz ürün ve hizmetleri temin edebilirler. Bu zincir tüm sektörlerle ve tüm faaliyet alanlarına yayıldığında toplumsal zenginliğin artmasına katkıda bulunur.

Yalın üretimde; tam zamanında üretim, yani stoksuz üretim, herşeyi hemen o an gerekecek miktarda üretmek, bir başka deyişle hiçbir şeyi önceden ve gerekmediği miktarda üretmemek ilkesi üzerine kurulmuştur.

Tam zamanında üretimin temelinde üretimin her aşamasında israfı önleme amacı bulunmaktadır. Bir işletmede, ancak tüm israfın önlenebildiği noktada tam zamanında üretim gerçekleşecektir. Başka bir ifadeyle, tam zamanında üretimin gerçekleşebilmesi, israfın ne ölçüde ortadan kaldırılabildiğine bağlıdır. Tam zamanında üretim felsefesi ürünün değerini arttırmadan maliyet ekleyen tüm unsurları israf olarak tanımlamıştır. İsrafı ortadan kaldırmak; müşteriye hizmet veya ürüne doğrudan değer eklemeyen tüm faaliyetleri en az düzeye indirmek anlamındadır. İsrafın ortadan kaldırılması işletmenin her biriminde gerçekleştirilebilir.

Kanban, tam zamanında üretim sisteminin en önemli elemanlarından biridir. Kanban, tam zamanında üretim sisteminde ihtiyaç duyulduğu zaman, ihtiyaç duyulduğu miktarda, ihtiyaç duyulan parçaların üretimini, birbirleriyle uyumunu kontrol etmeyi amaçlayan bir bilgidir.

Kanban felsefesi, basit kart sistemi ve kendi işlem kurallarını kullanarak üretim sürecinin malzeme akışını düzenlemesine imkan tanır. Bir tam zamanında üretim sisteminde malzeme hareketinin düzenlenmesi ve stoklarının azaltılması için bu elemana ihtiyaç duyulur. Diğer bir faydası da stok seviyelerini azaltarak, problemlerin belirlenmesidir. Sonuç olarak, kanban ve kanban kontrollü çekme sistemleri tam zamanında üretim sisteminin bir tanımlayıcı elemanı olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada, traktör imalatı sektöründe önde gelen firmalardan biri olan UZEL A.Ş.'de yalın üretim projesi dahilinde bir değer akışı haritalandırma ve kanban uygulaması yapılmıştır. Ürün ailesi olarak, kaput ürün ailesi incelenmiştir. Kaputun üretim süreçleri incelenip bu ürün ailesine ait değer akış haritası çizilmiştir. Önerilerde bulunulmuş, bunun yanı sıra conwip sistem tasarım uygulaması yapılmıştır. Bu sisteme göre işletmedeki stokların azalacağı görülmüştür.

İleride Uzel Makine'deki farklı ürün ailelerine yönelik çalışmalar yapılabilir. Yapılan kanban çalışmalarıyla süreç içi stok miktarları ve bunların neden olduğu maliyetler azalacaktır.

Sonuç olarak; ülkemizdeki işletmeler, rekabetçi ortamda yaşamlarını sürdürmek için yalın üretim tekniklerini öğrenmek ve giderek daha iyi bir şekilde uygulamak zorundadırlar. Günümüzde değişen koşullara hızlı cevap verebilmek, ancak bu tekniklerin uygulanmasıyla mümkün olabilmektedir.

KAYNAKLAR

- Acar, N., (1995), Tam Zamanında Üretim, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, No:542, İstanbul.
- Acar, N. Ve Çapçı S., (1996), Tam Zamanında Üretim Uygulamalarında Kritik Başarı Faktörleri, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, No:578, İstanbul.
- Birgün S., Gülen K.G., Özkan K., (2006), “Yalın Üretime Geçiş Sürecinde Değer Akışı Haritalama Tekniğinin Kullanılması: İmalat Sektöründe Bir Uygulama”, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimler Dergisi, Yıl:5, Sayı: 9: 47-59.
- Braglia M., Carmignani G., Zammori F., (2006), “A New Value Stream Mapping Approach For Complex Production Systems”, International Journal Of Production Research, Vol.: 44, 3929-3952.
- Çatal A., (1993), “Bir Firmada Stok Kontrol Sistemine Öneriler ve Kanban Uygulaması”, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Durmuşoğlu, M.B., (2003), Modern Üretim Sistemleri Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Durmuşoğlu, M.B., (2003), Yalın Üretim ve Yönetim Ders Notları, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Durmuşoğlu, M.B., (2003), Tam Zamanında Üretim Ders Notları, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Durmuşoğlu, M.B., (2004), Değer Akışı Haritalandırma , Ders Notları, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Falay H.B., (1997), “MRP ve JIT Üretim Yönetimi Sistemlerinin İncelenmesi ve Karşılaştırılması”, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Gülsün B., (1998), “Üretim Hücrelerinde İtme ve Çekme Tipi Üretim Kontrol Sistemlerinin Etkilerinin İncelenmesi ve Bir Uygulama”, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul.
- İmai, M., 1986. [Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success](#), McGraw-Hill Publishing Company, New York.
- İmai, M., (1999), Kaizen, Kalder Yayınları, İstanbul.
- Miltenburg, J., (2001), “U-shaped Production Lines: A Review Of Theory And Practice”, International Journal Of Production Economics, (70): 2001-214.
- Nomak, A. ve Durmuşoğlu, M.B., (2003), “Bir Hücreli Üretim Ortamında, Üretim Planlama Ve Kontrol Sistemlerinin Benzetim Analizi”, İTÜ Dergisi, Cilt 2, Sayı 5, 43-52.
- Ohno T., (1988), Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production, Productivity Press, Portland, Oregon.
- Ohno, T., (1996), Toyota Ruhü, Scala Yayıncılık, İstanbul.
- Okay, A., (1999), “Yalın Üretim Sistemleri ve Geliştirme Örnekleri” Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Okur, A., (1997), Yalın Üretim, Söz Yayın, İstanbul.

- Öz, E., (2005), “Değer Akışı Haritalandırma”, İTÜ Lisans Tezi, İstanbul.
- Özkan, A. ve Esmeray, M., (2002), “Bir Maliyet Kontrol Sistemi Olarak JIT Üretim Sistemi Ve Muhasebe Uygulamaları”, C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 3, Sayı 1, 129-145.
- Rother, M. ve Harris, R., (2001), Sürekli Akış Yaratmak, The Lean Enterprise Institute, Massachusetts.
- Rother, M. ve Shook, J., (1999), Görmeyi Öğrenmek, The Lean Enterprise Institute, Massachusetts.
- Şahin, S., (2005), “Değer Akış Yönetimi ve İşletmelerde Uygulanması”, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Şenyılmaz A., (2006), “Kanban Üretim Kontrol Sisteminin Deneysel Tasarım Teknikleri ile Analizi ve Bir İşletmeye Uygulanması”, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Tanca M.J., (1993), “Kanban Esaslı Bir Üretim Hattında Benzetim Çalışması”, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Tapping, D., Luyster, T. ve Shuker, T., (2002), “Value Stream Management”, Productivity Inc., New York.
- Töre, Ö.G., (2000), “Yalın Üretim ve Otomotiv Sektöründe Uygulanması” Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Utku B., (1993), Malzeme Yönetiminde Tam Zamanında Üretim Kontrol Sistemleri, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Vasilash G., (1996), “Automotive Manufacturing & Production Management Matters: Think Lean” www.willamette.edu/~fthompson/MgmtCon/Fordism%26Postfordism.html
- Womack, J. ve Jones, D., (1998), Yalın Düşünce, Sistem Yayıncılık, İstanbul.
- Womack, J., Jones, D. ve Ross, D., (1990), OSD Yayınları, İstanbul.
- Yamak, O., (1998), Kalite Odaklı Yönetim, Panel Matbaacılık, İstanbul.

İNTERNET KAYNAKLARI

- [1] www.lean.org
- [2] www.yalinenstitü.org.tr
- [3] www.uzelcorp.org
- [4] www.biymed.com
- [5] www.pivotdanismanlik.com

EKLER

- | | |
|------|---|
| Ek 1 | Lazer atölyesine ait veriler |
| Ek 2 | Pres atölyesine ait veriler |
| Ek 3 | Sac atölyesine ait veriler |
| Ek 4 | Boya atölyesine ait veriler |
| Ek 5 | Montaja ait veriler (3 değişik iş akışına sahip 14 modelin üretim ve hazırlık süreleri) |

Ek 1 Lazer atölyesine ait veriler

Malzeme	İşlem kısa metni	Hazırlık (dk)	Üretim (dk)	İşçilik (dk)	Sökme (dk)
0012199U2P	Kesme-Delme	0	3,3	4,3	0
0012199U2P	Kenar Kivırma	26	0,5	1,5	13
0012199U2P	Şekil Kivırma	18	0,5	1,5	10
0012199U2P	Radüs Ütü Ve Delik Sıvama	26	1	2	12
Toplam 0012199U2P		70	5,3	9,3	35
00113725U1P	Laser Kesim	0	0,5	1,5	0
00113725U1P	Şekil Verme	20	0,72	1,72	10
Toplam 00113725U1P		20	1,22	3,22	10
00113653U1P	Kesme	0	3,3	4,3	0
00113653U1P	Uç Kivırma	45	0,4	1,4	13
00113653U1P	Kenar Kivırma	20	0,4	1,4	10
00113653U1P	Şekil Verme	18	1	2	10
00113653U1P	Radüs Ütü	26	0,6	1,6	12
Toplam 00113653U1P		109	5,7	10,7	45
0019165U1P	Kesme	27	0,4	1,4	10
0019165U1P	Şekil Verme	25	0,9	1,9	10
Toplam 0019165U1P		52	1,3	3,3	20
0017512U1P	Kesme Delik Delme	16	0,5	1,5	10
0017512U1P	Şekil Verme	19	0,72	1,72	8
Toplam 0017512U1P		35	1,22	3,22	18
0017018U1P	Kesme Delik Delme	16	0,5	1,5	10
0017018U1P	Şekil Verme	19	0,72	1,72	8
Toplam 0017018U1P		35	1,22	3,22	18
0012747U2P	Pul Kesme	0	3,7	4,7	0
0012747U2P	Kenar Kivırma	23	0,5	1,5	13
0012747U2P	Şekil Kivırma	18	0,5	1,5	10
0012747U2P	Radüs Ütü	26	1	2	12
0012747U2P	Şekil Ütü	13	0,5	1,5	7
Toplam 0012747U2P		80	6,2	11,2	42
00113527U1P	Kesme	0	0,5	1,5	0
00113527U1P	Şekil Verme	20	0,72	1,72	10
Toplam 00113527U1P		20	1,22	3,22	10
0013483U2P	Pul Kesme	0	3,7	4,7	0
0013483U2P	Kenar Kivırma	23	0,4	1,4	13
0013483U2P	Şekil Verme	18	0,4	1,4	10
0013483U2P	Radüs Ütüleme-Delik Sıvama	26	0,6	1,6	12
0013483U2P	Kenar Ütü	10	0,4	1,4	7

Toplam 0013483U2P		77	5,5	10,5	42
1672554T2P	Kesme	0	3,6	4,6	0
1672554T2P	Kenar Kıvrırma	45	0,3	1,3	13
1672554T2P	Şekil Kıvrırma	18	0,4	1,4	10
1672554T2P	Radüs Ütü	26	0,6	1,6	12
1672554T2P	Şekil Ütü	20	0,4	1,4	10
Toplam 1672554T2P		109	5,3	10,3	45
0015558U1P	Kesme	20	0,5	1,5	10
0015558U1P	Şekil Verme	20	0,72	1,72	10
Toplam 0015558U1P		40	1,22	3,22	20

Ek 2 Pres atölyesine ait veriler

Malzeme	İşlem kısa metni	Hazırlık (dk)	Üretim (dk)	İşçilik (dk)	Sökme (dk)
00113527U1P	Kesme	0	0,5	0,500	0
00113527U1P	Şekil Verme	20	0,720	1.450	10
00113653U1P	Lazer Kesme	0	3.300	3.300	0
00113653U1P	Uç Kivırma	45	0,400	0,800	13
00113653U1P	Kenar Kivırma	20	0,400	0,800	10
00113653U1P	Şekil Verme	18	1	2	10
00113653U1P	Radüs Ütü	26	0,600	1.200	12
		109			
00113725U1P	Laser Kesim	0	0,500	0,500	0
00113725U1P	Şekil Verme	20	0,720	1.450	10
0012199U2P	Lazer Kesme	0	3.300	3.300	0
0012199U2P	Kenar Kivırma	26	0,500	1	13
0012199U2P	Şekil Kivırma	18	0,500	1	10
0012199U2P	Radüs Ütü Ve Delik Sıvama	26	1	2	12
		70			
0012747U2P	Pul Kesme	0	3.700	3.700	0
0012747U2P	Kenar Kivırma	23	0,500	1	13
0012747U2P	Şekil Kivırma	18	0,500	1	10
0012747U2P	Radüs Ütü	26	1	2	12
0012747U2P	Şekil Ütü	13	0,500	1	7
		80			
0015558U1P	Kesme	20	0,500	1	10
0015558U1P	Şekil Verme	20	0,720	1.450	10
0017018U1P	Kesme Delik Delme	16	0,500	0,500	10
0017018U1P	Şekil Verme	19	0,720	0,720	8
		35			
0017512U1P	Kesme Delik Delme	16	0,500	0,500	10
0017512U1P	Şekil Verme	19	0,720	0,720	8
0019165U1P	Kesme	27	0,400	0,800	10
0019165U1P	Şekil Verme	25	0,900	0,900	10
0017512U1P	Kesme Delik Delme	16	0,5	0,5	10
0017512U1P	Şekil Verme	19	0,72	0,72	8

0017018U1P	Kesme Delik Delme	16	0,5	0,5	10
0017018U1P	Şekil Verme	19	0,72	0,72	8
1672554T2P	Pul Kesme	0	4	4	0
1672554T2P	Kenar Kıvrırma	45	0,3	0,6	13
1672554T2P	Şekil Kıvrırma	18	0,4	0,8	10
1672554T2P	Radüs Ütü	26	0,6	1,2	12
1672554T2P	Şekil Ütü	20	0,4	0,8	10
		109			
0013483U2P	Pul Kesme	0	4	4	0
0013483U2P	Kenar Kıvrırma	23	0,4	0,8	13
0013483U2P	Şekil Verme	18	0,4	0,8	10
	Radüs Ütüleme Ve				
0013483U2P	Delik Sıvama	26	0,6	1,2	12
0013483U2P	Kenar Ütü	10	0,4	0,8	7

Ek 3 Sac atölyesine ait veriler

Malzeme	İşlem kısa metni	Hazırlık (dk)	Üretim Süresi (dk)	İşçilik (dk)	Sökme (dk)
00113526U91S	Somun puntalama	5	0,9	0,9	2,5
00113526U91S	Somun puntalama	1	0,4	0,4	0,5
00113526U91S	Somun puntalama	1	0,35	0,35	0,5
00113526U91S	Kaputa mafsalsal kaynatma	2	1,1	1,1	1
00113526U91S	Kaputa kelepçe, kuşak ve braket punta	15	6,45	6,45	7,5
Toplam 00113526U91S		24	9,2	9,2	12
00113652U91S	Sol supporta somun punta	0	0,3	0,3	0
00113652U91S	Sağ supporta somun punta	0	0,3	0,3	0
00113652U91S	Kaputa sağ- sol support punta	8	3	6	4
00113652U91S	Komple polisaj yapma	0	1,65	1,65	0
Toplam 00113652U91S		8	5,25	8,25	
00113724U91S	Somun puntalama	5	0,9	0,9	2,5
00113724U91S	Somun puntalama	1	0,4	0,4	0,5
00113724U91S	Somun puntalama	1	0,35	0,35	0,5
00113724U91S	Kaputa mafsalsal kaynatma	2	1,1	1,1	1
00113724U91S	Kaputa kelepçe, kuşak ve braket punta	15	6,45	6,45	7,5
Toplam 00113724U91S		24	9,2	9,2	12
0011576U91S	Brakete düğme perçinleme	0	0,25	0,25	0
0011576U91S	Kelepçeye somun punta	0	0,15	0,15	0
0011576U91S	Kaputa somun punta	0	0,65	1,3	0
0011576U91S	Kaputa kelepçe, kuşak ve braket punta	0	2,2	4,4	0
0011576U91S	Komple polisaj yapma	0	1,4	1,4	0
Toplam 0011576U91S			4,65	7,5	
0012400U93S	Kaputa mafsalsal kaynatma	1,5	1	1	0,75
0012400U93S	Kaputa somun punta	4,3	0,65	1,3	2,15
0012400U93S	Kaputa kelepçe,kuşak ve braket puntalama	0,5	4,75	9,5	0,25
0012400U93S	Polisaj yapma	0	2,4	2,4	0
Toplam 0012400U93S		6,3	8,8	14,2	3,15
0012400U94S	Kaputa mafsalsal kaynatma	1,5	1	1	0,75
0012400U94S	Kaputa somun punta	4,3	0,65	1,3	2,15

0012400U94S	Kaputa kelepçe,kusak ve braket puntalama	0,5	4,75	9,5	0,25
0012400U94S	Polisaj yapma	0	2,4	2,4	0
Toplam 0012400U94S			8,8	14,2	
0012746U91S	Brakete düğme perçinleme	2	0,25	0,25	1
0012746U91S	Kaputa mafsal kaynatma	1,5	1	1	0,75
0012746U91S	Kaputa somun punta	4,3	0,95	1,9	2,15
0012746U91S	Kaputa kelepçe, kuşak ve braket punta	7	2,9	5,8	3,5
0012746U91S	Komple polisaj yapma	0	1,6	1,6	0
Toplam 0012746U91S			6,7	10,6	
0012746U92S	Brakete düğme perçinleme	2	0,25	0,25	1
0012746U92S	Kaputa mafsal kaynatma	1,5	1	1	0,75
0012746U92S	Kaputa somun punta	4,3	0,65	1,3	2,15
0012746U92S	Kaputa kelepçe, kuşak ve braket punta	7	2,9	5,8	3,5
0012746U92S	Komple polisaj yapma	0	1,6	1,6	0
Toplam 0012746U92S		14,8	6,4	9,95	7,4
0013454U91S	Kaputa mafsal kaynatma	1,5	1,3	1,3	0,75
0013454U91S	Sol supporta somun punta	0	0,3	0,3	0
0013454U91S	Sağ supporta somun punta	0	0,3	0,3	0
0013454U91S	Kaputa sağ- sol support punta	8	3,4	6,8	4
0013454U91S	Komple polisaj yapma	0	1,75	1,75	0
Toplam 0013454U91S			7,05	10,5	
0013482U91S	Kaputa mafsal kaynatma	1,5	1	1	0,75
0013482U91S	Sol supporta somun punta	0	0,3	0,3	0
0013482U91S	Sağ supporta somun punta	0	0,3	0,3	0
0013482U91S	Kaputa sağ- sol support punta	8	3,4	6,8	4
0013482U91S	Komple polisaj yapma	0	1,75	1,75	0
Toplam 0013482U91S			6,75	10,2	
0013484U91S	Kaputa mafsal kaynatma	1,5	1	1	0,75
0013484U91S	Brakete düğme perçinleme	5	0,25	0,25	2,5
0013484U91S	Kaputa somun punta	4,3	0,65	1,3	2,15
0013484U91S	Kaputa kelepçe, kuşak ve braket punta	7	2,9	5,8	3,5
0013484U91S	Komple polisaj yapma	0	1,6	1,6	0
Toplam 0013484U91S			6,4	9,95	
0013484U92S	Kaputa mafsal kaynatma	1,5	1	1	0,75

0013484U92S	Brakete düğme perçinleme	5	0,25	0,25	2,5
0013484U92S	Kaputa somun punta	4,3	0,65	1,3	2,15
0013484U92S	Kaputa kelepçe, kuşak ve braket punta	7	2,9	5,8	3,5
0013484U92S	Komple polisaj yapma	0	1,6	1,6	0
Toplam 0013484U92S		17,8	6,4	9,95	8,9
0013557U91S	Kaputa mafsalsal kaynatma	1,5	1	1	0,75
0013557U91S	Sol supporta somun punta	0	0,3	0,3	0
0013557U91S	Sağ supporta somun punta	0	0,3	0,3	0
0013557U91S	Kaputa sağ- sol support punta	8	3,4	6,8	4
0013557U91S	Komple polisaj yapma	0	1,75	1,75	0
Toplam 0013557U91S			6,75	10,2	
0013985U92S	Kaputa mafsalsal kaynatma	1,5	1	1	0,75
0013985U92S	Kaputa somun punta	4,3	0,65	1,3	2,15
0013985U92S	Kaputa kelepçe, kuşak ve braket punta	0,5	4,75	9,5	0,25
0013985U92S	Komple polisaj yapma	0	2,4	2,4	0
Toplam 0013985U92S			8,8	14,2	
0014051U91S	Kaputa mafsalsal kaynatma	1,5	1	1	0,75
0014051U91S	Sol supporta somun punta	0	0,3	0,3	0
0014051U91S	Sağ supporta somun punta	0	0,3	0,3	0
0014051U91S	Kaputa sağ- sol support punta	8	3	6	4
0014051U91S	Komple polisaj yapma	0	1,65	1,65	0
Toplam 0014051U91S			6,25	9,25	
0014451U91S	Kaputa mafsalsal kaynak	1,5	1	1	0,75
0014451U91S	Brakete düğme perçinleme	5	0,25	0,25	2,5
0014451U91S	Kaputa somun punta	0	0,65	1,3	0
0014451U91S	Kaputa kelepçe, kuşak ve braket punta	0	2,9	5,8	0
0014451U91S	Komple polisaj yapma	0	1,6	1,6	0
Toplam 0014451U91S			6,4	9,95	
0015381U91S	Somun puntalama	5	0,9	0,9	2,5
0015381U91S	Somun puntalama	1	0,4	0,4	0,5
0015381U91S	Somun puntalama	1	0,35	0,35	0,5
0015381U91S	Kaputa mafsalsal kaynatma	2	1,1	1,1	1
0015381U91S	Kaputa kelepçe, kuşak ve braket punta	15	5,1	5,1	7,5
Toplam 0015381U91S		24	7,85	7,85	12

0015666U91S	Somun puntalama	5	0,9	0,9	2,5
0015666U91S	Somun puntalama	1	0,4	0,4	0,5
0015666U91S	Somun puntalama	1	0,35	0,35	0,5
0015666U91S	Kaputa mafsalsal kaynatma	2	1,1	1,1	1
0015666U91S	Kaputa kelepçe, kuşak ve braket punta	15	5,1	5,1	7,5
Toplam 0015666U91S			7,85	7,85	
0016888U91S	Somun puntalama	0	0,6	0,6	0
0016888U91S	Mafsalsal kaynatma	0	1,7	1,7	0
0016888U91S	Brakete braket kaynatma	0	2,35	2,35	0
0016888U91S	Komple puntalama	0	4,25	8,5	0
0016888U91S	Pim kaynatma	0	5,7	5,7	0
0016888U91S	Polisaj ve Paspas	0	3,15	3,15	0
Toplam 0016888U91S			17,75	22	
0016888U92S	Somun puntalama	0	0,6	0,6	0
0016888U92S	Mafsalsal kaynatma	0	1,7	1,7	0
0016888U92S	Brakete braket kaynatma	0	2,35	2,35	0
0016888U92S	Komple puntalama	0	4,25	8,5	0
0016888U92S	Pim kaynatma	0	5,7	5,7	0
0016888U92S	Polisaj ve Paspas	0	3,15	3,15	0
Toplam 0016888U92S			17,75	22	
0016888U93S	Somun puntalama	5	0,6	0,6	2,5
0016888U93S	Mafsalsal kaynatma	5	1,7	1,7	2,5
0016888U93S	Brakete braket kaynatma	4	2,35	2,35	2
0016888U93S	Komple puntalama	8	5,35	6,55	4
0016888U93S	Pim kaynatma	6	3,35	3,35	3
0016888U93S	Polisaj ve Paspas	0	0,85	0,85	0
Toplam 0016888U93S		28	14,2	15,4	14
0017513U91S	Somun puntalama	0	0,6	0,6	0
0017513U91S	Mafsalsal kaynatma	0	1,7	1,7	0
0017513U91S	Brakete braket kaynatma	0	2,35	2,35	0
0017513U91S	Komple puntalama	0	4,25	8,5	0
0017513U91S	Pim kaynatma	0	5,7	5,7	0
0017513U91S	Polisaj ve Paspas	0	3,15	3,15	0
Toplam 0017513U91S			17,75	22	
0017513U92S	Somun puntalama	0	0,6	0,6	0
0017513U92S	Mafsalsal kaynatma	0	1,7	1,7	0
0017513U92S	Brakete braket kaynatma	0	2,35	2,35	0
0017513U92S	Komple puntalama	0	4,25	8,5	0

0017513U92S	Pim kaynatma	0	5,7	5,7	0
0017513U92S	Polisaj ve Paspas	0	3,15	3,15	0
Toplam 0017513U92S			17,75	22	
0017513U93S	Somun puntalama	5	0,6	0,6	2,5
0017513U93S	Mafsal kaynatma	5	1,7	1,7	2,5
0017513U93S	Brakete braket kaynatma	4	2,35	2,35	2
0017513U93S	Komple puntalama	8	5,35	6,55	4
0017513U93S	Pim kaynatma	6	3,35	3,35	3
0017513U93S	Polisaj ve Paspas	0	0,85	0,85	0
Toplam 0017513U93S		28	14,2	15,4	14
0017706U91S	Kaputa mafsal kaynatma	1,5	1	1	0,75
0017706U91S	Sağ supporta somun punta	0	0,3	0,3	0
0017706U91S	Sol supporta somun punta	0	0,3	0,3	0
0017706U91S	Kaputa sağ- sol support punta	8	3	6	4
0017706U91S	Komple polisaj yapma	0	1,65	1,65	0
Toplam 0017706U91S			6,25	9,25	
0018150U91S	Somun puntalama	5	0,6	0,6	2,5
0018150U91S	Mafsal kaynatma	5	1,7	1,7	2,5
0018150U91S	Brakete braket kaynatma	6	2,35	2,35	3
0018150U91S	Komple puntalama	15	5,35	6,55	7,5
0018150U91S	Pim ve braket kaynatma	8	5,75	5,75	4
0018150U91S	Polisaj ve Paspas	0	0,85	0,85	0
Toplam 0018150U91S		39	16,6	17,8	19,5
0018151U91S	Somun puntalama	5	0,6	0,6	2,5
0018151U91S	Mafsal kaynatma	5	1,7	1,7	2,5
0018151U91S	Brakete braket kaynatma	6	2,35	2,35	3
0018151U91S	Komple puntalama	15	5,35	6,55	7,5
0018151U91S	Pim ve braket kaynatma	8	5,75	5,75	4
0018151U91S	Polisaj ve Paspas	0	0,85	0,85	0
Toplam 0018151U91S		39	16,6	17,8	19,5
0018228U91S	Somun puntalama	5	0,6	0,6	2,5
0018228U91S	Saplama kaynatma	5	2,5	2,5	2,5
0018228U91S	Mafsal kaynatma	5	1,7	1,7	2,5
0018228U91S	Brakete braket kaynatma	6	2,35	2,35	3
0018228U91S	Komple puntalama	15	5,35	6,55	7,5
0018228U91S	Pim kaynatma	5	3,35	3,35	2,5
0018228U91S	Polisaj ve Paspas	0	1	1	0
Toplam 0018228U91S		41	16,85	18,1	20,5

0019166U91S	Somun puntalama	5	0,9	0,9	2,5
0019166U91S	Somun puntalama	1	0,4	0,4	0,5
0019166U91S	Somun puntalama	1	0,35	0,35	0,5
0019166U91S	Kaputa mafsalsal kaynatma	1	1,1	1,1	0,5
0019166U91S	Kaputa kelepçe, kuşak ve braket punta	1,5	5,1	5,1	0,75
0019166U91S	Saplama puntalama	15	1,6	1,6	7,5
0019166U91S	Paspas yapma	5	0,45	0,45	2,5
Toplam 0019166U91S		29,5	9,9	9,9	14,75
1672659T92S	Brakete düğme perçinleme	5	0,25	0,25	2,5
1672659T92S	Kaputa somun punta	4,3	0,65	1,3	2,15
1672659T92S	Kaputa kelepçe, kuşak ve braket punta	8	2,2	4,4	4
1672659T92S	Komple polisaj yapma	0	1,2	1,2	0
Toplam 1672659T92S		17,3	4,3	7,15	8,65
1672960M93S	Sol supporta somun punta	0	0,3	0,3	0
1672960M93S	Sağ supporta somun punta	0	0,3	0,3	0
1672960M93S	Kaputa sağ- sol support punta	8	3	6	4
1672960M93S	Komple polisaj yapma	0	1,65	1,65	0
Toplam 1672960M93S			5,25	8,25	
1672961M93S	Sol supporta somun punta	0	0,3	0,3	0
1672961M93S	Sağ supporta somun punta	0	0,3	0,3	0
1672961M93S	Kaputa sağ- sol support punta	8	3	6	4
1672961M93S	Komple polisaj yapma	0	1,65	1,65	0
Toplam 1672961M93S			5,25	8,25	
3599683T92S	Brakete düğme perçinleme	5	0,3	0,3	2,5
3599683T92S	Kelepçeye somun punta	4,3	0,3	0,3	2,15
3599683T92S	Kaputa somun punta	8	0,95	1,9	4
3599683T92S	Kaputa kelepçe, kuşak ve braket punta	0	2,9	5,8	0
3599683T92S	Komple polisaj yapma	0	1,6	1,6	0
Toplam 3599683T92S			6,05	9,9	
511918M92S	2 Adet Somun Puntalama Dev.Dışı	0	0,3	0,6	0
511918M92S	Mesnet Perçinleme Dev.Dışı	0	1,6	1,6	0
511918M92S	Mesneti Kompleye Puntalama Dev.Dışı	0	1	2	0
511918M92S	Polisaj Yapma	0	3	3	0

	Dev.Dışı				
Toplam 511918M92S			5,9	7,2	
511919M92S	2 Adet Somun Puntalama Dev.Dışı	0	0,3	0,6	0
511919M92S	Braket Puntalama Dev.Dışı	0	1,56	1,56	0
511919M92S	Braket Uçlarını Düzeltme Dev.Dışı	0	0,6	0,6	0
511919M92S	Polisaj Yapma Dev.Dışı	0	1,5	1,5	0
Toplam 511919M92S			3,96	4,26	
Genel Toplam			325,81	419	

Ek 4 Boya atölyesine ait veriler

Malzeme	İşlem kısa metni	Operasyon Süresi (dk)	Operatör Sayısı
00113526U91M	Yüzey Temizleme Ve Fosfatlama	0,44	3
00113526U91M	Astar Boya	1,14	5
00113526U91M	Son Kat Boya	1,14	8
00113652U91M	Yüzey Temizleme Ve Fosfatlama	0,44	3
00113652U91M	Astar Boya	1,14	5
00113652U91M	Son Kat Boya	1,14	8
00113724U91M	Yüzey Temizleme Ve Fosfatlama	0,44	3
00113724U91M	Astar Boya	1,14	5
00113724U91M	Son Kat Boya	1,14	8
0012400U93B	Yüzey Temizleme Ve Fosfatlama	0,44	3
0012400U93B	Astar Boya	1,40	5
0012400U93B	Son Kat Boya	1,40	8
0012746U92M	Yüzey Temizleme Ve Fosfatlama	0,44	4
0012746U92M	Astar Boya	0,46	5
0012746U92M	Son Kat Boya	0,46	8
0013484U92M	Yüzey Temizleme Ve Fosfatlama	0,44	3
0013484U92M	Astar Boya	1,40	5
0013484U92M	Son Kat Boya	1,40	8
0015381U91M	Yüzey Temizleme Ve Fosfatlama	0,44	3
0015381U91M	Astar Boya	1,14	5
0015381U91M	Son Kat Boya	1,14	8
0016888U93M	Yüzey Temizleme Ve Fosfatlama	0,44	4
0016888U93M	Astar Boya	1,40	5
0016888U93M	Son Kat Boya	1,40	8
0017513U93M	Yüzey Temizleme Ve Fosfatlama	0,44	4
0017513U93M	Astar Boya	0,46	5
0017513U93M	Son Kat Boya	0,46	8
0018150U91M	Yüzey Temizleme Ve Fosfatlama	0,44	4
0018150U91M	Astar Boya	1,40	5
0018150U91M	Son Kat Boya	1,40	8
0018151U91M	Yüzey Temizleme Ve Fosfatlama	0,44	4
0018151U91M	Astar Boya	1,40	5
0018151U91M	Son Kat Boya	1,40	8

0018228U91M	Yüzey Temizleme Ve Fosfatlama	0,44	4
0018228U91M	Astar Boya	1,40	5
0018228U91M	Son Kat Boya	1,40	8
0019166U91M	Yüzey Temizleme Ve Fosfatlama	0,44	3
0019166U91M	Astar Boya	1,40	5
0019166U91M	Son Kat Boya	1,40	8
1672659T92M	Yüzey Temizleme Ve Fosfatlama	0,44	4
1672659T92M	Astar Boya	1,14	5
1672659T92M	Son Kat Boya	1,14	8

Ek 5 Montaja ait veriler**Akış 1**

İŞİN ADIMLARI	3050	3060	410	420	533	543	563
Filtre kazanını hazırla	40	40	40	40	40	40	40
Kaputu tezgâha koy kontrol et	12	12	12	12	12	12	12
Lastik kapak tak	17	17	17	17	17	17	17
Bağlantı parçalarını hazırla	32	32	32	32	32	32	32
Filtreyi kaputa tak-sık	0	53	53	53	53	53	53
Bağlantı yerlerini tak-sık	36	36	36	36	36	36	36
Takma tezgâhına koy	10	10	10	10	10	10	10
Bağlantı parçalarını traktöre koy	20	20	20	20	20	20	20
Kafesli somunları tak	22	22	22	22	22	22	22
Kaputu traktöre koy filtreyi bağla	47	47	47	47	47	47	47
Kabloyu geçir	45	45	45	45	45	45	45
Kaput bağlantılarını yap	55	55	55	55	55	55	55
Sağ yan kaputu tak	23	23	23	23	23	23	23
Sol yan kaputu tak	21	21	21	21	21	21	21
Bağlantı yerlerini sık	60	60	60	60	60	60	60
Sol paneli tak-sık	45	45	75	75	45	45	45
Sağ paneli hazırla	28	28	0	0	28	28	28
Sağ paneli tak-sık	47	47	60	60	47	47	47
Panelleri kaput takımı topla	19	19	19	19	19	19	19
Üst kaputa izolasyon tak	0	0	151	151	0	0	0
Gösterge alt kapamaları hazırla	0	0	100	100	0	0	0

Akış 2

İŞİN ADIMLARI	240	240	240
Kaputun boya kontrolünü yap	18	18	18
Lastik ve kapak tak	9	9	0
Sağ etiketi yapıştır	19	19	0
Sol etiketi yapıştır	19	19	0
Sağ yan paneli al etiketi yapıştır	19	19	0
Sol yan paneli al etiketi yapıştır	19	19	0
Sağ panele lamba tak	0	47	0
Sol panele lamba tak	0	47	0
Bağlantı parçalarını hazırla	24	24	24
Sağ paneli tak	15	15	15
Sol paneli tak	16	16	16
Lastiği geçir	30	30	30
Buruna kornayı tak-sık	38	38	38
Sağ paneli tak-sık	38	38	38
Sol paneli tak-sık	34	34	34
Süngerleri yapıştır	56	56	78
Bağlantı parçalarını koy	35	35	0
Bağlantılarını yap	130	130	35
Akü servis kapak malzemesini hazırla	23	23	23
Servis kapağına tak-sık	58	58	58
Kapağı traktöre tak	22	22	22
Filtreyi hazırla	25	25	25
Traktöre tak-sık	11	11	11
Kaputu traktöre koy	15	15	15
Sağ bağlantılarını yap	0	0	37
Sol bağlantılarını yap	0	0	37
Kaputu kapat altını sık	13	13	0
Depo kapağını tak	5	5	10
Ayna bağlantı parçalarını ayır	0	12	0
Aynayı hazırla	0	31	0
Traktöre tak-sık	0	14	0
Burun civatasını tak	0	0	48

Akış 3

İŞİN ADIMLARI	3079	3065	3095	3105
Kaputun boya kontrolünü yap	18	18	18	18
Lastik-kapak tak	23	23	23	23
Filtreye müşür tak	35	35	35	35
Filtreye iç ve dış elemanı tak	85	85	85	85
Kaput fitillerini tak	33	33	33	33
Bağlantı parçalarını koy	18	18	18	18
Filtreyi kaputa tak-sık	56	56	56	56
Braket lastik tak	54	54	54	54
Kaputu takma tezgâhına koy	8	8	8	8
Filtre başlığı tak	48	48	48	48
Kaputu traktöre koy	15	15	15	15
Bağlantı parçalarını koy	25	25	25	25
Kafesli somunları tak	90	90	90	90
Kaputu bağla	140	140	140	166
Sağ ve sol kaputları traktöre koy	47	47	47	47
Kaput bağlantı yerlerini sık	220	220	220	240
Filtre hortumunu tak-sık	115	115	115	115
Sağ sol yan panelleri sık	120	120	120	120
Sağ sol yan paneli hazırla	62	62	62	62
Desportları tak	45	45	45	45

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	22.01.1982	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1992-1999	F.M.V. Özel Ayazağa Işık Lisesi
Lisans	2000-2004	Doğuş Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2005-Devam ediyor	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Endüstri Mühendisliği Programı

Çalıştığı kurum(lar)

2005-Devam ediyor YTÜ Makine Fakültesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Araştırma Görevlisi