

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DEĞER AKIŞ HARİTALANDIRMA VE
GELENEKSEL KANBAN SİSTEMİNİN
KURULMASI**

Endüstri Mühendisi Funda AHMETOĞLU

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mesut ÖZGÜRLER (Yıldız Teknik Üniversitesi)

İSTANBUL, 2007

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	vi
KISALTMA LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ	x
ÖNSÖZ	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT	xiii
1. GİRİŞ	1
2. YALIN KAVRAMI.....	2
2.1 Yalın Düşünce ve Yalın Üretim	2
2.1.1 Yalın Düşüncenin Öğeleri.....	3
2.1.1.1 Değer.....	4
2.1.1.2 Değer akışı	4
2.2 Yalın Üretimin Araçları	5
2.2.1 U hatları, iş rotasyonu	5
2.2.2 Tek parça akışı.....	6
2.2.3 Bir dakikada kalıp değiştirme	6
2.2.4 Kanban sistemi	7
2.2.5 Üretimin Düzgünleştirilmesi ve Karma Modelli Çizelgeleme.....	8
2.2.5.1 Heijunka	8
2.2.6 Toplam İş Denetimi / Senkronizasyon.....	9
2.2.7 Sıfır hata.....	10
2.2.8 Toplam üretken bakım	10
2.2.9 Sürekli iyileştirme (kaizen)	11
2.2.10 Sorun Çözme Tekniklerinin Kullanılması	13
2.3 Yalın Üretim Sistemlerinin Diğer Üretim Sistemleri ile Karşılaştırılması	14
2.4 Türkiye’de yalın düşünce	14
3. DEĞER AKIŞI HARİTALAMA	16
3.1 Bir Ürün Ailesinin Seçimi.....	17
3.2 Malzeme ve Bilgi Akışı	18
3.3 Haritalandırma Aracını Kullanma	19
3.4 Mevcut Durum Haritası	24
3.4.1 Mevcut Durum Haritasının Çizimi	24
3.4.2 Üretim Alanındaki Araştırmalarda Uyulması Gereken Görgü Kuralları.....	31
3.4.3 Mevcut Durum Haritası Tamamlanırken Yapılması Gerekenler	31
3.4.4 Sık Karşılaşılan Sorunları Önlemek	31
3.4.5 Mevcut Durum Haritasıyla İlgili Hatırlanması Gerekenler	33
3.5 Gelecek Durum Haritası.....	33

3.6	Gelecek Durumun Çizilmesine Kılavuzluk Edecek Sorular	33
3.6.1	Gelecek Durum Haritasının Oluşturulması	34
3.6.1.1	Gelecek Durum Haritasına Giriş	34
3.6.1.2	Adım 1: Müşteri Talebine Odaklanma	35
3.6.1.2.1	İlk Önce Müşteri Gelir Anlayışı	35
3.6.1.2.2	Müşteri Talebi Elemanlarını İçeren Gelecek Durum Haritası Tasarım Adımları	36
3.6.1.3	Adım 2: Akışa Odaklanma	39
3.6.1.3.1	Sürekli Akış	39
3.6.1.3.2	Akış Elemanlarını İçeren Gelecek Durum Haritası Tasarım Adımları	40
3.6.1.4	Adım 3: Düzgünleştirmeye Odaklanma	41
3.6.1.4.1	Üretimi Düzgünleştirme	42
3.6.1.4.2	Üretimi Düzgünleştirmenin Gerçekleştirilmesi	42
3.6.1.5	Gelecek Durum Haritasının Oluşturulması Biterken Yapılması Gerekenler	44
3.7	Değer Akışı Haritası Sembolleri	44
3.8	Değer Akışının Yalınlaştırılması	48
3.8.1	Aşırı Üretim	48
3.8.2	Takt Zamanı ile Çalışmak	49
3.8.3	Sürekli Akış Sistemi Kurmak	49
3.8.4	Süpermarketler Kullanmak	50
3.8.5	Üretim Prosesini Sadece bir Üretim Prosesine Göndermek	52
3.8.6	Pacemaker Proseste Farklı Ürünlerin Üretimini Zamana Düzgün Yaymak	53
3.8.7	Pacemaker Proseste Küçük Tutarlı Artışlarda “Başlangıç Çekişi” Yaratmak	54
3.8.8	Pacemaker Prosesten Önce “Her Parça Her Gün” Üretim Yapmak	55
4.	ÜRETİM KONTROL SİSTEMLERİ	56
4.1	İtme Sistemleri	57
4.2	Çekme Sistemleri	60
4.3	İtme ve Çekme Sistemlerinin Karşılaştırılması	63
4.3.1	Tam Zamanında Üretimin Doğuşu ve Gelişimi	65
4.3.2	Tam Zamanında Üretim Nedir?	66
4.3.3	Tam Zamanında Üretim Sisteminin İlkeleri	68
4.3.4	Tam Zamanında Üretimin Amaçları	69
4.3.5	Tam Zamanında Üretime Geçiş Adımları	72
4.3.6	Tam Zamanında Üretimin Uygulanması İçin Gerekli Koşullar	73
4.3.7	Tam Zamanında Üretim Performans Kriterleri	73
4.3.8	Tam Zamanında Üretimin Yararları	74
4.3.9	Tam Zamanında Üretim Teknikleri	74
4.3.9.1	Jidoka	74
4.3.9.2	SMED	75
4.3.9.3	Poka – Yoke	77
4.3.9.4	5S Tekniği	77
4.3.9.4.1	5S Seiri – İşyeri Düzenleme	78
4.3.9.4.2	5S Seiton – Organize Olma	78
4.3.9.4.3	5S Seiso – Temizlik	78
4.3.9.4.4	5S Seiketsu – Standartlaşma	78
4.3.9.4.5	5S Shitsuke – Eğitim Ve Disiplin	78
4.3.9.5	TPM	79
4.3.9.6	Kaizen	80
4.3.10	Kanban	81
5.	KANBAN SİSTEMİ	82

5.1	Kanban Nedir?.....	82
5.2	Kanban Kuralları	83
5.3	Kanbanların Kullanımı.....	87
5.4	Kanban Kart Sistemi.....	89
5.4.1	Çift Kart Sistemi.....	89
5.4.2	Tek Kart Sistemi.....	92
5.5	Kanban Çeşitleri	93
5.5.1	Çekme Kanbanı	95
5.5.2	Üretim Kanbanı	95
5.5.3	Sinyal Kanbanı	95
5.5.4	Üçgen Kanban	96
5.5.5	Malzeme İhtiyaç Kanbanı	96
5.5.6	Acil Kanban.....	96
5.5.7	Kasa veya Kamyon Kanbanı	97
5.5.8	Etiket Kanbanı.....	97
5.5.9	Ortak Kanban	97
5.5.10	Tünel Kanban	97
5.5.11	Ekspres Kanban	97
5.5.12	Satıcı Kanbanı	97
5.5.13	Modern Kanban Tipleri.....	98
5.5.13.1	Otomatik Kanban.....	98
5.5.13.2	Elektronik Kanban	99
5.5.13.3	Telsiz Kanban.....	100
5.6	Kanban Sayısının Hesaplanması	103
5.7	Kanban Sayısının Hesaplanmasıyla İlgili Örnekler.....	105
5.7.1	Sabit yeniden sipariş miktarlı üretim kanbanı.....	105
5.7.2	Sabit sipariş çevrimli tedarikçi kanbanı.....	107
5.7.3	Sinyal kanbanı	108
5.8	Kanban Sisteminin Değerlendirilmesi	110
5.8.1	Kanban Sisteminin Avantajları	110
5.8.2	Kanban Sisteminin Dezavantajları	112
6.	UYGULAMA.....	113
6.1	UZEL Makine'nin Tanıtımı	113
6.2	UZEL Makine'nin Tarihçesi	113
6.3	Uzel Makine'de Uygulama	117
6.3.1	Motor kaputu ve İlgili Öğeler Hakkında Genel Bilgiler	117
6.3.2	Motor Kaputuna Ait Fotoğraflar	117
6.3.3	Tüm Fabrikada Kaput İş Akış Şeması	122
6.3.4	Atölyelere Göre İş Akışları	123
6.3.4.1	Lazer Atölyesinde İş Akışı.....	123
6.3.4.2	Pres Atölyesinde İş Akışı.....	123
6.3.4.3	Sac Atölyesinde İş Akışı.....	124
6.3.4.4	Boyahane Atölyesinde İş Akışı	124
6.3.4.5	Montaj Atölyesinde İş Akış	125
6.3.5	Mevcut Durum Haritasının Çizilmesi.....	127
6.3.6	Gelecek Durum Haritasının Çizilmesi	132
6.3.6.1	Gerçekleştirilen İyileştirmeler.....	132
6.3.6.2	Genel Öneriler	136
6.3.6.3	Kanban Sistemi Kurma Önerisi.....	140
6.3.6.4	Önerilen Kanban Kartları.....	143

6.3.7	Sonuç	146
7.	SONUÇ	147
KAYNAKLAR.....		149
EKLER.....		153
1.	Lazer Atölyesine Ait Veriler	153
2.	Pres Atölyesine Ait Veriler	154
3.	Sac Atölyesine Ait Veriler	155
4.	Boyahane Atölyesine Ait Veriler.....	157
5.	Montaj Atölyesine Ait Veriler	158
ÖZGEÇMİŞ.....		161

SİMGE LİSTESİ

a	Düzgün dağılım alt sınırı
b	Düzgün dağılım üst sınırı
D	Ortalama günlük talep
h	Stok bulundurma maliyeti
K	Kanban sayısı
T	Bekleme zamanı
P	Kanbanların taşınma, toplanma ve bekleme süresi
p	Stok bulundurmama maliyeti
Q	Taşıyıcı kapasitesi
β	Emniyet faktörü
α	Güvenilirlik katsayısı
μ	Ortalama talep
σ	Sapma

KISALTMA LİSTESİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
CONWIP	Constant Work in Process
ÇS	Çevrim Süresi
ÇZ	Çevrim Zamanı
EDI	Electronical Data Input
EPE	Every Part Every
FİFO	First in First out
GM	General Motors
GSYİH	Gayr Safi Yurt İçi Hasıla
HPH	Her Parça Her
HS	Hazırlık Süresi
JIT	Just in Time
KK	Kalite Kontrol
LAN	Local Area Network
SKK	Sıfır Kalite Kontrol
TPM	Total Productive Maintenance
ÜPK	Üretim Planlama ve Kontrol
SMED	Single Minute Exchange of Dies
WAN	Wide Area Network
VA	Value Added
WIP	Work in Process

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 Toyota vd. firmaların yıllara göre üretimi (Womack, Jones ve Roos, 1999)	3
Şekil 2.2 SMED çalışma şekli [1].....	7
Şekil 2.3 Yalın üretimin diğer üretim teknikleri ile karşılaştırılması (Firuzan, 2004)	14
Şekil 3.1 Değer akış prosesinin yapısal grafiğine bir örnek (Böttcher, 2004)	17
Şekil 3.2 Değer akışı haritalandırmanın adımları (Rother ve Shook, 1999).....	19
Şekil 3.3 Fabrika ve bilgi kutusu simgeleri (Rother ve Shook, 1999).....	24
Şekil 3.4 Uyarı üçgeni sembolü (Rother ve Shook, 1999).....	27
Şekil 3.5 İtme sembolü (Rother ve Shook, 1999).....	27
Şekil 3.6 Bilgi akışı ve elektronik bilgi akışı sembolleri (Rother ve Shook, 1999)	28
Şekil 3.7 Katma değer yaratan ve yaratmayan sürenin belirtilmesi (Rother ve Shook, 1999)	29
Şekil 3.8 Zaman eksenini (Rother ve Shook, 1999)	29
Şekil 3.9 Süpermarket çekme sistemi (Rother ve Shook, 1999)	50
Şekil 3.10 Süpermarket çekme sistemi ile ilgili semboller (Rother ve Shook, 1999)	51
Şekil 3.11 Pacemaker prosesin seçimi (Rother ve Shook, 1999)	53
Şekil 4.1 İtme Sistemi (Aksoy, 1997).....	58
Şekil 4.2 Bir otomotiv fabrikasında itme sistemi [2].....	58
Şekil 4.3 Çekme sistemi (Chan, 2001).....	60
Şekil 4.4 Bir otomotiv fabrikasında çekme sistemi	62
Şekil 4.5 İtme ve çekme sistemlerinin karşılaştırılması (Utku, 1993).....	64
Şekil 4.6 TZÜ sisteminin ana hatları (Utku, 1993)	67
Şekil 5.1 Çekme sistemi (Gülsün, 1998).....	90
Şekil 5.2 Çekme kanbanı(Acar, 1999)	90
Şekil 5.3 Çekme kanbanı hareketi (Acar, 1999).....	91
Şekil 5.4 Üretim kanbanı (Acar, 1999).....	91
Şekil 5.5 Çift kart sistemi [6]	92
Şekil 5.6 Kanban kart örnekleri (Acar, 1999)	94
Şekil 5.7 Üçgen kanban (Şenyılmaz, 20006)	96
Şekil 5.8 Dolu iş sistemi (Gülsün, 1998)	98
Şekil 5.9 Malzemenin ve üretim kanbanının akışı (Durmuşoğlu, 2003)	105
Şekil 5.10 Sinyal kanbanı (Durmuşoğlu, 2003)	108
Şekil 6.1 Sac atölyesinde hammadde.....	117
Şekil 6.2 240 model traktör için kullanılan kaput	118

Şekil 6.3 Kaput ön kısım.....	118
Şekil 6.4 Kaputun montaj alanına doğru hareketi	119
Şekil 6.5 Kaput-traktöre montajdan önce.....	119
Şekil 6.6 Kaput-traktöre montajdan sonra	120
Şekil 6.7 Kaputun montajından sonra hat devam ediyor	120
Şekil 6.8a ve 6.8b Kaput stok alanı	121
Şekil 6.9 Kaput ve üzerinde çalışan bir operatör.....	121
Şekil 6.10 Kaput iş akış şeması	122
Şekil 6.11 Pres atölyesinde 3 değişik modele ait iş akışı.....	123
Şekil 6.12 Sac atölyesinde 3 değişik modele ait iş akışı.....	124
Şekil 6.13 Boyahane atölyesinde iş akış şeması.....	124
Şekil 6.14 Montaj atölyesinde bir modele ait iş akış şeması.....	125
Şekil 6.15 Kaputa ait bazı işlemler	126
Şekil 6.16 Mevcut durum haritası.....	131
Şekil 6.17 Eski ve U hattına dönüştürülmüş kaput hücresi.....	132
Şekil 6.18 Operasyonlar birleştirilmeden önce ve birleştirilmeden sonra	133
Şekil 6.19 Ayrı tezgâhlarda işlenen kaput.....	133
Şekil 6.20 Birleştirilen tezgâhlarda işlenen kaput	134
Şekil 6.21 Çizilmeye uğrayan kaputlar	134
Şekil 6.22 İyileştirilmeden sonra çizilme olayı kalkıyor	135
Şekil 6.23 Stok alanına koyulamayan kaput (sol), stok alanındaki kaput(sağ).....	136
Şekil 6.24 İlk durumdaki iş alanı (sol), aydınlatılan iş alanı (sağ)	136
Şekil 6.25 5S kurallarına göre sınıflandırma.....	139
Şekil 6.26 Önerilen kanban kartları	144
Şekil 6.27 Gelecek durum haritası.....	145

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Ürün paketleme miktarı (Öz, 2005)	9
Çizelge 2.2 Kaizen şemsiyesi (İmai, 1999).....	12
Çizelge 3.1 Detaylı değer akışı haritalandırma araçları (Sullivan vd., 2002)	22
Çizelge 3.2 Gelecek durumu belirlemek için sorular (Braglia vd, 2006)	33
Çizelge 3.3 Talep adım sembolleri (Tapping, Lyster ve Shuker, 2002).....	36
Çizelge 3.4 Engel ve çözümler (Tapping, Lyster ve Shuker, 2002).....	38
Çizelge 3.5 Akış adım sembolleri (Tapping, Lyster ve Shuker, 2002).....	40
Çizelge 3.6 Heijunka kutusu ve malzeme taşıyıcı rotası sembolleri (Öz,2005).....	43
Çizelge 3.7 Değer akış sembolleri (Durmuşoğlu, 2004).....	44
Çizelge 5.1 Telsiz kanbanın avantajları (Gülsün, 1998).....	101
Çizelge 6.3 Kanban sayısı hesabı	142
Çizelge 6.4 Mevcut ve gelecek durum stok verileri	146
Çizelge 6.5 Mevcut ve gelecek durum işlem zamanı verileri	146

ÖNSÖZ

Günümüzde önemi iyice artan “israflardan arınma”; yani “yalın düşünce” kavramı ve bunun beraberinde getirdiği “Değer Akışı Analizi” ile çok önemli üretim tekniklerinden “Just in Time” ve can damarı olan “Kanban” konuları üzerindeki çalışmalarım, ayrıca Türkiye’ nin sektöründe en iyi firması olan Uzel’de yaptığım uygulamada beni yönlendiren ve destekleyen hocalarım Prof. Dr. Mesut ÖZGÜRLER’e ve Prof. Dr. M. Bülent DURMUŞOĞLU’na sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Uygulamayı yaptığım Uzel Makine A.Ş.’ de bana çok yardımcı olan Üretim Müdürü Hamdi ERDOĞAN, Bülent ALTINOK ve Orhan GÖZÜKARA’ya, motivasyon kaynaklarım Mustafa TAŞDEMİR ve Esra IŞILAY’a gönülden teşekkür ederim.

Saygılarımla

İstanbul, Mayıs 2007

Funda AHMETOĞLU

ÖZET

Globalleşen dünyamızda artan rekabet ortamında, firmalar sektörlerinde öne çıkmak için çeşitli farklı teknikler kullanmalıdırlar. Önemli olan en az maliyetle, en yüksek kalitedeki ürünleri müşteriye tam zamanında iletebilmektir. Müşteri isteklerine karşı esnek olmak, değişen teknolojilere ayak uydurmak gerekmektedir.

Tüm bunlar ışığında “yalınlık” son yıllarda çok fazla önem kazanmıştır. Üretim ve hizmet alanlarının tümünde israflardan kaçınarak ve gereksiz maliyetleri elimine ederek ürünlere yansıyan maliyetleri azaltabiliriz.

Bu çalışmada günümüzün güncel konularından “Kanban” işlenmiş, bu doğrultuda da, “yalın düşünce ve yalın üretim”, “değer akışı analizi” ve “tam zamanında üretim” konularını incelenmiştir.

Çalışma 7 bölümden oluşmaktadır. 1. bölümde yukarıda bahsedilen konuların önemi ifade edilmiştir. 2. bölümde yalın kavramı, yalın üretim araçları gibi konular açıklanmış, 3. bölümde değer akış analizi başlığı altında mevcut ve gelecek değer akışı haritalarının oluşturulması, değer akışının yalınlaştırılması anlatılmış, 4. bölümde üretim kontrol sistemlerinden özellikle çekme sistemleri (tam zamanında üretim), 5. bölümde ise kanban, kanban kullanımı, kanban çeşitleri ve ilgili hesaplamalara yer verilmiştir. 6. bölümde ise Uzel’ de yapılan uygulamaya yer verilmiştir. 7. bölümde genel ve uygulama sonuçları verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Yalın, değer akış analizi, tam zamanında üretim, kanban

ABSTRACT

In competitive environment in our global world, firms should use various different techniques for going forward in their sectors. The important thing is to deliver products to customer with minimum cost but maximum quality. Being flexible against customer demand and keeping up with changing technologies are considerable.

Taking these into account, the concept “lean” has been much more important in last decades. With escaping from wastes and eliminating non-value-added costs, we can decrease the costs added to products.

In this study, one of the actual subjects, “kanban” is issued. In addition to this, “lean thinking and lean manufacturing”, “value stream analysis” and “just in time” are investigated.

This study consists of 7 sections. In section one, the importance about the subjects given above is given. In section 2, lean concept and lean manufacturing tools are explained. In section 3, existing value stream management, future value stream management and making value stream simply is described under the title of value stream analysis. In section 4, especially pull systems (just in time) through the manufacturing control systems are placed and in section 5; kanban, kanban uses, kinds of kanban and concerned calculations are defined. In section 6 application in “Uzel” is given and lastly in section 7; general conclusions are given.

Key words: Lean, value stream analysis, just in time manufacturing, kanban

1. GİRİŞ

Günümüzde firmalar arası rekabet iyice kızışmış, firmalar öne geçebilmek için farklı teknolojiler denemek durumunda kalmışlardır. Temel amaç maliyetleri düşürerek daha çok para elde etmek olduğunu göre, maliyetleri düşürmenin yolları aranmalıdır. İşletmelerin zorunla yani diğer bir deyişle değer katan faaliyetleri ve de kendilerinin farkında olmadıkları fakat yapmaktan vazgeçemedikleri gereksiz faaliyetleri yani değer katmayan faaliyetleri vardır. İşte bu durum gereksiz maliyetlere yol açmaktadır.

En üstten en alta kadar tüm çalışanların işletmelerin temel amaçları olan devamlılık ve karlılık için paylaşımcı bir çalışma ile “ neyi yapmam gerçekten gerekli?” sorulanını kendilerine yöneltmeleri ve bu doğrultuda gereksiz işleri elimine ederek bunların getirdiği maliyetlerden kurtulmaları gerekmektedir.

İşte yalın düşünce tüm bunların ışığı altında ortaya çıkmış, daha sonra üretimin yalınlaştırılması olarak düşünülmüştür. Bu bağlamda yalın üretim tekniklerinden “tam zamanında üretim ortaya çıkmış ve bel kemiği olan “kanban” bulunmuştur. Bu teknikleri kullanan firmaların bahsettiğimiz rekabet ortamında koşar adımlarla öne geçtiği görülünce tüm dünyada bu konulara verilen önem artmıştır.

Literatürde “yalın üretim”, “değer akış analizi”, “tam zamanında üretim” ve “kanban sistemleri, kanban sayılarının bulunması” gibi konularla çokça karşılaşabiliriz. Dünyanın dört bir tarafında bu konularla ilgili araştırmalar yapılmaktadır. Bu da, bu konulara verilen önemi açıkça göz önüne koymaktadır.

Bu çalışmanın amacı tüm bu konular hakkında geniş bir bilgi vermek ve bu sistemlerin bir işletmede nasıl uygulanabileceğini göstermektir.

2. YALIN KAVRAMI

2.1 Yalın Düşünce ve Yalın Üretim

Yalın düşünce; amacı net bir şekilde belirlemek, bu amaca faaliyetlerin ayrımını yapmak ve gereksiz faaliyetleri çıkartarak amaca ulaşmaktır. Yalın üretim ise, yapısında hiçbir gereksiz unsur taşımayan hata, maliyet, stok, işçilik, geliştirme süreci, üretim alanı, fire ve müşteri memnuniyetsizliği gibi unsurların yani israfların en aza indirildiği üretim sistemidir. İsrar; ürüne açıkça değer katacak olan minimum miktarda malzeme, parça, alan ve çalışma zamanı dışında kalan her şeydir. Bir işletme için israflar; stoklar, beklemler, taşımalar, fazla üretim, kusurlu üretim, gereksiz işçi hareketleri, gereksiz kalite kontrollerdir [1].

Toyota ile ortaya çıkan yalın üretim sisteminde, ayrık üretimdeki pek çok yalın üretim araç ve tekniği (tam zamanında üretim, hücreli üretim, toplam verimli bakım, bir dakikada kalıp değişimi) kullanılır. Yalın üretim uygulamaları, otomotiv, elektronik, beyaz eşya gibi sektörlerde yayılmıştır (Abdulmalek ve Rajgopal, 2006).

Yalın üretimi karakterize eden altı başarı faktörü vardır. Bunlar; proje yöneticisi, ekip çalışması, bilgi kültürü, tedarikçilerle entegrasyon, eşzamanlı mühendislik ve tüketici oryantasyonudur. Bunlardan ekip çalışması, proje yöneticisi ve tüketicilerle entegrasyon, yalın üretim kavramını daha az rekabetçi alternatif olan Tayloristik yapılandırılmış üretim kavramından ayıran faktörlerdir (Zerenler ve İraz, 2002).

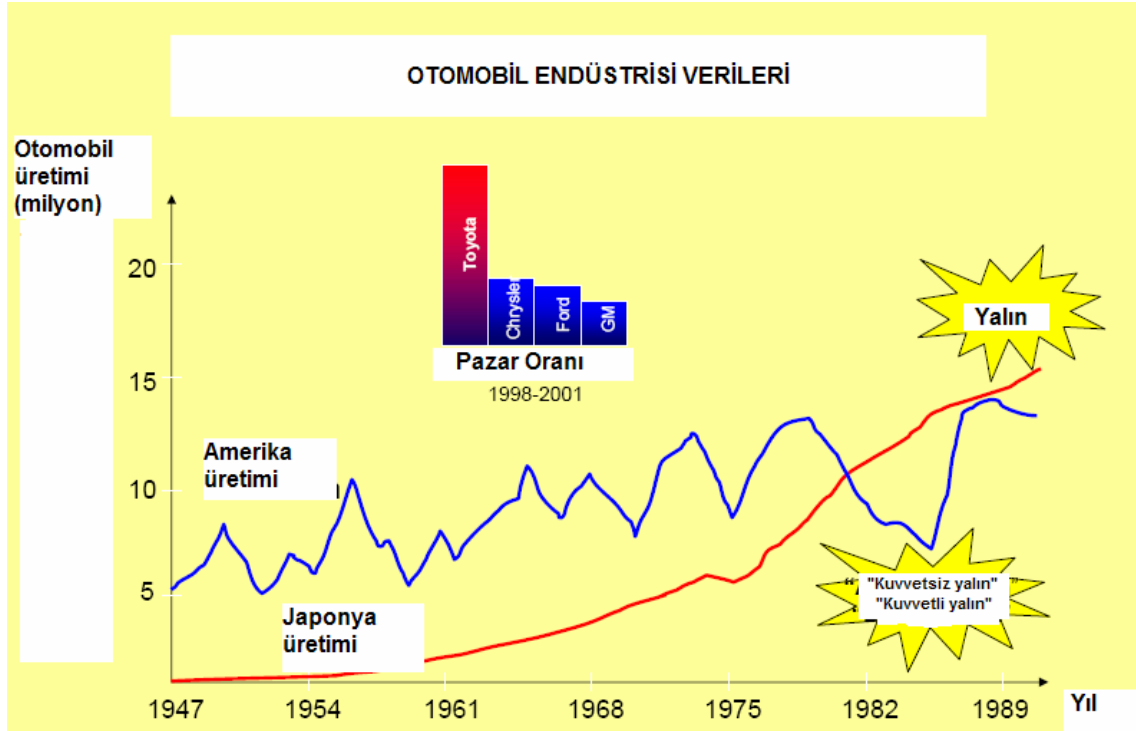
Yalın üretimin belli başlı ilkeleri vardır. Bunlar: [1]

- Nihai üründe müşteri açısından bir değer taşımayan özellikler için üretim kaynakları israf edilmemelidir.
- Müşteriye istediği miktarda, istediği özelliklerde ürünü istediği fiyatta ve istediği zamanda gönderilmelidir.
- Hedefe ulaşmada kolaylık ve beklenmeyen değişikliklere, şartlara uyum sağlamada esneklik kazanılmalıdır.
- İnsan sadece üretim faktörlerinden biri değildir, fikirlerinden, yaratıcılığında da faydalanılmalıdır.
- Gerektiği kadar kaynak kullanımı,
- Maksimum müşteri memnuniyeti,

- Değişen taleplere uyum,
- Eğitimli, çok yönlü iş gücü sağlanmalıdır.

Günümüzde yalın üretim sistemi; işletmelerin rekabet gücünün korunmasında ve artırılmasında kullandıkları en temel dinamik araçlardan birisi haline gelmiştir (Zerenler ve İraz, 2002).

Yalın üretim sistemi dünyada en yaygın olarak otomotiv endüstrisinde kullanılmaktadır. Şekil 2.1’ de 1947’den bu yana otomobil endüstrisinde yalın düşüncenin piri olan Toyota ve diğer otomobil şirketlerinde (Chrysler, Ford ve GM) “yalın düşünce” sonucu elde edilen üretim miktarları görülmektedir. Toyota’nın yalın düşünce sayesinde rakipleriyle arasında önemli fark yarattığı, rakiplerin ise dengesiz üretim miktarlarına sahip olduğu ortaya çıkmıştır.



Şekil 2.1 Toyota vd. firmaların yıllara göre üretimi (Womack, Jones ve Roos, 1999)

2.1.1 Yalın Düşüncenin Öğeleri

Aşağıda değer akışı haritalandırmayla bağlantılı olan yalın düşüncenin öğeleri değer ve değer

akışı incelenmiştir.

2.1.1.1 Değer

Değerin üreticilerce doğru bir biçimde tanımlanamayışı ve istenen değer yaratılamayışı, bu konuda yalın düşünce sisteminin değer tanımlaması ve değer yaratmayı incelemesine neden olmuştur. Yalın düşünce, değer, belli müşterilerle oluşturulan diyalog sonucunda, belli yetkinliklere sahip olan, belli ürünler cinsinden tam ve doğru olarak tanımlanmasını amaçlamaktadır. Değerin yaratıldığı akışın 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, değer 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, ürüne yeni unsurlar ve yenilikler ekleyebileceği gibi, ek değer yaratmak üzere fiziksel ürüne hizmetler ekleyebilir, dağıtım ve servis ağını genişletebilir ve karları yeni ürünlere yönlendirebilir.

2.1.1.2 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 üretip, 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 ya da 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.

2.2 Yalın Üretimin Araçları

2.2.1 U hatları, iş rotasyonu

İşçilerin bir yerden bir yere gitmesi, makinelerin çalışmasını kontrol etmesi ya da makine başında makinelerinin devrinin bitmesinin beklenmesi gibi ürüne hiçbir değer katmayan eylemler zaman kaybına ve israfa neden olmaktadır.

Makinelerin doğru çalışıp çalışmadığının kontrolü, makineye parçayı yerleştirme, işlenmiş parçayı alma gibi eylemleri otomatize ederek, kazanılan zaman sayesinde her işçinin birden

fazla makineyi çalıştırması Ohno'nun verimliliğini arttırmak için geliştirdiği sistemin mantığıdır.

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

2.2.2 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.

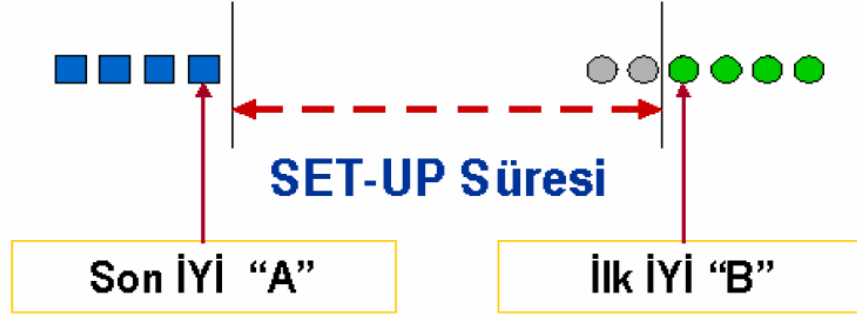
Yalın üretimin bu zaman harcamasına bulduğu çözümlerden biri de, herhangi bir atölye içinde bir parçanın nihai halini alması için gereken tüm makinelerin, parçaların işlenme akışına dayanarak birbiri ardı sıra yerleştirilmeleri ve parçanın bir önceki süreç için gereken makineden bir sonraki süreçte kullanılacak makineye hiç beklemeden geçmesi şeklindedir. Makinelerin bu şekilde yerleştirilmelerine süreç-bazlı yerleşim ve parçaların süreçler arasında beklemeden teker teker aktarımalarına da tek-parça akışı denilmektedir. Tek-parça akışını; süreçler, makineler arası aktarma partisinin bir adete indirilmesi ya da hat ile makine arası stoğun sıfırlanması olarak da tanımlayabiliriz (Okay, 1999).

2.2.3 Bir dakikada kalıp değiştirme

SMED diye de anılan bu teknik kalıp değişim sürelerinin kısaltılması tekniğidir. Bu teknik sadece kalıp değişimleri için değil tüm makine ve teçhizatın hazırlanma sürelerinin kısaltılmasında kullanılır. İki çeşit ayarlama süresine sahiptir.

- **İç Ayarlama:** Makine ve teçhizatın sadece durduğu süre içinde yapılabilen işlemlerdir. Bu işlemler için üretimin durması gereklidir.
- **Dış Ayarlama:** Yapılması için makinenin durmasının gerekmediği, üretim devam ederken yapılabilecek işlemler.

SMED ile birlikte üretimin durduğu ve işçilerin kullanılmadığı zamanla azalır. Böylece parçaların hatta durduğu süre de azalmış olur. Şekil 2.2’de SMED çalışma şekli gösterilmiştir [1].



Şekil 2.2 SMED çalışma şekli [1]

2.2.4 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 sinyalidir, öte yandan da yeni üretimin ne miktar ve çeşitlilikte olacağını belirtir. Bir önceki aşamada ancak çekilen miktar ve çeşitlilikte parça üretilecektir. Çekme olayı son montaj hattında başlar ve parçalar montaj hattından başlayarak atölyeden atölyeye ya da 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 kartıdır. Sistemin herhangi bir aşamasında

üretilecek 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 ya da durma durumunda önceki atölyelerden parça çekilmeyeceği için bu durum diğer atölyelerin üretimlerine de yansır. Talebin artması ya da azalması durumunda kanbanların atölyeler arasındaki ya da fabrika ile yan sanayiler arasındaki devir hızının son montaj hattından başlayarak ayarlanması yoluyla, tüm atölyeler ve yan sanayiler üretimleri artırabilir ya da yavaşlatabilir.

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

2.2.5 Üretimin Düzenleştirilmesi ve Karma Modelli Çizelgeleme

Değişik modelleri ya da 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. Karma yükleme düzeni müşteri talep miktarı ve bileşimine göre belirlenir ve Heijunka yönetim aracı ile yapılır.

2.2.5.1 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 2.1’de gösterilen, 5 alakalı ürünün üretildiği standart paketleme miktarının 25 olduğu bir değer akışını ele alalım.

Çizelge 2.1 Ürün paketleme miktarı (Öz, 2005)

• 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’dir.

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

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

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.

2.2.6 Toplam İş Denetimi / Senkronizasyon

Yüksek kapasiteli makinelerin kapasitelerinin düşük kapasiteli makinelere yakınlştırılarak senkronize üretim yapılmasına toplam iş denetimi denilmektedir.

Süreç bazlı hatların etkin çalışabilmesi, aynı hattı oluşturan makine kapasitelerinin yani bir

işlemi tamamlamak için gereken sürelerin denkleştirilebilmesine bağlıdır. Üretimin tek parça akışı içinde gerçekleştirilebilmesi tüm makinelerin aynı süre içinde, aynı miktarda parça işlemleri sağlanarak çözülmüştür. Makinelerin bu senkronizasyonu, kapasitesi yüksek olan makinelere belirli bir miktar parçayı işledikten sonra kendi kendisini otomatik olarak durduran bir limit anahtarı yerleştirerek yapılabilir.

Toplam iş denetiminde bazı makinelerin 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.

2.2.7 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 pek çok ürünün ya da parçanın kalitesiz olduğu için ıskarta edilmesi işgücü ve makine zamanını israf etmek anlamına gelecektir ve maliyeti artırıcı bir unsur olacaktır. %100 kalitesinden emin olunmayan ürünlerin müşteriye ulaşması durumunda kullanımda oluşacak arızalar sorun yaratacaktır.

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 (Öz, 2005),

2.2.8 Toplam üretken bakım

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

Toplam verimli bakımın amacı ekipman ömrünü uzatmak, üretim veya servis için fabrika ve ekipmanları optimum koşullarda tutmak ve yatırımların geri dönüşünü artırmak, acil

durumlarla başa çıkma yeteneğini artırmak ve güvenliğini sağlamaktır.

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

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

Toplam verimli bakım; hazırlık aşaması (üst yönetim kararının duyurulması, tanıtıcı eğitim ve kampanyalar, organizasyonun hazırlanması, temel hedeflerin belirlenmesi, proje planının hazırlanması), uygulama aşaması (ekipman verimliliğini iyileştirecek sistemlerin kurulması, otonom bakım programının geliştirilmesi, bakım bölümü için bakım programının geliştirilmesi, operasyon ve bakım yeterliliklerinin geliştirilmesine yönelik eğitim verilmesi, ekipman yönetimi programı hazırlanması) ve süreklilik aşamasından (yaygınlaştırma ve seviyenin yükseltilmesi) oluşur [3].

2.2.9 Sürekli iyileştirme (kaizen)

Kaizen, Japonca değişim (kai) ve iyi (zen) kelimelerinden oluşur, sürekli gelişme anlamında kullanılmaktadır. Bu sözcük bir felsefeyi, bir yaşam tarzını ifade etmektedir. Japonlara göre her geçen gününün bir öncekinden daha iyi olması için evde, işte ve sosyal yaşamda sürekli çaba içinde olunmalıdır (Zerenler, İraz, 2002).

Sorunu kökten çözmenin prensip olduğu kaizen uygulamalarının ön koşulu sorunları saklamamaktır. Ömür boyu iş garantisi altında çalışan tüm işçilerin sürekli iyileştirme çalışmalarına takım çalışması anlayışı içinde katılmasına imkân veren ve tüm çalışanların yaratıcı potansiyellerine saygı duyan bir sistem olan kaizende çalışanların potansiyellerinden yararlanılması kalite çemberleri ile sağlanır.

Kaizen yöneticilerden işçilere herkesi içeren sürekli iyileştirmedir. Japonların geliştirdiği birçok yönetim uygulaması kısaca literatürde kaizen şemsiyesi (Çizelge 2.2) olarak da ele

alınan bir başlık altında toplanabilir.

Çizelge 2.2 Kaizen şemsiyesi (İmai, 1999)

Müşteri yönetimi	Kanban
Toplam Kalite Kontrol	Kalite iyileştirmesi
Robot kullanımı	Tam zamanında üretim
KK Çemberleri	Sıfır Hata
Öneri Sistemi	Küçük Grup Faaliyetleri
Otonomasyon	İşçi - Yönetim İşbirliği
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 (İmai, 1986).

Kaizen Shigeo Shingo'nun da belirttiği gibi hiçbir işlemin son halini almadığı, daha da mükemmelinin arandığı "kuru havludan bile su çıkarılabilir" anlayışının bir sonucudur

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 (Öz. 2005):

- 1) Problemin saptanması
- 2) Problemin (mevcut durumun) incelenmesi

3)Fikir üretme

4)Değerlendirme

5)Uygulamaya geçilmesi, olarak özetlenebilir.

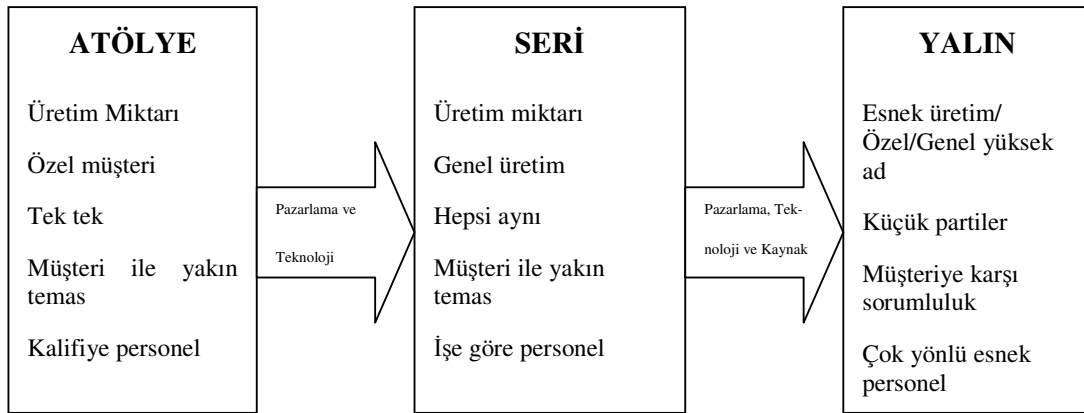
2.2.10 Sorun Çözme Tekniklerinin Kullanılması

Her Şeyden önce, sorunlara etkin çözümler getirebilmek için, sorunlar hakkında doğru, yeterli ve anlam ifade eden verilerin toplanması gereklidir. Verilerin analizinin sonucunda, sürekli gelişim için temel noktalar bulunabilecek ve sorunlar çözülebilecektir. Günümüzde kullanılan problem çözme teknikleri arasında şunlardır mevcuttur: [8]

1. Beyin Fırtınası
2. Gruplandırma
3. Çetele tablosu
4. Kontrol Çizelgesi
5. Histogram
6. Pareto Analizi
7. Sebep – Sonuç Diyagramı
8. Dağılım Diyagramı
9. Afinite Diyagramı
10. İlişkiler Diyagramı
11. Ağaç Diyagramı
12. Matris Diyagramları
13. Matris – Veri Analizi
14. Proses Karar Diyagramı
15. Ok Diyagramları

2.3 Yalın Üretim Sistemlerinin Diğer Üretim Sistemleri ile Karşılaştırılması

Yalın üretim sistemi, daha önce kullanılan üretim sistemlerindeki fayda ve avantajların bir araya getirilmiş halidir. Atölye üretimindeki esneklik ve kalite anlayışı, seri üretimdeki seriliği ve düşük üretim maliyetini kapsamaktadır. Aynı zamanda bu iki üretim sisteminden, seri üretimdeki hantallıktan ve atölye üretimindeki el işçiliğinden kaynaklanan yüksek maliyetlerden kaçınılmıştır. İşletmenin yalın üretim sisteminin, diğer üretim sistemleri ile karşılaştırılması Şekil 2.3’ te gösterilmektedir. Yalın üretim sistemi politikası ile birlikte TZÜ sistemi de uygulamaya konulmuştur (Firuzan, 2004).



Şekil 2.3 Yalın üretimin diğer üretim teknikleri ile karşılaştırılması (Firuzan, 2004)

2.4 Türkiye’de yalın düşünce

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. Yalın Üretim 1992’den itibaren üniversitelerin ders programına girmiş, doktora ve yüksek lisans tezlerinin de konusu olmuştur.

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 imkânlar bulunabilir hem de yeni pazarlara doğru büyüme gerçekleştirilebilir.

Yalın, Türkiye'nin temel iş felsefesi olmalıdır [4].

3. DEĞER AKIŞI HARİTALAMA

Değer Akışı, her ürün için esas olan ana akışlar boyunca bir ürünü meydana getirmek için ihtiyaç duyulan, katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetlerin bütünüdür.

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, birçok işletmeden ve firmadan geçen bir değer akışını takip etmeniz gerekecektir. Fakat bu büyüklükte bir akışı haritalandırmak başlangıç için çok fazla ve zordur.

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 görmemize ve anlamamıza yardımcı olan bir kâğıt kalem tekniğidir. Değer akışı haritalandırma ile anlatılmak istenen çok basit bir şeydir; müşteriden tedarikçiye ürünün üretim yolunu izlemek ve 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.

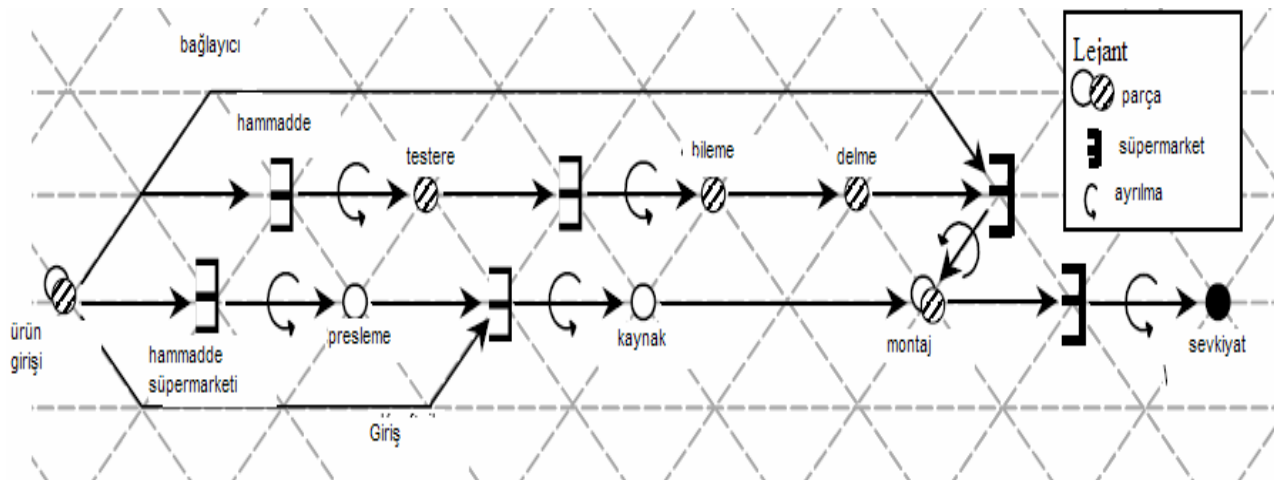
Bunu tekrar tekrar yapmak, değer ve özellikle israf kaynaklarının nasıl görüleceğini öğretmenin en kolay ve bilinen en iyi yoludur.

Değer Akışı Haritalandırma neden gerekli bir araçtır?

- 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 birçok 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 birçok 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). Şekil 3.1’de bir fabrikada gerçekleşen işlemlerin değer akış prosesine bir örnek gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Değer akış prosesinin yapısal grafiğine bir örnek (Böttcher, 2004)

Değer akışı haritalandırma pek çok alanda gerçekleştirilebilir. Örneğin York Hastanesi'nde yapılan değer akışı çalışmaları sonucunda çok daha fazla hasta, doktorlar ve hemşireler tarafından hastanede karşılanabilmiş, ambulansla getirilen acil hastalara daha çabuk müdahale edilebilmiş, hastaların odalara yerleştirilme süreleri azalmış, dar boğazlar giderilmiş, dolayısı ile de hastanenin toplam performansı artmıştır (Kaale vd, 2005).

3.1 Bir Ürün Ailesinin Seçimi

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 ailelerini, 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 birçok 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).

Örnekler:

Elektrikli el aletleri işinde bir ürün grubu, ortak şasi kullanan ve son üretim aşaması olarak ortak bir montaj hücresinden geçen orta büyüklükteki elektrik matkapları olabilir. Oysa bitmiş ürün pekâlâ birçok değişik aksamdan ve müşteri etkilerinden oluşulabilir. Alternatif olarak, harita ekibi ürün grubunu orta çaplı matkaplara takılan motor ünitesi olarak da tanımlayabilir ve bu durumda harita akışı, o noktadan itibaren başa doğru ele alınır.

Otomobil endüstrisinde bir ürün grubuna örnek olarak aynı montaj fabrikasında üretilen araba platformunu verebiliriz. Bir başka ürün grubuna örnek olarak montaj fabrikalarına yan sanayiciler tarafından tedarik edilen bir ürünü, örneğin bir alternatörü verebiliriz. Alternatörde ortak tasarım mimarisi ve ortak montaj hücresi kullanılıyorsa-güç çıkışları birbirinden farklı olsa da- bunu tek bir ürün grubu olarak tanımlayabiliriz (Jones ve Womack, 1999).

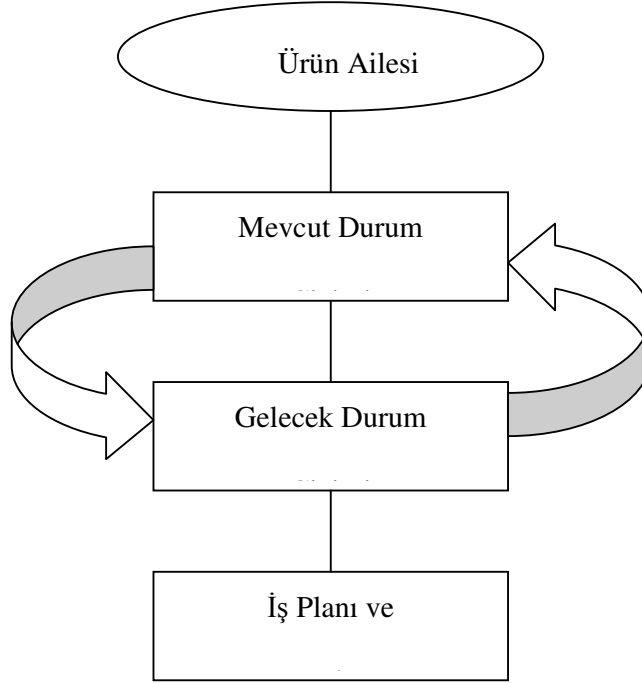
3.2 Malzeme ve Bilgi Akışı

Üretim akışı içinde, ilk akla gelen fabrika içindeki malzeme hareketi akışıdır. Fakat her prosese daha sonra ne yapacağını söyleyen başka bir akış daha vardır; bilgi akışı. Malzeme ve bilgi akışı aynı paranın iki yüzüdür. Her ikisi de haritalandırılmalıdır.

Yalın üretimde, bilgi akışı da malzeme akışı ile aynı öneme sahiptir. Toyota ve tedarikçileri, kitle üreticilerle aynı temel malzeme dönüşüm proseslerini, pres/kaynak/montaj gibi, kullanabilirler, fakat Toyota fabrikaları üretimlerini kitle üreticilerden oldukça farklı düzenlerler.

3.3 Haritalandırma Aracını Kullanma

Değer akışı haritalandırma Şekil 3.2’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 3.2 Değer akışı haritalandırmanın adımları (Rother ve Shook, 1999)

İlk adım, sahadan bilgi toplayarak mevcut durumun çizilmesidir. Bu gelecek durumu tasarlamak için ihtiyacınız olan bilgiyi sağlar. Ayrıca, mevcut ve gelecek durumda birbirlerini etkileyen çalışmalar vardır. Gelecek durum ile ilgili fikirler mevcut durum haritası çizilirken oluşacaktır. Gelecek durumun çizimi, mevcut durumla ilgili daha önce gözden kaçırılan önemli bilgileri ortaya çıkaracaktır.

Son adım, bir uygulama planının hazırlanması ve aktif olarak kullanılmaya başlanmasıdır. Bir sayfalık uygulama planı, gelecek duruma nasıl ulaşılacağını tanımlar. Daha sonra gelecek duruma ulaşıldığında, yeni bir gelecek durum haritası çizilmelidir. Daima bir gelecek durum haritası olmalıdır (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: Kâğıt üzerinde yapılan sık hatalar ya da malzeme kalitesi problemleri hurda, yeniden işleme ile sonuçlanarak teslimat performansını düşürür.
3. Gereksiz envanter: Gereğinden fazla depolama, ve bilgi ya da 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 ya da sistemler kullanılarak yapılan operasyonlardır.
5. Gereğinden fazla taşıma: İnsan, bilgi ya da malzemenin gereğinden fazla taşınması sonucunda zaman ve para kaybı oluşur.
6. Beklemeler: Çalışanların, bilginin ya da 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, paketleme ve temin süresi bilgileri toplanır. İşlemlerle ilgili olarak işlem süresi, makine 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. Tablo 3.1’de detaylı haritalandırmanın yapılmasında kullanılacak 7 araç anlatılmıştır. Bu araçlar sistemdeki israfların bulunmasına yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

Değer akışı haritalandırmada bir sonraki adım gelecek durum haritasının çizilmesidir. Gelecek durum haritasını oluşturmak için çizelge 3.2’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 (Öz, 2005).

Çizelge 3.1 Detaylı değer akışı haritalandırma araçları (Sullivan vd., 2002)

• 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 süresine 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 neresinde var olduğunu tanımlar, hataları; ürün, hizmet ya da 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 ya da 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

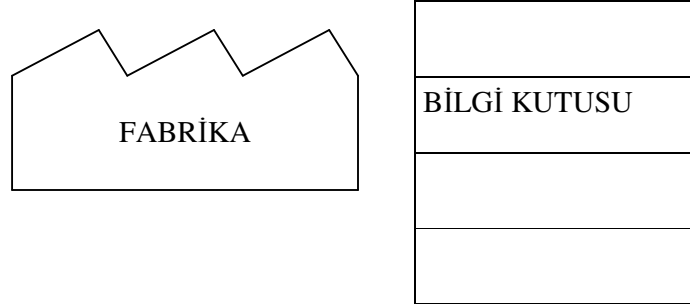
3.4 Mevcut Durum Haritası

3.4.1 Mevcut Durum Haritasının Çizimi

Gelecek durumun geliştirilmesi, mevcut üretimin analizi ile başlar. Haritalama “kapıdan kapıya” akış seviyesinde başlar. Bu seviyede, her bir proses adımını kaydetmek yerine “montaj” veya “kaynak” gibi proses kategorileri çizilir.

Haritada prosesleri ve akışları göstermek için bir dizi sembol/ikon kullanılır. Fabrika içindeki bütün akışı bir sefer gördükten sonra çalışmanın seviyesi değiştirilebilir. Proses grupları içindeki her bir adım detayına inilebilir veya değer akışının fabrika dışındaki akışı seviyesine çıkılabilir.

Haritalandırma müşteri istekleri ile başlar. Müşteri eğer bir fabrika ise genel olarak haritanın sağ üst köşesinde fabrika sembolü ile gösterilir. Bu sembolün altında müşteri isteklerinin kaydedildiği bir bilgi kutusu çizilecektir. Şekil 3.3’te fabrika ve bilgi kutusu simgeleri gösterilmiştir.



Şekil 3.3 Fabrika ve bilgi kutusu simgeleri (Rother ve Shook, 1999)

Herhangi bir iyileştirme çalışmasına başlamanın en kritik yolu ürünün müşteri tarafından algılanan değerinin açık bir şekilde tanımlanmasıdır. Aksi takdirde, değer akışın, müşterinin isteğinden farklı bir şey sunacak şekilde iyileştirme riskine sahip olursunuz. Bu nedenle haritalandırma müşteri istekleri ile başlar.

Haritalandırmanın ilk adımı, ana üretim proseslerinin çizilmesidir. Bir prosesi göstermek için proses kutusu kullanılır. Kapıdan-kapıya harita için genel kural şudur: Bir proses kutusu, içinden malzeme akan bir prosesi gösterir. Her bir proses adımı için bir kutu çizilmesi haritanın kullanımını zorlaştıracığı için, malzeme akışının, özellikle sürekli akışın, olduğu bir

alanı göstermek için bir proses kutusu kullanırız. Proses kutusu, prosesleri birbiriyle bağlantısının kesildiği ve malzeme akışının durduğu yerde durur.

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

Benzer şekilde her operasyonun birbirine transfer hattı ile bağlandığı 15 sıralı makine operasyonundan, delme-yağlama vb., oluşan bir makine hattı, makineler arasında bir miktar stok olsa bile, kapıdan-kapıya haritada yalnızca bir proses kutusu ile gösterilecektir. Eğer fabrikada aralarında duran ve yığınlar halinde taşınan stok ile birbirinden tamamen ayrılan makine prosesleri varsa, her birisi kendi proses kutusuna sahip olur.

Malzeme akışı, haritanın alt kısmında soldan sağa doğru proses adımları sırasına göre çizilir, fabrikanın fiziksel yerleşimine göre değil.

Sahada değer akışı boyunca yürürken, gelecek durumun nasıl olacağına karar vermede önemli olan veriler toplamalıdır. Bu nedenle her bir proses kutusunun altına bilgi/veri kutusu çizilir. Bir çok mevcut ve gelecek durum haritaları çizildikten sonra, hangi proses bilgilerine ihtiyacınız olduğunu içgüdüsel olarak bilmek gerekir. Bunun için aşağıdaki listedeki genel proses bilgilerin bilinmesi yardımcı olur.

C/T (Çevrim süresi)

C/O (model değiştirme süresi)

Uptime (Makine kullanım oranı)

EPE (Üretim parti büyüklüğü)

Operatör sayısı

Ürün çeşitliliği sayısı

Ambalaj/kasa büyüklüğü

Çalışma süreleri (Molalar hariç)

Hurda oranı

Çevrim süresi (Cycle Time): Bir proseste üretilen ardışık iki parça arasında geçen süredir.

Başka bir deyişle bir proses tarafından parça veya ürün tamamlanma sıklığıdır. Ayrıca bir operatörün bir çevrim içinde üstlendiği iş elemanlarını yerine getirmesi için geçen süredir.

Katma Değer Süresi (VA Time): Müşterinin parasını ödemeye istekli olduğu şekilde ürünü dönüştüren iş elemanlarının süresidir.

Akış Süresi (Lead Time L/T): Bir parçanın, bir proseste veya değer akışında başlangıçtan bitişe hareketi boyunca geçen süredir. İşaretli bir parça başlangıçtan bitişe doğru hareket ederken zamanın ölçülmesidir.

Model değiştirme süresi: Bir ürün tipinden diğerine geçmek için gereken süre

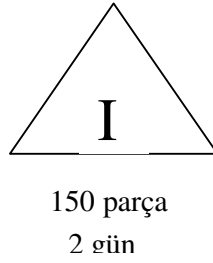
Genellikle: $VA < C/T < L/T$ dir.

Bilgi kutusunda ayrıca EPE (every part every-her parça her) de gösterilir. EPE üretim parti büyüklüğünün ölçüsüdür. Örneğin her üç günde bir, bir ürün tipinden diğerine model değiştiriliyorsa üretim parti büyüklüğü “üç günlük parça” demektir. Çevrim süresinin, bir proseste üretilen ve birbirini takip eden parçalar arasında geçen süre olduğuna, bir parçanın bütün proses adımları boyunca geçen toplam akış süresi olmadığına dikkat etmek gerekir. Ayrıca, eğer hiç model değiştirme yapılmazsa mevcut proses kapasitesinin ölçüsü kullanılabilir çevrim süresine bölünüp makine kullanım oranı ile çarpılması ile bulunur.

Proses kapasitesi= (Kullanılabilir çalışma süresi/çevrim süresi)*makine kullanım oranı

Değer akışı haritalandırmada çevrim süresi, takt zamanı ve kullanılabilir çalışma süresi için zaman birimi olarak saniye kullanılır.

Ürünün malzeme akışı boyunca yürürken, stokların biriktirildiği yerler olabilir. Bu noktalar akışın nerede durduğunu anlattığı için mevcut durum haritasında bu noktaların çizilmesi önemlidir. Stokun yeri ve miktarını göstermek için “uyarı üçgeni” sembolü kullanılır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Uyarı üçgeni sembolü (Rother ve Shook, 1999)

Ürün ailesinde satın alınan her bir parça haritalandırılmamalıdır. Sadece bir veya iki ana hammaddenin akışı çizilmelidir. Bütün satın alınan parçalar proses seviyesinde yerleşim diyagramında en iyi gösterilir.

İtme bir sonraki prosesin neye ihtiyacı olacağını tahmin eden bir çizelgeleme üretmenin tipik bir sonucudur. Maalesef, çizelgeler değiştiği ve üretim nadiren çizelgeye göre devam ettiği için, itmeyi düzgün bir şekilde yapmak hemen hemen imkânsızdır. Her bir proses kendi çizelgesine sahip olduğu zaman, prosesler, müşteri proseslerden ayrı “yaratılmış adalar” olarak gerçekleştirilir. Her proses kendi parti büyüklüğünü belirleyebilir ve, değer akışı bakış açısı yerine, kendi bakış açısından uygun görülen tempoda üretim yapar.

Bu durumda tedarikçi prosesler, müşteri proseslerinin şimdi ihtiyaç duymadıkları parçaları üretirler ve bu parçalar stok alanına iletilir. Yığın ve itme şeklinde üretim, yalın üretimin işaretlerinden olan bir procesten diğerine düzgün bir akışı yaratılmasını hemen hemen imkânsız hale getirir. İtme hareketinin haritalandırma sembolü çizgili kalın oktur (Şekil 3.5).



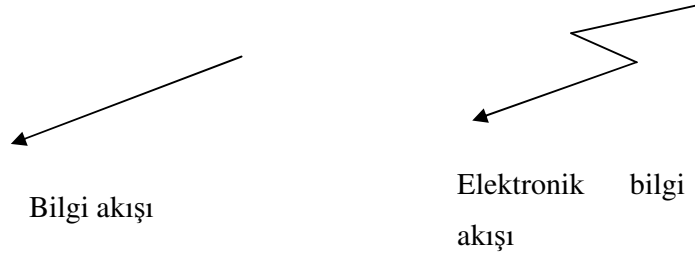
İtme

Şekil 3.5 İtme sembolü (Rother ve Shook, 1999)

Aslında hala bir çeşit “itme” oluşturan, fakat bazılarının “çekme” diye isimlendirdiği malzeme hareketleri konusunda dikkatli olmak gerekir. “Çekme” olması için kanban olmadığı zamanlar parça üretilmemeli ve taşınmamalı ve üretilen parçaların miktarı kanban

üzerinde belirtildiği kadar olmalıdır. “Git-gör” çizelgeleme düzeltmeleri gerçek çekme değildir.

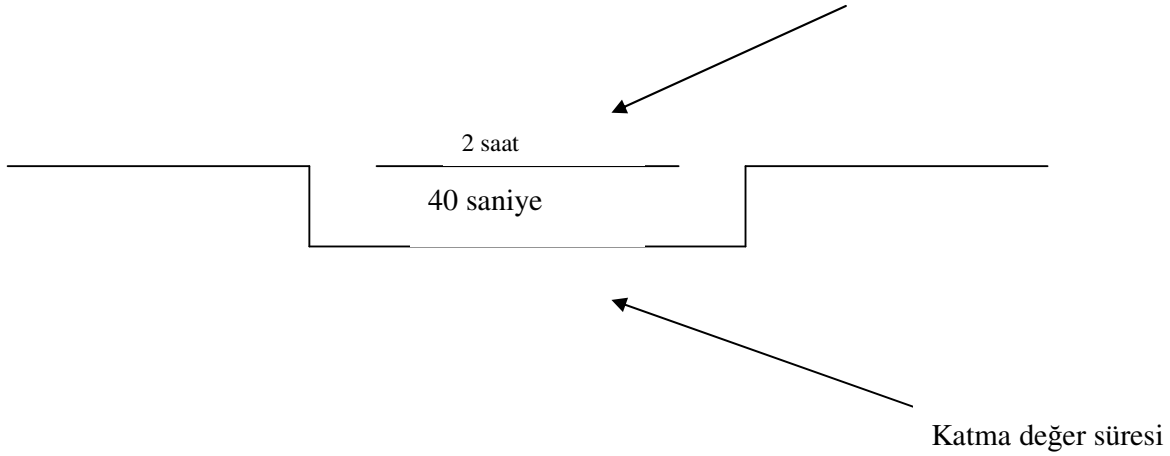
Değer akışının ikinci boyutu bilgi akışıdır. Bunu yapmak için ilave birkaç sembole ve oklara, özellikle bilgi akışlarını göstermek için ince çizgiye ihtiyaç vardır. Bilgi akışı kâğıt yerine elektronik ortamda olduğu zaman şimşek şeklinde modifiye edilir. Farklı bilgi akış oklarını tanımlamak için küçük kutu sembolü veya düğüm kullanılır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Bilgi akışı ve elektronik bilgi akışı sembolleri (Rother ve Shook, 1999)

Bilgi akışı haritanın üst yarısındaki boşluğa sağdan sola doğru çizilir. Tahminler ve günlük siparişlerin farklı bilgi akışları olduğu için, ayrı çizgilerle gösterilmesi gerekmektedir.

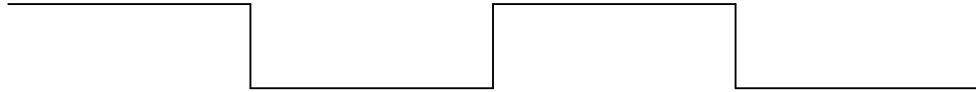
Her bir prosesin müşterisi için neyi, ne zaman üreteceğini nasıl bileceğini ortaya koyunca, haritalandırma bilgisinin önemli bir parçası tanımlanabilir: Müşteri tarafından çekilen değil, üretici tarafından itilen malzeme hareketleri. “İtme”, bir prosesin müşteri prosesin gerçek ihtiyaçlarını göz ardı ederek bir şeyler üretip ileriye doğru “İtmesi” demektir. Bir proses için hem akış süresini hem de katma değer yaratan süre aşağıdaki gibi çizilebilir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Katma değer yaratan ve yaratmayan sürenin belirtilmesi (Rother ve Shook, 1999)

Proses içindeki tamamlanmakta olan haritaya bakıldığında, bütün değer akışı haritalarının temel özellikleri görülebilir. Haritanın alt bölümünde soldan sağa doğru fiziksel ürün akışı ve üst bölümünde ise sağdan sola doğru bu ürüne ait bilgi akışı vardır. Ayrıca değer akışı haritasının operasyon analizinde kullanılan görsel araçtan fabrika yerleşimi, nasıl farklı olduğu da görülebilir. Değer akışı haritası fabrika yerleşiminde görünen karmaşık olayları, ürünün değer akışının ve müşterisinin bakış açılarından anlaşılır hale getirir.

Haritada kaybedilen veya çizilen mevcut operasyonlarının gözlenmesinden elde edilen veriler ile bu değer akışının mevcut durumu özetlenebilir. Üretim akış süresini hesaplamak için proses kutularının ve stok üçgenlerinin altına zaman ekseni çizilir (Şekil 3.8). Üretim akış süresi bir parçanın hammadde olarak ulaşımından müşteriye sevkıyata kadar atölyedeki hareketi boyunca geçen süredir.



Şekil 3.8 Zaman ekseni (Rother ve Shook, 1999)

Üretim akış süresi ne kadar kısa olursa hammadde ödemesi ile ürün için yapılan ödeme arasındaki süre de o kadar kısa olur. Daha kısa üretim akış süresi stok dönüşleri sayısında artışa yol açacaktır.

Her stok üçgeni için akış süresi (gün olarak) şöyle hesaplanır:

Stok miktarı, günlük müşteri talebine bölünür. Malzeme akışındaki her prosesin ve her stok üçgeninin akış süreleri toplanarak toplam üretim akış süresi ile ilgili iyi bir tahmin elde edilir (Rother ve Shook, 1999).

Mevcut durum haritalandırmayı bir proses olarak özetleyecek olursak (Öz, 2005):

1.Hazırlık

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

2. Veri Kontrol Listesi

- 1 vardiyada çalışılan toplam süre
- Planlanan çalışılmayan zamanlar(ör: 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. Gerekli tüm verilerin toplandığından emin olmak için yeniden takımın toplanması.

3.4.2 Üretim Alanındaki 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 ya da 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.

3.4.3 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 hattın 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.

3.4.4 Sık Karşılaşılan Sorunları Önlemek

Değer akış haritalamada karşılaşılan problemlere örnek:

- 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 her şey 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 olduğu çok iyi anlaşılmalıdır. Çoğu gelecek durum haritası uygulamasının başarısızlık nedeni aceleyle oluşturulmuş mevcut durum haritasıdır. Sonuç olarak eğilim gelecek durum haritasına önem verilmesi doğrultusundadır. Mevcut durum haritası oluşturulurken bilgi toplama aşamasını aceleye getirerek yanlışa düşülmemelidir.

3.4.5 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 ya da tahtaya çizilmelidir. Harita üzerinde birçok değişiklik yapılması gerekecektir (Öz, 2005).

3.5 Gelecek Durum Haritası

3.6 Gelecek Durumun Çizilmesine Kılavuzluk Edecek Sorular

Çizelge 3.2 Gelecek durumu belirlemek için sorular (Braglia vd, 2006)

Temel	1. Takt süresi ne? 2. Üretim bitmiş mamul süpermarketine mi, yoksa direk sevkıyata 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?

3.6.1 Gelecek Durum Haritasının Oluşturulması

Mevcut durum haritasının çizilmesinden sonra ikinci adım gelecek durum haritasının oluşturulmasıdır. Gelecek durum haritasının oluşturulmasının amacı yalın üretim araçlarının, değer akışının nerelerinde kullanılacağını gösterilmesidir. Bu araçlar; hücre dizaynı, bitmiş ürün süper marketleri 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.

3.6.1.1 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 ya da 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.

3.6.1.2 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

3.6.1.2.1 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

bir şeyler yapılmaktadır.

3.6.1.2.2 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 kullanılacağına belirlenmesi

Çizelge 3.3'te gelecek durum haritasının müşteri talebi ile ilgili kısmında kullanılacak yeni semboller yer almaktadır.

Çizelge 3.3 Talep adım sembolleri (Tapping, Lyster ve Shuker, 2002)

Talep Adımı Sembolleri

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 ya da 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 ya da karşılanamayan siparişleri önlemek için, problemlerin olduğu noktalar belirlenmelidir.

3. Tampon veya güvenlik stoğuna ihtiyaç duyulup duyulmadığının belirlenmesi

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

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

Güvenlik stoğu: Organizasyon içindeki kısıtlar ya da 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 3.4 müşteri talebini karşılamada çıkabilecek ana engelleri ve bunlarla başa çıkmanın yollarını özetlemektedir.

Çizelge 3.4 Engel ve çözümler (Tapping, Lyster ve Shuker, 2002)

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 kullanılacağını 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 ya da kaldırılması kararlarının alınmasıyla süreç yerleşim planında önemli değişiklikler görülebilir.

3.6.1.3 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

3.6.1.3.1 Sürekli Akış

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

3.6.1.3.2 Akış Elemanlarını İçeren Gelecek Durum Haritası Tasarım Adımları

1.Hat dengeleme yapılması

2.Hücre tasarımı yapılması

3.Bir sonraki operasyonun üretiminin kontrolünün nasıl sağlanacağını belirlenmesi

4.Kullanılacak geliştirme metotlarının belirlenmesi

Çizelge 3.5'te gelecek durum haritasının akış ile ilgili kısmında kullanılacak yeni semboller yer almaktadır.

Çizelge 3.5 Akış adım sembolleri (Tapping, Lyster ve Shuker, 2002)

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 tasarılmanın 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 ya da 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

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

3.6.1.4 Adım 3: Düzgünleştirmeye Odaklanma

Gelecek durum haritasının son adımında, üretimi düzgünleştirecek 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?

3.6.1.4.1 Üretimi Düzgünleştirme

Müşteri talebini karşılamak için yapılan işlerin bir güne ya da vardiyaya dağıtılması işine üretimi düzgünleştirme denir. Eğer üretimi düzgünleştirme 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.

3.6.1.4.2 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 tasarlayanın adımları yer almaktadır:

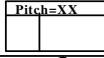
1.Satışların hızına yetişmek için çekme ya da heijunka sistemlerinden biri en uygun yöntem olarak seçilmelidir. Daha sonra gerekliyse kanban sistemi tasarlanmalıdır.

2.Malzeme taşıyıcısının 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 3.6'daki sembollere ihtiyaç duyulacaktır.

Çizelge 3.6 Heijunka kutusu ve malzeme taşıyıcı rotası sembolleri (Öz,2005)

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 kullanılacağına 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.

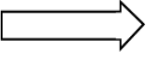
3.6.1.5 Gelecek Durum Haritasının Oluşturulması Biterken Yapılması Gerekenler

Gelecek durum haritası başka bir kişiyle gözden geçirilmelidir. Bu kişi yeni geliştirmeler önerebilir; gerekiyorsa gelecek durum haritasında değişiklikler yapılmalıdır. Haritaya tarih atılmalı ve en yeni versiyonu firmadaki panoya asılmalıdır. (Tapping, Luyster ve Shuker, 2002)

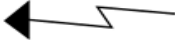
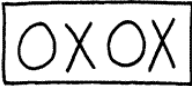
3.7 Değer Akışı Haritası Sembolleri

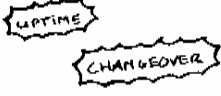
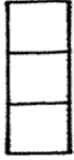
Çizelge 3.7 Değer akış sembolleri (Durmuşoğlu, 2004)

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, makine, 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. İş gören 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 üretilip 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 arasında 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
	Bu semboller, haritada bilgi akışlarına işaret eder. Genel bilgi akış sembolü, basitçe düz bir oktur. Zikzaklı ok, elektronik akışı gösterir. Bunlar elektronik veri değiş

 BİLGİ AKIŞI	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 üretme 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 iş görene talimat verir. İş gören süper markete gider ve alıcı sürecin ihtiyacı olan istenen sayıda parçayı çeker.
 SİNYAL/ÜÇGEN KANBAN	Bu sembol, iki süreç arasında yer alan süper marketteki envanter düzeyinin, bir tetikleme veya bir minimum noktaya (yeniden sipariş 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.
	Bu sembol, bir zaman periyodunda ürün hacmi ve karmasını düzgünleştirmek için kanbanı parti haline getiren bir araçtır.

YÜK SEVİYELEME	
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 iş göreni gösterir. Genellikle İMALAT SÜRECİ kutusu içine yerleştirilir ve belirli bir istasyonda çalışan iş gören sayısına işaret eder.

3.8 Değer Akışının Yalınlaştırılması

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

3.8.1 Aşırı Üretim

Değer akışında her bir proses müşteri prosesin gerçek ihtiyaçları yerine Üretim Kontrol’den aldığı çizelgeye göre üretim yapan ve ürünleri iten yalıtılmış adalar olarak çalışır. Bu malzeme çıktısına 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: (Rother ve Shook, 1999)

3.8.2 Takt Zamanı ile Çalışmak

“Takt” tempo, hız anlamına gelen Almanca bir kelimedir. Takt zamanı, pacemaker bir prosesin üretim ritmini satış ritmine göre ayarlamak üzere kullanılan referans ölçütüdür.

Satışlar genellikle günlük ya da haftalık olarak hesaplanmakla birlikte uygulamada genellikle pacemaker günün ya da haftanın sadece bir bölümünde çalışır durumdadır. Takt zamanının anlamı fiili üretim hızını belirlemek olduğundan, günlük ya da haftalık satışları bu sürede çalışılan vardiya sayısına bölerek vardiya başına gereken miktar hesaplanmalıdır.

$$\text{Takt zamanı} = \frac{\text{Vardiyada kullanılabilen iş zamanı}}{\text{Vardiya başına müşteri talep miktarı}}$$

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 (Rother ve Haris, 2001)

3.8.3 Sürekli Akış Sistemi Kurmak

Sürekli akış bir seferde bir parça üretilip 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.

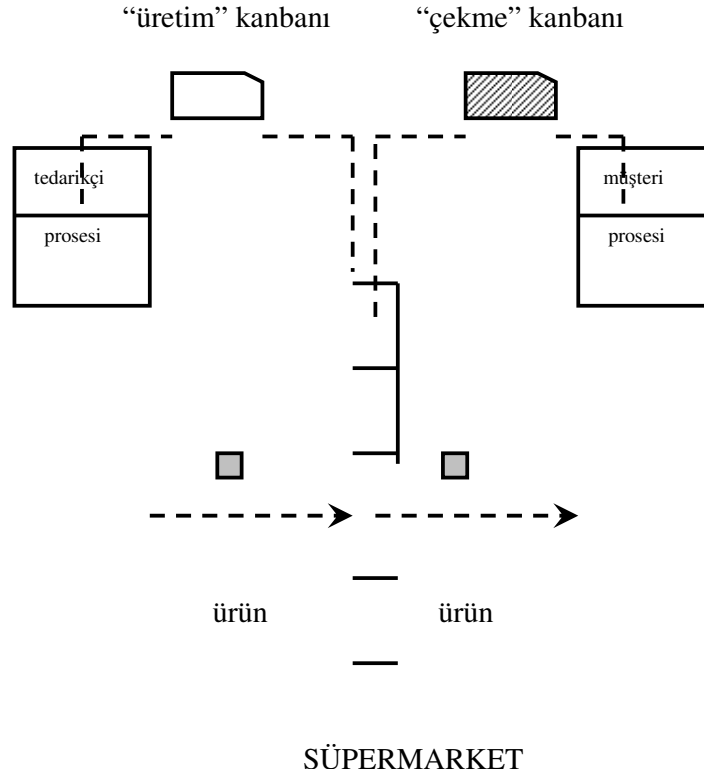
Bazen sürekli akış alanını sınırlandırmak tercih edilebilir, çünkü prosesleri sürekli akış içinde birleştirmek aynı zamanda onların akış sürelerini ve duruş sürelerini de birleştirir. Sürekli akış

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.

3.8.4 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 3.9).

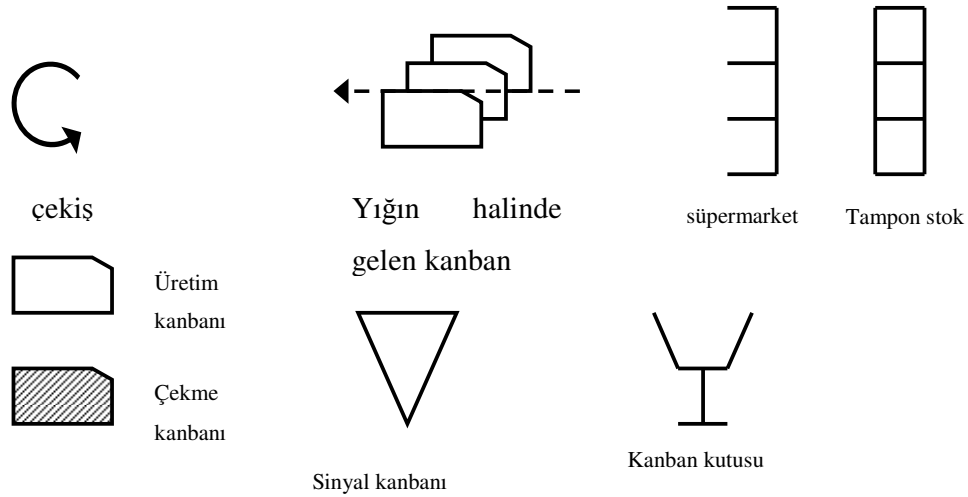


Şekil 3.9 Süpermarket çekme sistemi (Rother ve Shook, 1999)

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, diğcr tarafta “çekme” kanbanı, malzemeciyi, parçaları taşıması için yönlendiren alışveriş listesidir.

İki proses arasına bir çekme sistemi kurulmasının amacı, bir sonraki prosesin talebini tahmin etmeye çalışmadan ve bir önceki prosesini çizelgelemeden, bir önceki prosesine 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 3.10’da gösterilmiştir.



Şekil 3.10 Süpermarket çekme sistemi ile ilgili semboller (Rother ve Shook, 1999)

Süpermarket sembolünün sol tarafı, tedarikçi prosesine bakacak şekilde açıktır. Çünkü bu süpermarket tedarikçi prosesine aittir ve bu prosesini 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 prosesine hareketini tetikler. Bu kanbanlar o proses için sadece üretim emri olarak kullanılır. Her proseste mümkün olan sürekli akış kurulduğundan emin olunduktan sonra süpermarket çekme sistemi kullanılıp kullanılmayacağına karar verilir. Prosesler arasında zorunlu olmadıkça stok süpermarketleri ve ekstra malzeme taşıması 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.

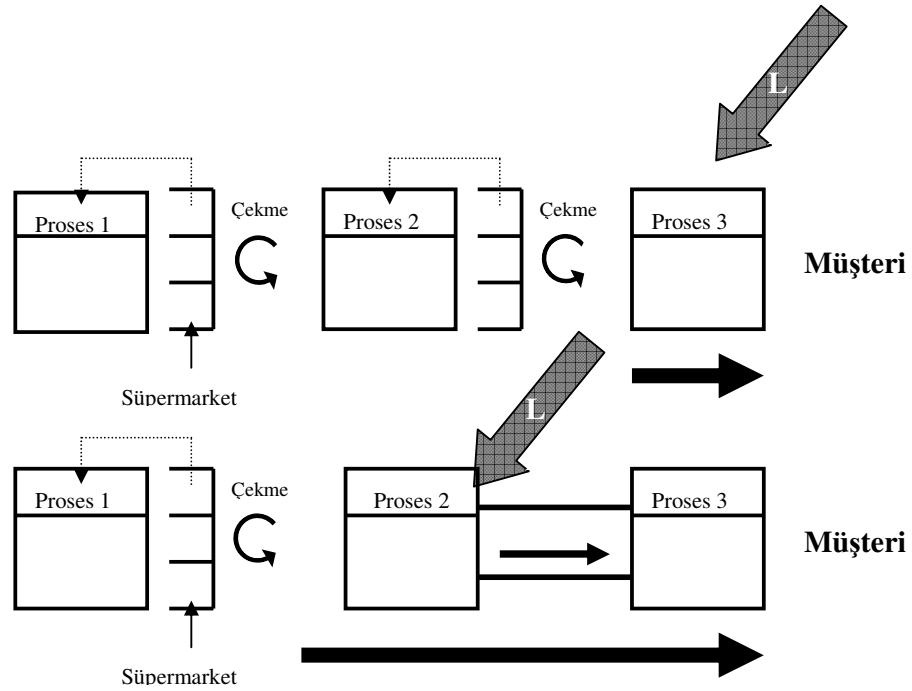
Örneğin dışarıda yapılan metal kaplama prosesi için günde bir sefer sevkiyat yapılıyorsa ve kaplamacı günde sadece 50 parça yapabiliyorsa en fazla 50 parça taşıyan bir FIFO hattı kurulabilir. Hat dolunca, bir önceki proses kaplanacak parça üretmeyi durdurur. Bu durumda tedarikçi proses metal kaplamacıya 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 yapılabilmesi için yeterince kısa olmalı ve müşteri proses sipariş verme kurallarına çok sıkı bir şekilde uymalıdır.

3.8.5 Üretim Prosesini Sadece bir Üretim Prosesine Göndermek

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. Pacemaker proses seçimi Şekil 3.11’de gösterilmiştir.



Şekil 3.11 Pacemaker prosesin seçimi (Rother ve Shook, 1999)

3.8.6 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 ve 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 oldurur 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 proseste ne kadar çok ürün karması seviyelendirilirse o kadar farklı müşteri isteklerine az stoklu ve kısa akış süreli cevap verilebilir. Ancak model değiştirme süreleri artar, bunun dezavantajı zaten israfın ortadan kaldırılması ile yok edilmiştir.

3.8.7 Pacemaker Prosese Küçük Tutarlı Artışlarda “Başlangıç Çekişi” 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 değişikliklere 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 kasesinin 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. ($30\text{sn} \times 20\text{parça} = 10\text{ dk}$). 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 proseste 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 imkânsızdır. 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.

3.8.8 Pacemaker Prosesten Önce “Her Parça Her Gün” Üretim Yapmak

Akış üzerinde pacemaker prosesten 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&Shook, 1999).

4. ÜRETİM KONTROL SİSTEMLERİ

Üretim ve satışlar arasındaki ilişkiler dikkate alındığında üretim kontrolü; işletmenin arz ve talep ilişkilerini birleştiren ve dengeleyen faaliyetler olarak tanımlanabilir. Üretim kontrolünün amacı, işletmenin mevcut kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasını sağlamakta etkili olan faktörleri göz önüne alınarak işletmenin faaliyetlerini koordine etmeye yönelik çalışmaları düzenlemektir. Böylece üretim planlaması ile gerçekleşen üretim sonuçlarını karşılaştırarak bir değerlendirme yapılmasını sağlamaktadır.

Üretim kontrolünün başlıca amaçları şunlardır:

- Pazarlama araştırması sonucunda elde edilen bilgilere göre siparişlere uygun miktar ve kalitede üretim yapılmasını sağlamak.

Üretim kontrolüyle, işletmenin tüketici ihtiyaçlarına uygun özellikte mamuller üreterek, beklenen üretim kapasite düzeyinde üretim yapma durumu kontrol edilir. İşletme beklenen kapasite düzeyinde üretim yapmadığı takdirde, tüketici ihtiyaçları zamanında karşılanamayacağı için gelecek dönemde talepte düşüşler meydana gelebilir. İşletmenin sahip olduğu yönetim ve organizasyon yapısı da üretilecek mamul miktarını ve kalitesini yakından etkilemektedir.

- İşletmenin bölümleri arasında bilgi aktarmayı sağlayacak haberleşme sistemini kurmak.

Üretim işlemi sırasında işletmenin bütün bölümleri arasında bilgi akışı ve haberleşme önemli rol oynar. Üretim miktarında ve mamulde meydana gelen değişikliklerin, zamanında işletmenin bütün bölümlerine bilgi olarak aktararak, üretimin bu değişikliklere uygun olarak yapılmasını sağlamalıdır.

Üretim sisteminin gelişimi üretim kontrolüyle yapılmakta olup, üretim kontrolü bu sistemin göstergesi durumundadır. Üretim sürecinde birbirinden farklı işlemlerin ve değişik üretim aralıklarının birbiriyle uyumlu hale getirilerek üretim sisteminin etkin ve verimli çalışma durumunun ölçümü üretim kontrolüyle belirlenir.

Üretim programlarının gerçekleştirilme durumu üretim kontrolüyle belirlenir. Gelecek dönemdeki planlama ve kontrol işlemlerini geliştirmek amacıyla sağlanan üretim programlama bilgilerinin üretimde kullanılarak işletmenin üretim performansının artmasına yardımcı olmaktadır [5].

Üretim kontrol sistemleri; hammadde, satın alınan komponentler, yarı mamuller, araçlar ve üretim sürecinin bütünleşik parçaları olarak diğer bütün malzemeleri içeren malzeme akışının etkin yönetimiyle ilgilenir (Utku, 1993).

İşletme yöneticileri üretim kontrol sistemini mevcut ve gelecek dönemdeki ihtiyaçları göz önünde bulundurarak kurmalıdır. Üretim kontrol sistemi işletmenin öteki kontrol faaliyetleriyle birlikte entegre olacak şekilde düzenlenerek işletmenin etkin ve verimli çalışmasını sağlamalıdır [5].

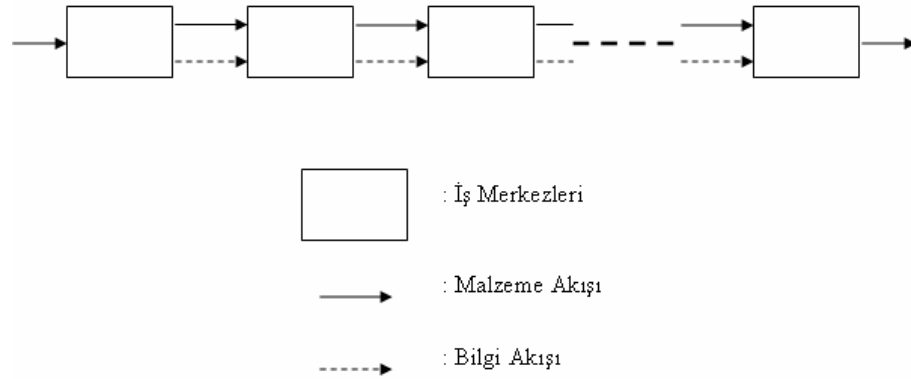
Üretim kontrol sistemleri, itme sistemleri (push systems) ve çekme sistemleri (pull systems) olmak üzere iki temel grupta sınıflandırılabilir.

4.1 İtme Sistemleri

İtiş sistemleri olarak adlandırılan geleneksel üretim sistemlerinde her aşamada süreç içerisinde stoklanan parçaların ve malzemelerin ne kadar talep edilebileceği, son aşamaya kadar geçecek akış zamanı dikkate alınarak tahmin edilir. Bu değerlere göre üretim çizelgesi saptanır; zaman içinde bu çizelge dikkate alınarak üretim yapıldığı için, itme sistemleri, çoğu kez, çizelgeye dayalı sistemler ya da çizelgenin ittiği sistemler olarak da isimlendirilebilir. 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 itme (klasik) sistemlerinde süreçler arasında stok bulundurmamak yoluyla değişikliklere uyum sağlanır. Bu nedenle klasik sistemlerde üretimin sürdürülebilmesi için yüksek ara stoklarda çalışmak kaçınılmaz olmaktadır (Gülsün, 1998).

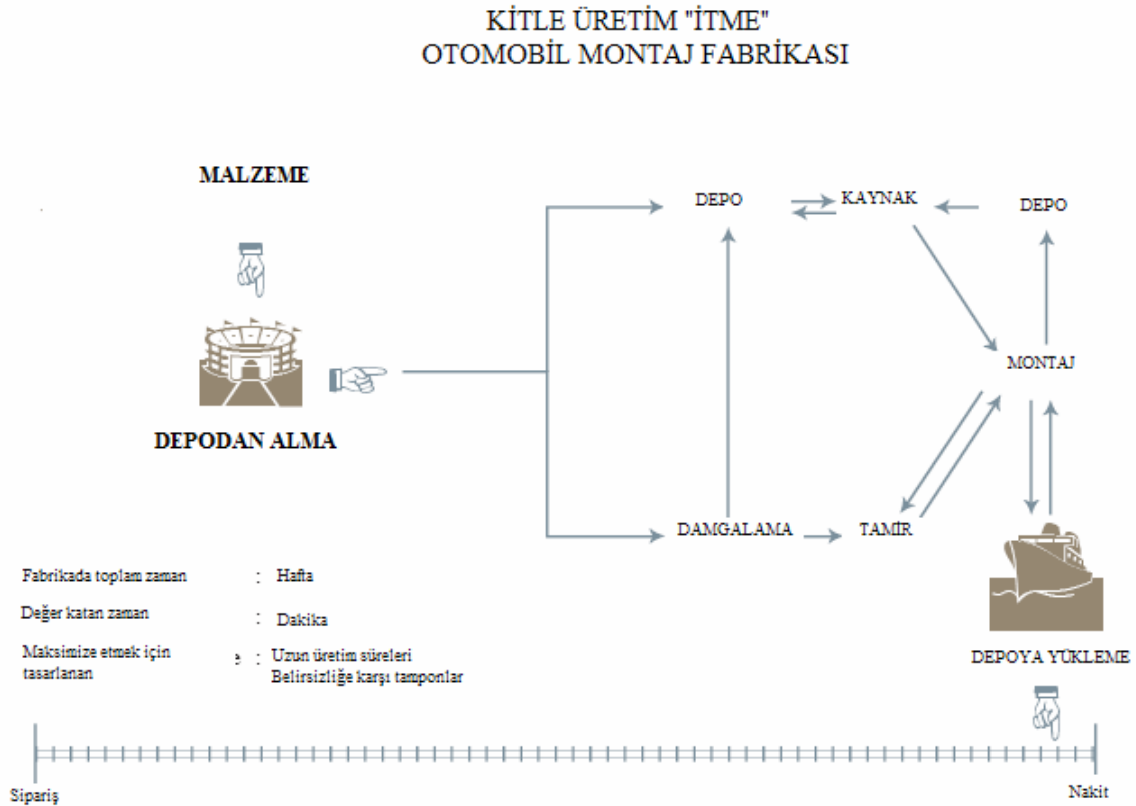
İtme sistemlerinde bilgi akışı üretim hattının başından başlar ve üretim hattının sonunda son bulur (Aksoy, 1997).

Ürün talebi üretim hattının en başında oluşur ve gerekli olan hammadde temin edildiğinde üretim başlar. Bir başka deyişle her bir iş (faaliyet), bir önceki iş (faaliyet) tarafından itilir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 İtme Sistemi (Aksoy, 1997)

Şekil 4.2’de bir otomobil montaj atölyesine ait itme sistemi gösterilmiştir. Geleneksel kitle üretim değişen müşteri taleplerine karşı duyarlı değildir, gelecekteki talepleri tahmin etmeye dayanır. Genelde fazla stoğa, yüksek WIP’ye (süreç içi envanter) ve siparişten teslimate kadar olan uzun zamanlara sahip bir sistemdir (Marek, Elkins ve Smith, 2001).



Şekil 4.2 Bir otomotiv fabrikasında itme sistemi [2]

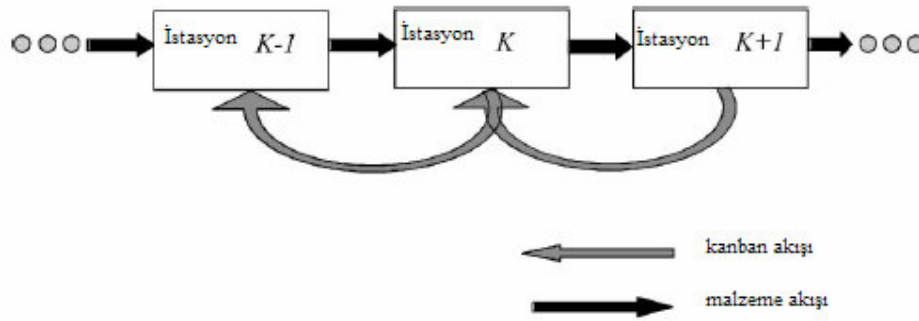
İmalatçıların çoğu talep tahminlerine dayanarak üretim çizelgelerini hazırlamaktadırlar. Bu iş emirlerine göre işler atölyeye verilir, işler öncelik sırasına göre iş merkezlerinde işlenir. Parçalar imal edilir ve gerekli olduğu bir sonraki atölyeye veya stoğa gönderilir. Böylece malzemeler çizelgeye göre üretim boyunca itilirler. Bu ortamda üretim süreçleri daima bir sonraki sürecin ihtiyacını karşılayacak şekilde üretim yaparlar. Ancak bu durumda üretim süreçlerinin birinde oluşan bir sorunda 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 düzenlemeleri oldukça çok zaman almalarından dolayı, iten klasik sistemlerde üretimin sürdürülebilmesi için yüksek ara stoklarla çalışmak kaçınılmaz olmaktadır.

Geleneksel itiş tipi üretim sistemlerinin yapısında var olan ve sistem genişledikçe artan sorunlar aşağıdaki gibi sıralanabilir: (Gülsün, 1998)

- Talepte önemli değişiklikler veya üretimde engeller meydana geldiğinde her süreç için üretim planını yenilemek imkânsızdır. Bu nedenle bu tür zorluklar aşırı stoka ya da ölü stoklara neden olmaktadır.
- Üretimin hızı ve stok düzeyini tüm durumlar için incelemek ve takip etmek zor olduğundan, süreçler arasında aşırı emniyet stoku tutulmakta ve üretim çizelgesi bu stokları da içerecek şekilde hazırlanmaktadır.
- İtme sistemlerinde üretim kontrolü bir merkezden yönetilmekte ve her iş merkezine üretim planlama ve kontrol (ÜPK) kısmından iş emirleri dağıtılmakta; böylece birbirinden bağımsız olarak çalışan her iş merkezinin üretimi yine ÜPK kısmı tarafından sürekli olarak planlanan üretim ile karşılaştırılmaktadır. Bu sistemlerde ÜPK kısmı ile her süreç arasında ayrı bir bilgi akışı vardır.
- Bir itme sisteminde, karışıklık, yokluk, gecikmeler ve israfla sonuçlanan malzeme kaybı ve montaj parçalarının başka bir yerden ödünç alınması vardır. Ek olarak, uzun tamir süresi, üretim süreci süresince sık sık karmaşık mühendislik değişiklikleri gerektirebilir. Bu uygulama, kaynaklar ve malzemeler için kayıptır ve karmaşaya neden olur.

4.2 Çekme Sistemleri

Çekme sistemleri, sonraki süreçlerin önceki süreçlerden, sadece tükettikleri miktarda ve zamanda parça talep ettikleri ve çektikleri sistemlerdir ve bu nedenle talebin çektiği sistemler olarak da tanımlanırlar. Çekme sistemlerinde, 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 kendilerine gereken parçaları çekilmesini sağlayacaktır. Diğer taraftan, bir sonraki aşamanın parça çekimi olmadan, bir önceki aşamada üretim yapılmayacak, her aşama kendinden sonra gelen aşamaların taleplerini karşılamak üzere tam zamanında üretim yapacaktır (Gülsün, 1998).



Şekil 4.3 Çekme sistemi (Chan, 2001)

Çekme sistemlerinde herhangi bir aşamadaki faaliyet, kendisinden bir sonraki faaliyetin talepte bulunması durumunda işleme başlar. İtme sisteminin tam tersine çekme sisteminde talep, üretim hattının en sonunda başlar. Şekil 4.3'te çekme sisteminin genel yapısı gösterilmiştir.

Üretim hattının en sonuna ürün talebi geldiği zaman, bu aşamadaki parçaların o ürünü üretmek için yeterli olup olmadığı kontrol edilir. Eğer yeterli parça varsa bu aşamada üretim başlar; eğer yeterli parça yoksa bir önceki aşamaya gerekli olan parçalar için sipariş verilir. (Aksoy, 1997).

Verilen sipariş üretilip siparişin verildiği aşamaya geldiğinde, bu noktada üretim başlar ve bu çalışma şekli üretimin ilk aşamasına kadar aynı şekilde geriye doğru işler.

Çekme sistemleri geleneksel itme sisteminde karşılaşılan sorunları çözmede bir ölçü olarak tasarlanmıştır (Gülsün, 1998).

Çekme tipi üretim sisteminin amaçları şöyle sıralanabilir (Gülsün, 1998):

- Bir hücre veya iş merkezi, bir talep olduğunda, bir ürün, alt montaj parçası veya bir parça üretir. Üretim içi stoklara gerek yoktur ve ihtiyaç duyulmadan hiçbir ürün veya alt montaj parçası üretilmez.
- Çekme sisteminde atölyeye sadece ürünleri üretmek için gerekli malzeme getirilir. Aşırı veya ihtiyaç duyulmayan stok yoktur, israf yoktur. Malzeme çekimi, bir alt montajın ne zaman üretileceğini veya bir parçanın ne zaman alınıp yapılacağını temel sorularına cevap verir. Çekme, tahminlere, işletme zamanlarına veya yığın miktarlarına güvenmez.
- Bir çekme sistemi, kısa temin süresi ve önceden hesaplanan talebe ek olarak, üretim programında bir öncelik mücadelesinin olmamasını gerektirir. Bu öncelik mücadelesine bir çözüm insan ve tezgâhların esnekliğidir.
- Çok yönlü eğitilmiş üretim personeli, ihtiyaçlar değiştikçe kaynakların bir hücreden diğerine hareketini temin eder. Özel tezgâhlardan çok esnek tezgâhlar kullanmak, alt montaj ve parçaların üretimine talep değiştikçe bunları bir hücreden diğerine hareket ettirmek suretiyle imkân verir.
- Bir çekme sisteminde her hücre, sadece o günün üretimi için ne gerekiyorsa onu yapar. Bir hücrede az talep olduğunda veya hiç olmadığında, çok yönlü eğitim, problem çözme, sonraki ayar değişikliği veya bakım faaliyetleri için çalışanlara zaman sağlayabilir.

Çekme sisteminin hedefleri şöyle özetlenmiştir (Gülsün, 1998):

- Süreç içi çalışma stoklarını en aza indirmek,
- Stok kontrolünü basitleştirmek için süreç içi çalışma stokundaki dalgalanmaları en aza indirmek,
- Bir sonraki sürecin talebindeki ve üretim hacmindeki yükseltilmiş dalgalanmaların bir önceki sürece iletimini önlemek ve bu şekilde üretimdeki düzensizliği en aza indirmek,
- Merkeziyetçilikten uzaklaşılarak atölye kontrolünün düzeyini yükseltmek, atölye denetçilerine stok kontrolü kadar üretim kontrolü görevi de vermek.

Bu sistemi uygulamaya geçirmek için şu şartlara gereksinim vardır (Gülsün, 1998):

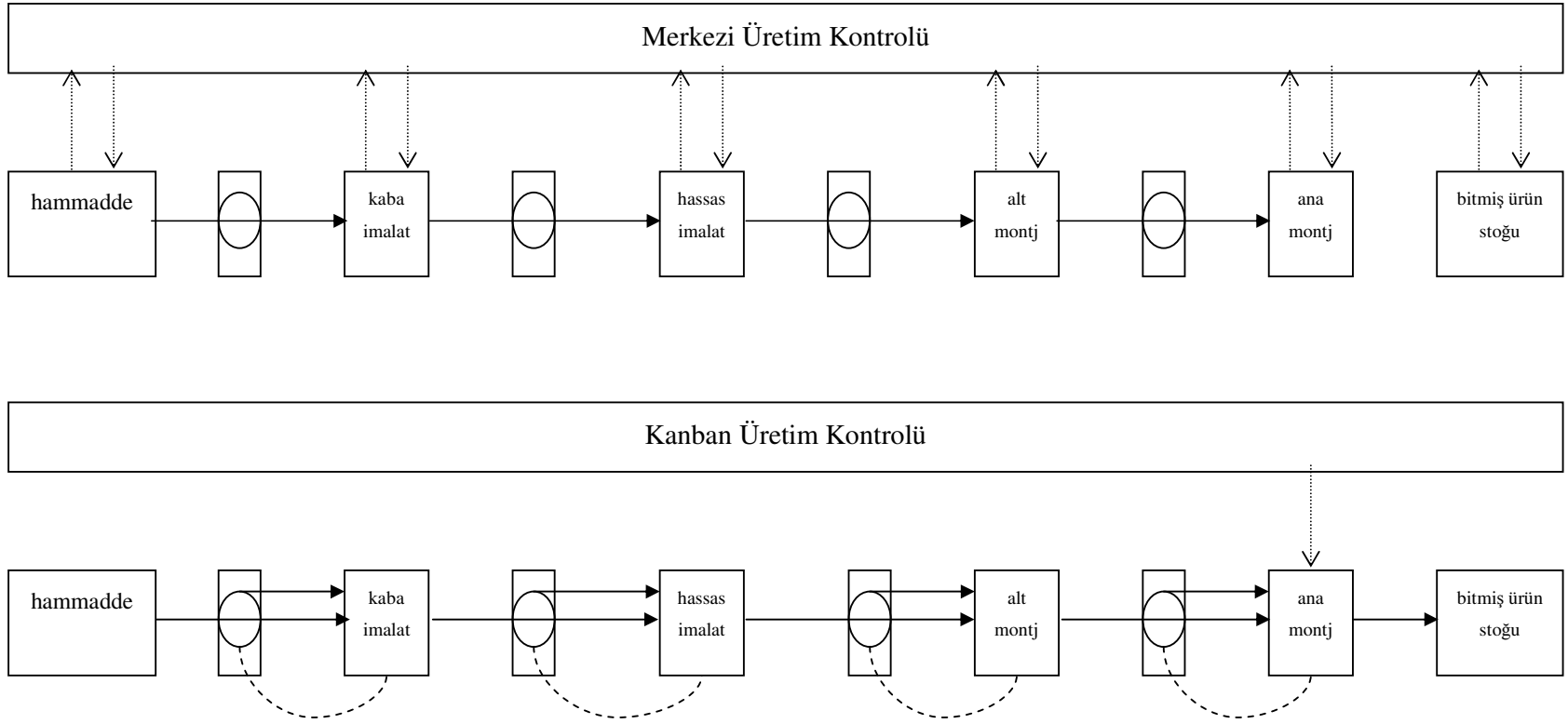
- Standart bir yeniden sipariş noktası ve standart bir parti hacmi saptanır,
- Her zaman stok seviyesi ve gerekli sipariş miktarı bilinmelidir,
- Yeniden sipariş noktasının altına düşen parçaların düzeyleri ve yeniden siparişler üzerinde sürekli kontrol sağlanmalıdır.

4.3 İtme ve Çekme Sistemlerinin Karşılaştırılması

İtme sistemleri olarak adlandırılan geleneksel üretim sistemlerinde parçalar üretilir ve bir sonraki sürece veya stok alanına gönderilir. Çekme sistemleri, sonraki süreçlerin önceki süreçlerden, sadece tükettikleri miktarda ve zamanda parça talep ettikleri ve çektikleri sistemlerdir ve bu nedenle talebin çektiği sistemler olarak da tanımlanırlar (Durmuşoğlu, Özgürler ve Gülsün, 2000).

İki sistemi üretim kontrolü açısından şöyle karşılaştırabiliriz (Utku, 1993):

- İki sistem arasındaki temel farklılık, çekme sisteminin mevcut talebe göre yönlendiriliyor olması, itme sisteminin ise üretimi gelecekteki talep tahminlerine göre yönlendiriyor olmasıdır.
- Talepteki önemli değişiklikler, çekme sistemlerinde sonraki procesten öncekine artarak geçmesine karşın, itme sistemlerinde her proses için üretim çizelgesini yenilemek çok zor veya imkansız olacağından dolayı bu değişiklikler aşırı stoğa veya hareketsiz stoklara neden olmaktadır.
- Çekme sistemleri; proses içi stoğun istenmeyen birikimini, bir başka deyişle işlerin gereksiz yere başlatılmasını, problemler ve kusurlar ortaya çıkmadan önce çok sayıda parçanın üretilmesini engelleyen yöntemlere sahiptir. Oysa itme sistemlerinde üretim hızı ve stok düzeyini tüm durumlar için incelemek ve takip etmek zor olduğundan, safhalar arasında emniyet stokları tutulmakta ve üretim çizelgesi bu stokları da içerecek şekilde hazırlanmaktadır. Bunun anlamı, meydana çıkacak kusurlu veya eksik parçaları karşılamak amacıyla emniyet stoklarının tutulmasına razı olmaktadır.
- İtme sistemlerinde üretim kontrolü bir merkezden yönetilmekte ve her prosese üretim planlama ve kontrol (ÜPK) kısmından iş emirleri dağıtılmakta; böylece birbirinden bağımsız olarak çalışan her prosesin üretimi yine ÜPK kısmı tarafından sürekli olarak planlanan üretim ile karşılaştırılmaktadır. Başka deyişle, bu sistemlerde ÜPK kısmıyla her proses arasında ayrı bir bilgi akışı vardır. Buna karşılık, çekme sistemlerinde ise merkezden sadece son montaj hücrelerine iş emri verilmekte, önceki hücreler ya da prosesler üretimlerini bu son montaj hücrelerine göre ayarlamaktadır. Çekme sistemlerinde üretim kontrolü birimler arasında dağıtılmıştır ve bu birimler arasında aynı zamanda çok hızlı bir bilgi akışı vardır. Şekil 4.5'te itme ve çekme sistemlerinin şematik olarak karşılaştırılması görülmektedir.



Şekil 4.5 İtme ve çekme sistemlerinin karşılaştırılması (Utku, 1993)

4.4. Tam Zamanında Üretim Sistemi

4.3.1 Tam Zamanında Üretimin Doğuşu ve Gelişimi

Tam Zamanında Üretim (TZÜ) yaklaşımı ilk kez, Toyota Motor Fabrikası Başkanı, Taiichi Ohno tarafından 1940 yıllarında geliştirilmiş, savaşın izlerini taşıyan Japonların içinde bulundukları ekonomik koşulların bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Japonya, ekonomik varlığını sürdürebilmek için iş gücü ve sermaye kaynaklarının yetersiz olduğu II. Dünya Savaşı sonrası kısıtlı olan doğal kaynakların mümkün olan en düşük maliyetle kullanmayı öğrenmiştir.

TZÜ 1970’li yıllarda yaşanan petrol krizinden sonra birçok Japon firması tarafından kullanılmaya başlanmıştır ve TZÜ sisteminin üstünlüğü; bu sıkıntılı dönemlerde dünya çapındaki zayıf ekonomik gelişme sırasında verimlilikte ve uluslararası rekabette Japonya’nın çarpıcı gelişmesi ile kanıtlanmıştır.

TZÜ sistemleri 1980’lerin başından itibaren Amerika ve Avrupa’da uygulanmaya başlanmıştır. Amerika’da 1987 yılında yapılan bir çalışmada imalatçıların %25’inin TZÜ’yü uyguladıkları ve bu oranın 1982 yılında %55’ten daha yüksek düzeyde gerçekleştirildiğini ortaya koymaktadır.

TZÜ’nün başarısında Japonlarda bireycilik yerine grup ruhunun hâkim olması, pratikte sınıf bir toplum niteliği taşımaları, eğitime önem vermeleri, yüksek düzeyde meraklılık gibi özellikleri önemli unsurlardır.

TZÜ sistemi, Japon endüstrisindeki yüksek verimliliğin en önemli nedenlerinden biri olarak kabul edilmiş; Amerika Birleşik Devletleri’nde, Avrupa’da benimsenmiş ve kısa sürede özellikle elektronik ve otomotiv endüstrisi gibi yüksek hacimli, tekrarlamalı üretim sistemlerinde savunulan, benimsenen bir üretim felsefesi haline gelmiştir. TZÜ sistemi, Frederick Taylor’un zaman etüdü çalışmalarından bu yana verimliliği arttırmayı hedefleyen yönetim buluşlarının en önemlisi olarak kabul edilebilir. TZÜ sistemi son yıllarda önemli ölçüde değer kazanan bir üretim tekniği haline gelmiştir (Firuzan ve Ayvaz 2004).

Son yıllarda “JIT” terimi tekrarlı üretimde çok yaygın hale gelmiştir. Bu terim değişimi destekleyen ve azaltılmasında gelişme sağlayan bir yönetim felsefesini tarif etmek için kullanılmaktadır (Aktürk ve Erhun, 1999).

Japonların Just in Time (JIT) ile kanbandaki başarıları üzerine çok fazla yazılmıştır. Dünyadaki bir sürü firma bu yaklaşımı kendi operasyonlarına da uygulamıştır. JIT araştırmalarının çoğu JIT'in tekdüze bir sistem olmadığını, üretim fonksiyonlarında hem iç hem de dış koşullara göre değişen durumlar olduğunu ortaya koymuştur. Firmaların JIT operasyonlarının gelişme ve başarısını değerlendirmede etkili olan statik ve dinamik faktörler arasındaki ilişkisi önemlidir (Markham ve Mathiel, 1998).

4.3.2 Tam Zamanında Üretim Nedir?

Tam Zamanında Üretim (TZÜ) Sistemi; üretim için gerekli olan stokların gerektiği anda ihtiyaç noktasında bulunmasını sağlayan ve sıfır stoku hedefleyen bir stok yönetim sistemidir (Zerenler ve İraz, 2002).

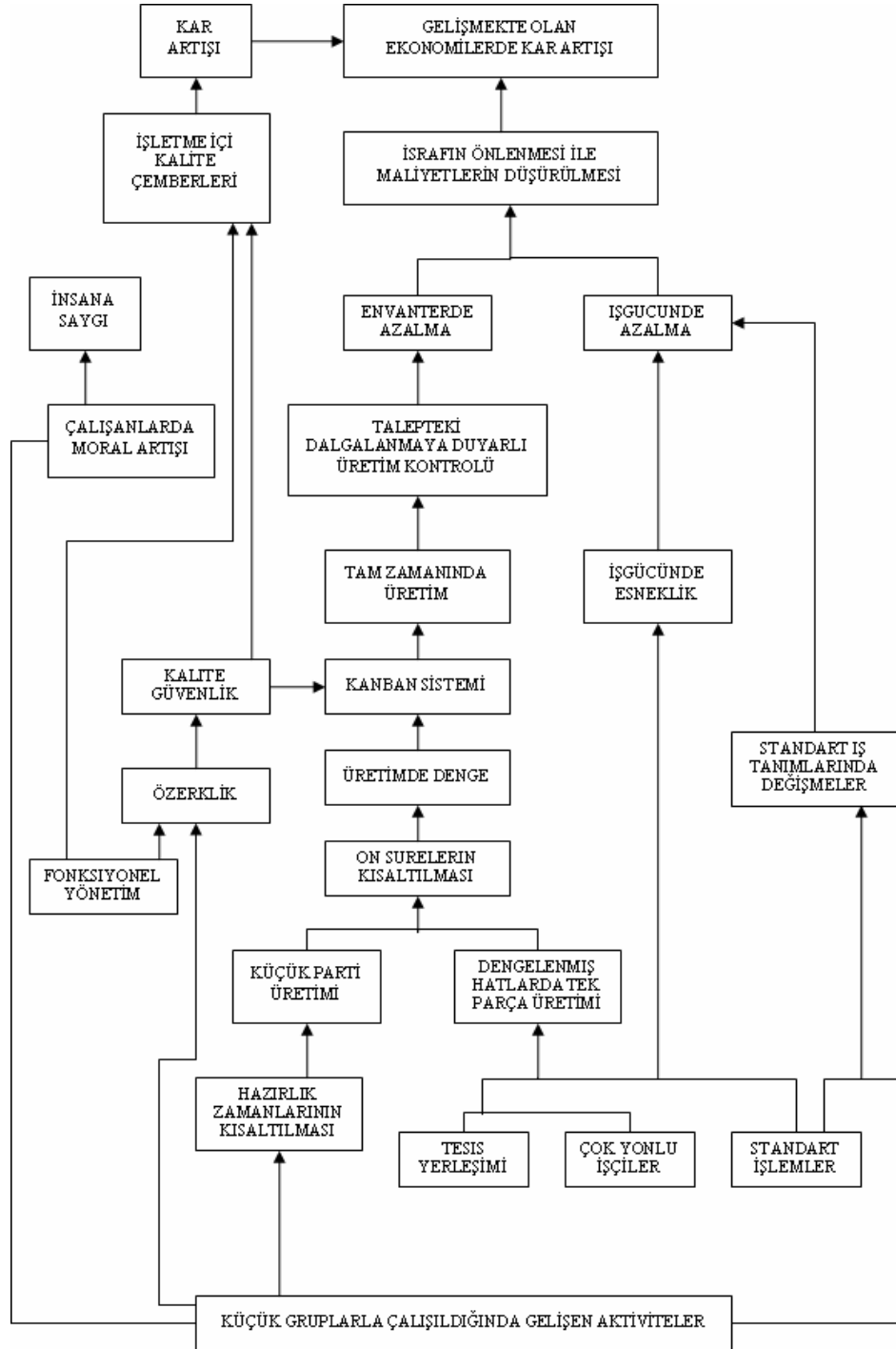
TZÜ felsefesinde en büyük israf kaynağı olarak stoklar dikkate alınır. Ancak tedarikçilerine olan güvensizlikten dolayı imalatçı firmaların hammadde kaynaklı stok tutma eğiliminde oldukları görülmektedir. Günümüz süreç odaklı sistemlerde ise tedarikçi ve alıcı firmalar birbirini takip eden ardışık süreçler olarak düşünülmekte ve karşılıklı faydaya dayalı tedarikçi ilişkileri dikkate alınmaktadır (Güner ve Karaca, 2004). Tedarik zinciri sistemini tarif etmek için çok sayıda model geliştirilmesine rağmen, bunların hiç birisinde tedarikçi-perakendeci ilişkisi, kanban sayısı ve kanban operasyonları gibi üretim sistemlerinin başlıca karakteristiklerine fazla önem verilmemiştir. Oysa iki ardışık sistemden çok hammadde ve bitmiş ürün aşamasını kanbanla bağlamak daha fazla önem arz etmektedir (Wang ve Sarker, 2006).

TZÜ, üretim faaliyetlerini ve üretimi, istenilen miktarda, istenilen kalitede ve istenilen zamanda üretmeyi sağlayan bir üretim sistemidir. TZÜ' de üretime hazırlık sürelerinin ve parti büyüklüklerinin azaltılması, önleyici bakım, kanban, çekme sisteminin oluşturulması amaçlanmaktadır. TZÜ' nün başarılı bir şekilde uygulanmasında, tam zamanında tedarik, tedarikçi kalite düzeyleri, çok fonksiyonlu işgücü, küçük sorun çözme grupları ve eğitimi, günlük çizelgeleme, tekrarlı ana çizelge, önleyici bakım ve fabrika içi yerleşim faaliyetleri önemli katkılar sağlamaktadır. TZÜ sisteminin ana hatları şekil 4.6'da gösterilmiştir.

TZÜ sisteminin genel amaçları şu şekilde sıralanabilir (Zerenler ve İraz, 2002):

- Hatalı ürün sayısını sıfıra indirmek,
- Ön hazırlık süresini sıfıra indirmek,
- Stok düzeylerini sıfıra indirmek,

- Taşıma süresini sıfıra indirmek,
- Tezgâhların bozulmasından doğabilecek aksaklıkları önlemek



Şekil 4.6 TZÜ sisteminin ana hatları (Utku, 1993)

4.3.3 Tam Zamanında Üretim Sisteminin İlkeleri

JIT üretim sisteminin üzerine inşa edildiği temel prensipler; Toplam Kalite Kontrolü, Talep Çekmeli Sistem (Demand Pull System), Üretim Süreçlerinin Esnekliği (Process Flexibility), Verimsizliklerin Ortadan Kaldırılması (Waste Elimination) ve Sürekli İyileştirme başlıkları şeklinde sınıflandırılmıştır. Aşağıda söz konusu ilkelerin kısa açıklamalarına yer verilmiştir (Savaş ve Karadal, 2002):

- Toplam Kalite Kontrolü

JIT üretim sisteminin üzerine inşa edildiği temellerden biri kalitedir. Üretimin hiç bir aşamasında kalitesizliğe izin verilmez. Bir kalite problemi çıktığında, üretim süreçlerinin tümüyle durdurulmasına bile izin verilir. Kalite problemlerini kaynağında yok etmek esastır. Bu yüzden, tedarik edilen girdilerle ilgili kalite sorunları tedarikçilerin sorumluluğuna devredilmiştir. Bir önceki üretim sürecinden teslim alınan kalite problemleri tekrar o aşamaya devredilir. Her çalışan yaptığı işlemlerin kalitesinden birinci derecede sorumludur. Kişisel çabalarla çözülemeyecek kalite sorunları, çalışanlar, yönetim ve tedarikçilerin işbirliğinden oluşan entegre bir anlayış çerçevesinde çözüme kavuşturulur.

- Talep Çekmeli Sistem

Üretim süreçlerinde stoksuz, beklemesiz ve kesintisiz düz bir akış gerçekleştirmek için - JIT üretim ortamlarında- talep çekmeli sistem kullanılır. Geleneksel sistemlerin aksine, JIT üretim ortamlarında stok için üretim yapılmaz. Talep çekmeli sistemin gereği olarak bir sonraki üretim aşamasından istenmeyen hiç bir ürün bir önceki aşamada üretilmez. Bu anlayışa göre, JIT üretim ortamlarında, mallar önce satılmakta sonra üretilmektedir. Kanban yöntemi ile gerçekleştirilen bu uygulama tedarik edilen hammadde ve parçalar için de aynen tedarikçilere yansıtılmaktadır

- Üretim Süreçlerinin Esnekliği

Küçük miktarlarda, fakat çeşitli ürün üretimimin esas olduğu JIT ortamlarında, çalışanlar ve diğer üretim araçlarının esnekliği esastır. Üretim araçlarının değişik amaçlarla kullanılabilmesi anlamına gelen esneklik; ürün çeşitliliğinin önemli olduğu ortamlarda üretim faktörlerinden tam yararlanılmasını sağlamaktadır. JIT ortamlarında üretim süreçlerinin esnekliği, genel amaçlı üretim araçlarının tercihi; çalışanların esnekliği de onlara çapraz yeteneklilik kazandıracak eğitim çabaları sayesinde mümkün olmaktadır.

- Verimsizliklerin Yok Edilmesi

Toplam kalite kontrolü, talep çekmeli sistem ve üretim süreçlerinin esnekliğine odaklanılan JIT ortamlarında amaçlanan ana hedef; verimsizliklerin yok edilmesidir. Bu maksatla yapılan işlemler; ürüne değer katmayan (Non-Value Added) işlem, faaliyet ve süreçlerin tümüyle ortadan kaldırılması şeklinde özetlenebilir.

- Sürekli İyileştirme

Özet olarak açıklanan JIT ilkeleri ile oluşturulması hedeflenen ortam statik bir durum ifade etmez. Aksine, JIT ortamlarında ulaşılan her hedef geçicidir ve sürekli iyileştirilmesi gerekir. JIT ortamlarında sürekli iyileştirme hem bir temel ilke hem de bir yaşam biçimi olarak değerlendirilmektedir

4.3.4 Tam Zamanında Üretimin Amaçları

TZÜ sisteminin amaçları temelde; üretimdeki gereksiz verimliliği önleyen işleri gidererek toplam üretim sisteminin optimizasyonuna yönelik politika ve yöntemlerin geliştirilmesidir.

TZÜ felsefesinin diğer bir temel amacı; israfın bütün çeşitlerine karşı amansız bir mücadele verirken toplam süreç maliyetini minimize etmek ve doğru zamanda doğru miktarda ürün ve hizmetleri dağıtarak müşterileri memnun etmektir. TZÜ'nin buradaki amacı gerçekten özlü bir pazarlamadır. TZÜ sisteminde stok bulundurma ve hazırlık maliyetlerinin minimuma indirilmesi ve dolayısıyla en düşük maliyetle ürünlerin üretilerek ve bir çeşit maliyet liderliği yaparak müşteri ihtiyaçlarına anında cevap verilmesi hayati öneme sahiptir (Acar, Ömürbek, Eroğlu, 2006).

Bu amaçlar şu şekilde özetlenebilir:

- Optimum kalite, maliyet ve üretim için sistem tasarımı,
- Ürünün üretim ve tasarımında kullanılan kaynak miktarını en aza indirme,
- Alıcının isteklerini anlama ve karşılayabilme,
- Tedarikçi ve alıcılarla açık ve güvene dayalı ilişkiler geliştirme,
- Toplam üretim sistemini geliştirmek için herkesin katılacağı gelişim politikasını oluşturma. (Firuzan ve Ayvaz, 2004)
- Müşterinin istediği ürünü üretmek,
- Ürünleri müşterilerin istedikleri miktarda üretmek,
- Mükemmel kalitede üretmek,
- Anında üretmek, sıfır tedarik süresi,

- İşgücü, malzeme ve aletleri israf etmeksizin üretmek,
- İnsanların gelişimini sağlayan metotlarla üretmek,
- Sıfır Envanter: Stok düzeylerini (hammadde, ara ve mamul stoklar) en azlamak,
- Sıfır Hata: Satın alınan veya imal edilen parça ve mamullerde hatalı üretim ve malzeme girişini en azlamak.
- Sıfır Temin Süreleri: Temin sürelerini en azlamak.
- Etkin Üretim Kontrolü: İmalatta merkezi olmayan bir üretim kontrol sistemi ile kontrol fonksiyonunu etkin bir düzeyde gerçekleştirmek.
- Etkin Envanter Kontrolü: İmalat ara stok düzeylerindeki dalgalanmalar ortadan kaldırarak envanter kontrollerini kolaylaştırmak.
- Akıcı Proses: İmalat içi operasyonlar arasında talep dalgalanmalarından kaynaklanan dengesizlikleri azaltarak, düzgün üretim akışlarını gerçekleştirmek (Acar, Ömürbek, Eroğlu, 2006).
- Ürün Kalitesini Yükseltmek: Yüksek ürün kalitesi ile firma, rakiplerine göre, rekabet avantajı elde etmeyi ya da var olan avantajlarını geliştirmeyi hedefler. Olası kalite problemlerinin tarafların işbirliği ile çözülmesi, her çalışanın yaptığı işlerin kalitesinden sorumlu tutulması, kalite problemlerinin olduğu anda çözümlenmesi ve tekrarının önlenmesine yönelik uygulamalar; JIT ortamlarında ürün kalitesini arttırmaya yönelik çabaların dikkat çeken alanları olarak değerlendirilebilir.
- Ürün Maliyetlerini Azaltmak: Ürün ve süreç kalitesini ya da bir başka ifadeyle, toplam kalite kontrolünü teminine yönelik verimsizlikleri yok etme çabaları; bir boyutuyla ürün kalitesinde artışı sağlarken, diğer boyutuyla da maliyetlerde önemli ölçüde indirim sağlamaktadır. Geleneksel üretim ortamlarının aksine, JIT ortamları, yüksek kalite-düşük maliyet uyumunun tesis edildiği ortamlardır. Maliyet azalışlarının kaynakları-büyük ölçüde- verimsizliklerin ortadan kaldırılmasından ve verimlilik artışlarından kaynaklanmaktadır.
- Ürünün Dağıtım İmkânlarını Artırmak: Ürünle ilişkili kalite ve maliyet amaçlarına ulaşıldıktan sonra, JIT üretim sisteminin odaklandığı nihai amaç; firmanın ürün dağıtım imkânlarını yükseltmektir. Bu imkândan; istenilen ürünlerin istenilen sürede müşteriye teslim edilebilmesi anlaşılır. Yüksek dağıtım yeteneğine ulaşılması, sistemin tüm olarak işletilebilmesi ve firmanın potansiyel gelir kayıplarından korunması bakımından çok önemlidir. Ürün kalitesini ve üretim faktörlerinin imkânlarını artırıcı, ürün dönüşüm süresini azaltıcı ve pazarlardaki değişimlere uyumu

hızlandırıcı çabalar; JIT ortamlarında ürünün dağıtım yeteneğini artırıcı uygulamalarının en önemlilerindendir (Savaş ve Karadal, 2002).

- Yönetim ve üretim süreçlerindeki her türlü israfı ve müşteri gözünde ürüne artı değer katmayan her türlü işi ve adımı ortadan kaldırmak. Bu israflar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- ❖ Basit stratejiler
- ❖ Hurdalar
- ❖ Fazla üretim
- ❖ Gereksiz malzeme taşımaları
- ❖ Yarı mamul ve bitmiş ürün stokları
- ❖ Gereksiz, katma değer yaratmayan operasyonlar
- ❖ İşçinin makine zamanı içinde beklemeleri
- ❖ Gereksiz işçi hareketleri

Bu israfların nedenleri ise aşağıda belirtilmiştir:

- Yetersiz çalışma metotları
- Uzun hazırlık zamanları
- Yetersiz prosesler
- Eğitim eksikliği
- Yetersiz bakım
- Uzun mesafeler
- Lider eksikliği

TZÜ ortamında; üretimin tüm aşamalarında israfın ortadan kaldırılması hedefine ulaşabilmek için, aşağıda belirtilen hedeflerin gerçekleştirilmesi gereklidir (Firuzan ve Ayvaz, 2004):

- Miktar ve çeşit açısından talepteki günlük aylık dalgalanmalara sistemin adaptasyonunu sağlamak üzere; kalite kontrol fonksiyonunun geliştirilmesi,
- Her sürecin, sonraki süreçlerde sadece iyi (hatasız) parçalar göndermesini sağlamak üzere; kalite güvencesi sisteminin kurulması,
- Sistemin insan kaynağını kullanarak, maliyet azaltma hedefine ulaşabilmesini sağlamak üzere, insana saygının egemen olduğu bir örgüt kültürünün oluşturulması,
- İş ve malzeme akışını hızlandırarak, sürekli iyileştirme ve geliştirme yaparak, müşterinin istediği kalitedeki ürünü veya hizmeti onun istediği zamanda ve miktarda hazır etmek.
- Değişen ve artan müşteri talep ve isteklerine en hızlı şekilde cevap verebilecek esnek

ve hızlı bir üretim sistemine sahip olmak.

- Performans parametreleri veya başarısı olarak "müşteri istek ve ihtiyaçlarını ne derecede karşılayabiliyorum" sorusunu baz alan "ölçülebilir sistem ve süreçleri" kurmak ve bunları yönetmek.
- Müşteriler gözünde katma değer yaratan akış zincirine tedarikçi ve dağıtımçıları da "kritik" birer halka olarak eklemek.
- Yalın organizasyonun yönetim ve işletilmesinde zorunlu olan yeterli bir bilişim sistemini de yine yalın prensiplere göre kurmak ve işletmek.
- Değerli olan insan zamanını israf etmeyen, uygulaması kolay ve hızlı olan bir yazılım - donanım sistemini kurmak.

4.3.5 Tam Zamanında Üretime Geçiş Adımları

Tam Zamanında Üretime geçiş adımları şu şekilde sıralanabilir:

- Basit stratejiler
- Basit yönetim kuralları
- Kesintisiz bir organizasyon
- Yoğun eğitim ve Kaizen
- Ekip çalışması
- Serbest kıyafet sistemi
- Şirket gömlekleri
- En iyiler, en kötüler seçimi
- Paydaşlara kar paylaşımı
- Değişik ücret skalası
- Görsel kontrol
- Çalışan memnuniyeti anketleri
- İletişim yönetimi
- Ödül-prim sistemleri
- Öneri sistemi
- Beyaz yaka üretimin içinde
- Şirket değerlerinin oluşturulması
- İşten çıkarma ve almaların zorlaştırılması
- Her zaman, her yerde şeffaflık ve dürüstlük

4.3.6 Tam Zamanında Üretimin Uygulanması İçin Gerekli Koşullar

Tam zamanında üretim sisteminin uygulanabilirliği açısından birtakım ön koşulların sağlanmış olması gerekir. Bunlar:

- Kararlı bir kesikli üretim
- Esnek makineler ve çok fonksiyonlu işçiler,
- Teknoloji ayarlaması ve organizasyonel değişiklikler,
- Esnek çalışma saatleri,
- Montaj çizelgelemesinde doğru ürün karışımı,
- Karar vermede yeterli miktarda atölye grup çalışması,
- Kısa hazırlama zaman ve maliyeti, dolayısıyla öbek büyüklüğünde ve ön sürelerde azalma,
- Tekrarlı üretim ortamının yaratılması
- Toplu koruyucu bakım
- Satın alınan parçaların tam zamanında teslimatı
- Kanban sistemi
- Birkaç modelden oluşan standart ürün üretimi

Yukarıda belirtilen koşullar yalın üretim sisteminde başarılı olabilmenin şartlarıdır. Sistemin dayandığı varsayımlar ise şöyle sıralanabilir (Firuzan ve Ayvaz, 2004):

- Üretim kanbanı olmadan hiçbir aşama üretime başlayamaz,
- Günlük üretim çizelgelemesi hemen hemen özdeş olmalı,
- Gerçek günlük üretim çizelgelemeye oldukça yakın olmalı,
- Parçalar mümkün olan en küçük taşıyıcılarda standart miktarda taşınmalı ve üretilmelidir.

4.3.7 Tam Zamanında Üretim Performans Kriterleri

Uluslararası rekabet, işletme performansının geleneksel ölçme, kontrol etme ve değerlendirme şekillerini yetersiz hale getirmiştir. Geleneksel yöntemde, kalite sağlama dereceleri veya sonraki iş istasyonlarının ihtiyaçları dikkate alınmaksızın üretilen birim sayısı performans ölçüsüdür. JIT'de performans ölçüsü ise üretimin zamanında, doğru miktarda ve kusursuz olmasıdır. JIT sisteminin performans ölçüleri şunlardır (Özkan ve Esmeray, 2002):

- Üretim hızı
- İlave işi gerektiren toplam birim sayısı (başlanan ve tamamlanan toplam birim sayısı)
- Toplam ayarlama süresi / toplam üretim süresi
- Toplam üretim süresi / toplam fabrika süresi
- Faaliyet karı + % fiziksel varlıklar / katma değer karı

4.3.8 Tam Zamanında Üretimin Yararları

Tam zamanında üretim sisteminin doğru bir şekilde kurulup işletilmesi halinde, çeşitli yararlar sağladığı görülmüştür. Tam zamanında üretim sistemine geçişle sağlanabilecek yararlar aşağıda belirtilmiştir:

- Sistemde her türlü israf azalmaktadır, hatalar ortadan kaldırılmaktadır.
- Stok düzeyleri önemli ölçüde düşürülmekte, hatta bazı durumlarda sıfıra indirilmektedir.
- Stoksuz çalışma sonucu üretimle ilgili sorunlar ortadan kaldırılmaktadır.
- Stoksuz çalışma nedeniyle stok denetim sistemlerine ihtiyaç duyulmamakta bu da atölye düzeyinde denetim faaliyetini büyük ölçüde kolaylaştırmaktadır.
- Sistem, aynı ürün ailesinde yer alan ürünlerin birinden diğerine kolaylıkla kaydırılabilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu özellik, sistemde çeşit esnekliği yaratmaktadır.
- Ürün kalitesi yükselmekte, fireler azalmakta, verimlilik yükselmektedir. Firelerin azalmasının nedeni, küçük partiler halinde üretim sayesinde hatalı parçaların daha erken tespit edilebilmesidir.
- Küçük partiler halinde üretim nedeniyle, stokların ve malzeme taşıma araçlarının kapladığı alan azalmaktadır.
- Stoksuz çalışma, ilk seferinde hatasız üretim, toplam koruyucu bakım gibi ilke ve özellikleri nedeniyle, tam zamanında üretim sistemlerinde üretim düşük maliyetle gerçekleştirilebilmektedir (Ohno, 1996).
- Daha kolay otomasyon
- İşçi ve donanımlardan daha etkin yararlanma
- Artan esneklik
- Çizelgeleme olanağı sağlar (Aktürk, Erhun 1999).

4.3.9 Tam Zamanında Üretim Teknikleri

4.3.9.1 Jidoka

Bir tezgâhta otomasyon, hatalı parça üretildiğinde tezgâhın kendiliğinden durması demektir. Toyota üretim ekipmanları ve sistemleri, anormallikleri fark edip hata olduğunda otomatik olarak durmak üzere tasarlanmıştır. Aynı zamanda çalışanlar da şüpheye düştükleri durumlarda üretim akışını durdurabilecek şekilde donanımlıdır. Bu, mekanik jidoka veya insan jidoka olarak adlandırılmaktadır

Just-in-time sisteminin yürütülmesi için % 100 hatasız parça akışı gereklidir. Otonomasyon,

hatalı parça akışını önleyen bir mekanizmadır.

Üretim sırasında bir arıza ortaya çıktığında da, her eleman öngörülen program çerçevesinde ilerlemeye devam edebilmek için kendisine gerekli olan özel bilgileri alabilmelidir. Bunun olması da her iyi yöneticinin birinci görevidir, çünkü oto-aktif bir üretim sisteminde, "görsel kontrol" her bölümün zayıf noktalarının tespit edilmesini ve her işçinin bu noktaları açık ve olarak görmesini sağlar. Böylece ortak hedefe ulaşmada herkes uyumlu bir katılım içine girer (Ohno, 1996).

4.3.9.2 SMED

Başta Toyota'ya olmak üzere dünyanın pek çok ülkesinde sayısız şirkete danışmanlık yapmış olan Shigeo Shingo, daha 1950'lerde stoklu üretim için "olmazsa olmaz" birincil koşulun, makinelerin set up süresinin kısaltılması olduğunu fark etmiştir. Geliştirdiği yöntemlerle yüzlerce şirkette kendi iddia ettiği gibi setup sürelerini, hem de çok kısa bir zaman dilimi içinde, radikal olarak indirmeyi başarmıştır. Böylece herhangi bir makine, bir parçanın üretiminden diğer bir parçanın üretimine birkaç dakikada, hatta 1 dakikanın altında bir sürede geçebilecek duruma gelmiştir ve makineler inanılmaz bir esneklik kazanarak, birer "stok üreticisi" olmaktan çıkmışlardır.

SMED yaklaşımını şekillendiren, uygulamasına yön veren ana ilke, "gereksiz zaman harcamalarından kurtulmaktır". Tüm SMED yaklaşımında, SMED' in alt ilkelerinde bu anlayışın hâkim olduğunu söyleyebiliriz (Okur, 1997).

1. İlk adım ve birinci ilke, bir kalıptan diğer bir kalıba geçiş sürecinde, makine durduğu zaman yapılan işlerle, makine çalışırken yapılan işleri saptayıp, mümkün olduğunca çok işi makine çalışırken gerçekleştirmeye yönelmektir. Bu yolla zamandan %30-50 arasında tasarruf sağlanabilmektedir. Bunun için:
 - a. İlk olarak halihazırdaki uygulamada hangi işlerin makine durduğunda, hangilerinin ise makine çalışırken yapılıyor olduğu saptanmalıdır.
 - b. Bunlar içinde bazı işler rahatlıkla ve önemli bir değişikliğe gidilmeden makine çalışırken de yapılabilir olmalarına karşın, halihazırda makine durduğu zaman yapılıyorlarsa, bu büyük bir zaman kaybıdır. Bu tür işlemler mutlaka makine çalışırken yapılmalıdır.
 - c. İlk yapılan bu görece basit değişikliklerle de yetinmemek gerekir. Israrla daha çok

işlemin makine çalışırken yapılabilmesi sağlanmalıdır. Bunun için, kalıplar ve kullanılan takımlar dâhil, donanımda ne gibi modifikasyonlar yapılabilir araştırılmalı ve çözümler geliştirilerek uygulamaya geçirilmelidir,

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

Shingo sisteminin temel hatları bu şekilde özetlenebilir. Shingo, SMED'le gerçekten de adeta mucizeyi sonuçlar elde etmiştir. Örneğin, 1990'lann başında Türkiye'de otomotiv ana sanayisinde kullanılan büyük pres makinelerinde setup süresi hala yaklaşık 45 dakika tutarken, Shingo, daha 1971'de Toyota'da bu işlemi 3 dakikaya indirmeyi başarmıştır. Dünyanın her yerinde de aynı başarıyı, değişik sanayi kollarında elde etmiştir.

4.3.9.3 Poka – Yoke

Poka Yoke, Japonca bir kelime olup, Hata Bulma kelimesine karşılık gelmektedir ve Toyota Üretim Sistemini geliştirmede kilit rol oynayan Endüstri Mühendisi Shigeo SHINGO tarafından, 1961’de geliştirilerek Sıfır Kalite Kontrol (SKK) olarak düzenlenmiştir.

Poka Yoke;

- Temas Yöntemi (Var / Yok, Evet / Hayır),
- Sabit Değer Yöntemi (Sabit Değer ve Civarda Sayısal Değer – Uygun / Uygunsuz),
- Operasyon Atlama Yöntemi (Ardışık sayma sonucu Atlandı / Atlanmadı)

olmak üzere üç yöntemden biri temelinde tasarlanmakta olup; yetenekli, basit ve düşük maliyetli ekipmanlardır.

Poka Yoke, hatalı girdiyi işlem öncesi tespit etmek sureti ile operatör bağımsız olarak;

- Sesli sinyal ve operasyon blokajı,
- Işıklı sinyal ve operasyon blokajı,
- Operasyon blokajı

gibi tepkilerle operatörü de uyarmak sureti ile uygunsuzlukların derhal ve kesin bir şekilde tespit edilerek önlenmesi, nicelik kontrol kartlarının hata türü bazında daha verimli işletilmesi, doğru bilginin doğru zamanda ve eskimeden kullanılması itibari ile bilgi yönetiminin etkin işletilmesi, operasyon sonrası uygunsuzluk zincirinin devamının önlenmesi gibi faydaları beraberinde getirir ve kalitesizlik ile kalite kontrol maliyetlerinde büyük düşüşler kaydedilmesini sağlar.

4.3.9.4 5S Tekniği

Japon üretim yönetiminde uyguladığı 5S sistemi 5 basamaktan oluşur:

1. İşyeri düzenlemesi (Seiri),
2. Organize olma (Seiton),
3. Temizlik (Seiso),
4. Standartlaşma (Seiketsu),
5. Eğitim ve Disiplin (Shitsuke).

5S sistemi 1000 kadar küçük işlemten meydana gelir. Bu işlemlerin iyi organize edilmesi,

herkes tarafından anlaşılması ve sürekli olarak gözden geçirilmesi gerekir. 5S'in başarıyla uygulanması için gerekli olan başka bir faktör de herkesin "Grup Çalışması Ruhu"na sahip olmasıdır. Her çalışan, yapılacak yenilik ve gelişmelerin önemini kavarsa kurulan sistem daha sağlam olur. 5S'in amacı israfta, iş kazasında, arızada, hurdada, setupta, gecikmede, şikâyetle sıfır noktasına ulaşmaktır.

4.3.9.4.1 5S Seiri – İşyeri Düzenleme

Yapılanma amacıyla, eşyaları doğru yerlere yerleştirmek, eşyaları sınıflandırmak, kir ve pisliğin gerçek sebebini bulmak, temizlemesi zor alanlardan kurtulmak, gereksiz olanlardan kurtulmak, kir ve kaçakların sebebini bulmak, yerleri temizlemek, ambarları düzenlemek gibi yöntemleri kullanır.

4.3.9.4.2 5S Seiton – Organize Olma

Düzen amacıyla fonksiyonel yerleşim planını belirlemek, yerleri tanımlamak-sınıflandırmak-işaretlemek, böylece ihtiyaç duyulan şeylere, ihtiyaç duyulduğu anda hızla ulaşabilmek, arama çabasını minimize etmek, ilk giren ilk çıkar kuralını uygulamak, açık uyarı panoları yerleştirmek gibi yöntemleri kullanır.

4.3.9.4.3 5S Seiso – Temizlik

Temizlik amacıyla çöp, pislik ve yabancı maddelerinden kurtulunması, her zaman teftişe hazırlanmış gibi temiz olunması, bireysel sorumlulukların tanımlanması, temizlik kampanyasının başlatılması, temizlik kontrollerinin yapılması gibi yöntemleri kullanır.

4.3.9.4.4 5S Seiketsu – Standartlaşma

Süreklilik amacıyla ideal durumun, standart çözümlerin ve sorumlulukların tanımının yapılması, tehlikeli bölgelerin işaretlenmesi, etiketlerin kullanılması, fonksiyonel işaretlemelerin yapılması, fonksiyonel renk göstergelerinin kullanılması, kabloların düzenlenmesi, kontrol noktalarının-hassas bakım noktalarının-alt üst limitlerin işaretlenmesi, şeffaflığın sağlanması, organizasyonun düzen ve sürekliliğinin korunması gibi yöntemleri kullanır.

4.3.9.4.5 5S Shitsuke – Eğitim Ve Disiplin

Disiplin'in sağlanması amacıyla her zaman doğru şeylerin kurallarına göre yerine getirilmesi,

alışkanlıkların yaratılması, disiplinli bir çalışma alanının oluşturulması toplu temizlik, etrafla toplama egzersizleri, güvenlik kıyafetlerinin giyilmesi, topluma açık yerlerin yönetimi, acil durumlar için tatbikat yapılması gibi yöntemleri kullanır.

4.3.9.5 TPM

Toplam üretken bakım, üretim sistemlerini oluşturan makine, teçhizat, alt yapı tesisleri, araç-gereç ve binalarda zamanla ve kullanım şekillerine göre oluşacak yıpranmalardan dolayı meydana gelecek kayıpların en aza indirilmesi ve bozulmalarının geciktirilmesi için yapılan faaliyetler bütünüdür.

Bakımın ana amacı, karı arttırırken ve maliyeti düşürürken işletim sisteminin kabul edilebilir bir düzeyde güvenilirliğini sağlamaktır. Endüstriyel gelişmeye paralel olarak kuruluşların büyümesi, arıza maliyetlerinin artması ve güvenilir bir üretim yapma konusunda uluslararası standartlara uyma zorunluluğu bakım faaliyetlerinin önemini daha da arttırmıştır.

Toplam üretken bakım, temelde operatörün makinesini sahiplenmesi, makinesinin farkına varması, makine, enerji, hammadde ve operatör ile ürün, yani girdilerle çıktılar arasındaki ilişkiyi kurması, makine ve enerji bilgileri edinip, iş başında teknik eğitimi alıp kendini geliştirmesi, olayların ve çevrenin tümüne bakıp bütünü kavrayabilme becerisi kazanarak, bunları işine ve hayatına yansıtması anlamlarına gelmektedir.

Makine operatörleri, kullandıkları ekipmana sahiplenme duygusu kazanırlar. Makineleri iyi çalışma koşullarında tutmak onları motive eder. Toplam bakımda, çalışanın katılımı gereklidir. Çalışanların işlerinin kontrollerini kazanmaları uzun dönemli bir sonuçtur ve daha fazla iş memnuniyeti sağlar. Bakım personelinin ekipmana ve makine operatörlerine daha yakın olmalarını sağlayan yeni bir bakım kontrol yapısı yaratılmalıdır. Orijinal merkezileşmiş bakım yapısı her üretim alanı tarafından kısımlara ayrılmaktadır. Her üretim alanı bakım grubu, üretim müdürünün sorumluluğu altındadır. Bunun nedeni, üretim ve bakım personeli arasındaki potansiyel çatışmaların sayısını azaltmaktır. Bu yeni organizasyon, bakım işçisi ile makine operatörü arasındaki fiziksel ve psikolojik mesafeyi azaltma avantajına sahiptir. Bu avantaja, bakım personelinin önemli bir rol oynadığı koruyucu bakım ve birinci seviyedeki makine operatörünün eğitimi sırasında daha erken zamanda ulaşılmaktadır.

Toplam Bakımın amaçları şunlardır:

- Takım, donanım ve ekipman etkinliğini geliştirmek,
- Ekipmanın yaşayabilmesi için üretken bakım sistemini kurmak,

- Toplam üretken bakımın yürütülmesine firma içindeki bütün departmanların katılmasını sağlamak,
- Üst yönetimden işçilere kadar bütün çalışanların aktif olarak katılımını sağlamak,
- Özerk küçük grup geliştirme faaliyetleri gibi motivasyon yönetimine yönelik toplam üretken bakım çalışmalarını desteklemek.

Başarılı bir toplam bakım uygulaması için aşağıdaki gerekler yerine getirilmelidir:

- Olabildiğince hızlı bir şekilde, tasarlanan değişiklik hakkında bilgilendirmek,
- Değişikliğin sebeplerini açıklamak ve mevcut durumun neden kabul edilmediğini göstermek (Örneğin; makine arızalarına bağlı olarak kayıp üretim saatlerini veya arızaların sebep olduğu fazla mesai saatlerini açıklamak),
- Yeni sistemin dizaynında işgücü ve sendikaların da katılımını sağlamak (Örneğin; yeni iş tanımlarının hazırlanmasında),
- Tasarlanan değişikliği ve bunun herkesin işine yapacağı etkiyi açık bir şekilde açıklamak (Yeni organizasyonda kişiler nerede bulunacaklarını bilemezlerse proje ekibi ile hiç kimse ortaklaşa çalışmak istemeyecektir),
- İşletmeye projenin nasıl önemli olduğunu göstermek (Örneğin; işletmenin yayınlarında projeyi tanıtmak gibi),
- Bir pilot alanda yeni organizasyonu uygulamak ve daha sonra işletmenin diğer yerlerine projeyi genişletmek,
- Son olarak, uzun dönemli çalışmaları ve bir toplam bakım programının bütün adımlarını tam olarak uygulamanın aylar, hatta yıllar alacağını çalışanların anlayabileceğinden emin olmak (gerçekte bu çalışma sonu gelmeyen bir çabadır, hedef sürekli gelişmedir). Toplam bakımı uygulamak ve yürütmek uzun bir maraton yarışına benzer. 100 metre atlamalı yarış değildir (Öz, 2005)

4.3.9.6 Kaizen

Sürekli gelişme kavramını ilk olarak ortaya koyan Dr. W.A. Shewhart'tir. Kaizen sözcüğü; geliştirme, iyileştirme ve özellikle sürekli gelişme anlamlarında kullanılmaktadır.

En alt düzeydeki prosesten tüm şirketi içine alan bütün ileriye dönük planlama ve uygulama çalışmaları bu anlayışa göre düzenlenmiştir. Hedef, belli bir standardı tutturmak değil, seviyeyi -o seviye ne olursa olsun - sürekli ve hızlı bir tempoda geliştirmektir (Kavrakoğlu, 1992)

Kaizen'i gerçekleştirmek için üç temel koşulu sağlamak gereklidir. Bunlar: (Kavrakoğlu,

1992).

1. Mevcut durumu yetersiz bulmak; bir sistem kusursuz bir şekilde çalışıyor olsa bile, o sistemde geliştirilecek birçok faktör bulunur.
2. İnsan faktörünü geliştirmek; insan kaynakları bir kuruluşun en değerli varlığıdır. Amaç her çalışanı bu geliştirme faaliyetlerinin bir üyesi haline getirmektir.
3. Problem çözme tekniklerini yaygın biçimde kullanmak; işletmelerde karşılaşılan problemlerin çoğunu çözmek için basit istatistik ve karar verme teknikleri yeterli olmaktadır

4.3.10 Kanban

Bir çok üretim firması global olarak hızla değişen ekonomide rekabet avantajı kazanmak için JIT felsefesini araştırmaktadır. Metotları araştırma ve kanban sistemlerini gerçekleştirme meydan okuyucu bir iştir. Kanban, çekme sistemlerinde üretim ve taşımayı ayarlamak için kullanılır. Bir kanban kartı temsil ettiği parçanın miktarını ve tipini gösterir (Aytuğ, Doğan, 1997).

5. bölümde kanban sistemi ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

5. KANBAN SİSTEMİ

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 ise kanban kart sistemiyle gerçekleştirilmektedir. Bu bölümde kanban sistemi ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

5.1 Kanban Nedir?

JIT üretim sisteminin esası, birbirini takip eden üretim faaliyetlerinin koordine edilmesine dayanır. Örneğin, binlerce parçadan oluşan bir otomobilin üretiminde, çeşitli malzeme ve parçaların tam zamanında üretim hattında bulunmasının organize edilmesi oldukça güç bir işlemdir. JIT üretiminde, bir iş merkezinde çalışan personel, ihtiyaç duyulan malzeme ve parçaları kaynağına giderek alır ve bu parçalarla ilgili işi yerine getirir. JIT üretim sisteminin uygulanabilmesi için planlananların belirli dönemler itibarıyla yapılmış olması gerekir. Bu yöntemde Japonca kart kelimesinin karşılığı olan “kanban” kullanılır (Özkan ve Esmeray, 2002).

Kanban, Japonca’da “görsel kayıt” ya da “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.

Kanban sistemi, ya çift kartlı ya da tek kartlı bir sistemdir. Çift kartlı kanban sistemi temel olarak iki çeşit kanban kartı kullanır: üretim kanbanı ve taşıma (nakil ya da çekme) kanbanı. Bir çekme kanbanı, sonraki üretim aşamasının kendisinden önceki üretim aşamasından çekebileceği üretim miktarını tanımlar. Diğer taraftan bir üretim kanbanı ise, çekilen miktarın yerine konulabilmesi için ilgili parçadan ne kadar üretilmesi gerektiği tanımlayan karttır (Groenevelt, 1993). Çift kartlı kanban sistemi, üretim sisteminin tasarımı, üretimin düzgünleştirilmesi ve operasyonların standartlaşması gibi kendine has net varsayımları ve ön gereksinimleri yüzünden güçlü bir üretim kontrolü sağlamasına rağmen uygulanması zor bir sistemdir. Bu yüzden benzer bir sistem olan tek kartlı sistem çift kartlı kanban sistemine geçilmek için ilk adım olarak uygulanabilir. Tek kartlı kanban sistemlerinde, malzemelerin

çekilmesi işlemi çekme kanbanları ile kontrol edilmeye devam edilmelidir. Ancak, kanbanlar yerine merkezi bir planlama tarafından yapılan üretim planları, üretim hücrelerinin üretimlerinin kontrol edilmesi için kullanılır. Parçaların hareketinin koordine edilmesi için çekme unsurlarının yanında merkezi üretim planları ile üretimin kontrol edilmesi yönü ile geleneksel itme sistemine benzer. Tek kartlı çekme-itme sisteminin avantajlarından bir tanesi uygulamasının kolay olmasıdır. Bunun yanında, talep ile ilgili tüm bilgiler tüm üretim birimlerine gönderilir. Tek kartlı kanban sistemi çift kartlı sistem ile karşılaştırıldığında daha kısa bilgi çevrim zamanına sahiptir. Diğer taraftan, tek kartlı kanban sistemi ardışık üretim sistemleri birbirlerine fiziksel olarak çok yakınsa da kullanılabilirler. Bu durumda, çekme kanbanı elimine edilir, konteynırlar gerekli olduğu zaman hareket ettirilirler. Sadece üretim kanbanları kullanılır.

Kanban sistemi anlık ya da sürekli bir sistem olabilir. Anlık sistemlerde, kanbanlar bir sipariş oluşur oluşmaz önceki üretim birimine gönderilir. Sürekli sistemlerde, kanbanlar toplanır ve belli periyotlarda üretim akışına ters olarak hareket ettirilirler. Sürekli sistemler, ya değişken çekme çevrimli sabit miktarlı ya da sabit çekme çevrimli değişken miktarlı olabilir (Olson, 1995)

Değişken çekme çevrimli sabit miktarlı sistemde kanbanlar, kanban sayısı önceden belirlenmiş sipariş noktasına ulaştığında önceki üretim birimlerine doğru hareket ettirilir. Sabit çekme çevrimli değişken miktarlı sistemde malzeme elleçleme operasyonları arası zaman sabittir ve sipariş edilen miktar çekme çevrimine bağlıdır (Şenyılmaz, 2006).

Kanban sisteminde kullanılan kanban kartları genellikle dikdörtgen biçiminde, plastik karton veya metal olan ve üzerinde belirli bilgileri taşıyan kartlardır. Kanban kartlarının içerdiği bilgiler aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Kullanıldığı Yer Parça Numarası Parça Adı Parçanın Tanımı
- Kanban Numarası
- Parça Sayısı / Kanban Oranı
- Kanbanın düzenli olarak konulduğu kutunun kod numarası veya ismi
- Kanbanın teslim edileceği iş istasyonunun yeri (Kod numarası veya tanımı)

5.2 Kanban Kuralları

Kanbanların tam zamanında üretim amacıyla kullanılabilmesi için aşağıda belirtilen kurallara uyulması gerekir (Acar, 1995):

Kural 1: Sonraki üretim süreci önceki süreçten gerekli parçaları gerekli miktarda gereken zamanda çekmelidir.

Çok basit görünmekle birlikte kural bir aslında üretim sisteminin tamamıyla değiştirilmesi anlamına gelir. Bu kuralın uygulanabilmesi için üst yönetimin daha önceki üretim, taşıma ve teslimat akış yönünü değiştirmeye kara vermesi gerekmektedir. Bu oldukça kritik bir karardır.

Bu kuralın uygulanabilmesi için aşağıda belirtilen kurallarla birlikte uygulanması gerekmektedir:

- 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 uygulamasına geçmeden önce bir işletmede:

- Üretim hızının zaman boyutunda dengelenmesi,
- Süreçlere ilişkin yerleşim planının revize edilmesi,
- Üretim yöntemlerinin standardizasyonunun gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Özellikle günlük üretim miktarlarının dengelenmesi başka bir anlatımla üretim miktarlarının günden güne değişmemesi kural 1'in uygulanmasının en önemli koşuludur. Diğer taraftan sadece kural 1'in uygulanması tam zamanında üretimin gerçekleştirilmesi için yeterli olmayacaktır. Çünkü kanban yalnızca her süreçte günlük üretimi belirleyen bir yükleme aracıdır.

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 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.

Kural 2: Önceki üretim süreci sonraki süre tarafından çekilen miktar kadar üretim yapmak zorundadır.

1 ve 2 numaralı kanban kuralları 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.

Kural 2'nin uygulanabilmesi için, birlikte uygulanması gereken diğer kurallar aşağıda verilmiştir:

- Kanbanların sayısından fazla üretim yapılmasına izin verilmemelidir.
- Önceki süreçte farklı parçaların üretimi söz konusuysa, bunların üretimi kanbanların geliş sırasına uygun olarak yapılmalıdır.
- Sonraki üretim süreci, ufak “kafilelerle düzgün üretim hızı sağlamak isteyeceğinden, önceki süreçte tezgâh hazırlık işlemlerinin, sonraki aşamanın sıklaşan taleplerine cevap süreçte tezgâh hazırlık işlemlerinin kısaltılması gereklidir.

Kural 3: Hatalı parçalar, hiçbir zaman bir sonraki üretim sürecine geçirilmemelidir.

Kural 3'ün uygulanamaması halinde kanban sistemi işbirliğini kaybedecektir.

Üretim hattı üzerinde, herhangi bir istasyonda hatalı parçalar bulunması ara stokların büyük ölçüde azaltılmış olduğu bu ortamda üretim akışını durduracak ve parçalara önceki istasyona geri gönderilecektir.

Tam zamanın üretim ortamında, üretimin kesintiye uğraması, hat üzerinde çalışanlar tarafından derhal fark edilecek ve hatalı üretimin bu denli göze batması hataların tekrarının önlenmesinde önemli bir rol oynayacaktır.

Bilindiği gibi, tam zamanında üretim yaklaşımında sıfır hata hedefine yaklaşabilmek amacıyla otonomasyon kavramından yararlanılmaktadır. Otonomasyon, otonom hata kontrolü olarak tanımlanmıştır ve bu kavramın temelinde hataların tekrarını engellemek ilkesi yer almaktadır.

Hatalı kavramı, Toyota sisteminde, hatalı üretim operasyonlarını da içerecek şekilde genişletilmiştir. Hatalı operasyon; standardizasyona tam olarak ulaşılmamış ve birtakım yetersizliklerin (izlenen yol, işlemler ve zaman açısından) söz konusu olduğu işlem olarak tanımlanmıştır.

Hatalı operasyonlar aynı zamanda hatalı parça üretimini de neden olacağından üretim operasyonlarının standardizasyonu kanban sisteminin önemli ön koşullarından birisi

olmaktadır.

Kural 4: Kanban sayısı en aza indirilmelidir.

Toplam kanban sayısı, sistem içindeki süreç içi envanter düzeyini belirlediği için tam zamanında üretim ortamında amaç bu sayıyı mümkün olan en alt düzeyde tutabilmektir. Toyota uygulamasında kanban sayısını değiştirme yetkisi her sürecin ustabaşına verilmiştir. Eğer ustabaşı, sorumlu olduğu süreçte katile büyüklüğünü azaltıp çevrim zamanını kısaltabilirse, kanbanların sayısı da azalacaktır. Ancak bir süreçte katile 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 iç envanterler sıfırlanacaktır. Ancak bu da idealize edilmiş bir hedeftir ve uygulamada sadece hedefe yaklaşmak söz konusu olacaktır.

Kanban uygulamalarında, günlük ortalama talepte olabilecek %10–12 dolaylarındaki dalgalanmaları, toplam kanban sayısını değiştirmeden karşılayabilecek esneklikte yapılanmaları gerekmektedir. Esneklik ise yine süreçte iyileştirmeler yapılarak sağlanacaktır.

Bu tür bir esnekliğin sağlanamadığı ortamlarda ise toplam kanban sayısını ya da güvenlik stoğu düzeyini artırarak talep artışlarına uyum sağlamak mümkündür.

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

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

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 değiştirilmesi için en az yedi, on günlük bir süre gerekecektir.

Diğer taraftan, kanban sisteminin kullanıldığı ortamlarda üretim çizelgeleri sadece son üretim aşamasına gönderilir ve diğer tüm istasyonlar, ne üreteceklerini üretim sipariş kanbanının konteynırdan ayrılması ile öğrenirler. Bu durumda, üretim miktarlarındaki olası

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

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

Talepte büyük mevsimsel dalgalanmalar olması halinde ise, üretim hatlarının yeniden düzenlenmesi gerekecektir. Bu durumda, her üretim aşaması için çevrim zamanları ve işçi sayılarının yeniden düzenlenmesi gereklidir. Aksi halde, 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 hacminin dönemler itibarıyla dengelenmesi; üretim hızının yıl içinde sabit tutulması.
- Yıl içinde talep 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 bu seçim doğrultusunda geliştirilmesi gereklidir.

5.3 Kanbanların Kullanımı

Kanban, JIT üretim sisteminin iş istasyonları arasındaki malzeme akışında uygulanır. İki iş istasyonu arasındaki malzeme akışının denetiminde iki kart ve küçük arabalar kullanılır. Sonraki işlemin gerçekleştiği istasyonda araba boşalınca işçi, ihtiyaç kartı ve boş arabayla birlikte dolu arabanın yanına gider. Aynı işçi dolu arabaya asılmış veya yapıştırılmış bulunan üretim kartını ayırarak boş arabaya ilştirir ve ihtiyaç kartını yapıştırdığı dolu arabayla kendi iş istasyonuna döner ve üretim sürecindeki işine devam eder (Özkan ve Esmeray, 2002).

Kanban sisteminin işleyiş mekanizması, çekme ve üretim-sipariş kanbanlarının süreç içinde nasıl kullanıldığının incelenmesi sonucunda açıklık kazanacaktır. Kanbanı bir örnekle açıklamak istersek;

1. Diyelim son montaj hattında talaşlı imalat atölyesinden gelen parçalar var. Bu parçaların içinde bulunduğu paletlerin her birinin üzerinde, parçanın ne olduğunu, hangi ürün modeline ait olduğunu, palet kapasitesini ve paletlerin hangi atölyeden geldiğini belirten bir çekme kanban kartı bulunmaktadır. Parçalar paletlerden alınıp ürüne, diyelim otomobillere monte edildikçe ve her bir palet boşaldıkça, üzerindeki çekme kanbanları çıkarılıp bir çekme kanbanı kutusuna yerleştirilir.
2. Bu kutudaki çekme kanbanları önceden belirlenmiş bir sayıya ulaşınca, önceden belirlenmiş bir zamanda, montaj hattındaki bir işçi boşalmış paletlerle birikmiş kanbanları alıp, bir forklifle talaşlı imalat atölyesine gider.
3. Bu atölyede ilk iş olarak getirdiği boş paletleri belli bir yere bırakır. Daha sonra o atölyede yine belli bir yerde hazır beklemekte olan işlenmiş parça paletlerine yönelir. Burada elindeki kanban sayısı kadar paleti alır ve forklifte yerleştirir.
4. Bu arada, aldığı her bir parça paletin üzerinde yine parçanın ne olduğunu, hangi otomobil modeline ait olduğunu, hangi işlem sürecinden geçtiğini, palet kapasitesini belirten bir üretim kanbanı bulunmaktadır. Paletleri forklifte yerleştirirken üretim kanbanlarını çıkarır ve her birinin yerine beraberinde getirdiği ve o üretim kanbanına karşılık gelen bir çekme kanbanı ilişirir. Elindeki çekme kanbanlarının tümü bitene kadar bu işlemi sürdürür.
5. Paletlerden çıkardığı üretim kanbanlarını talaşlı imalat atölyesinde bekleyen bir üretim kanbanı kutusuna yerleştirir. Sonuç olarak çektiği parça paleti kadar üretim kanbanı bu kutuya konmuş olur.
6. Dolu parça paletlerini alıp tekrar montaj hattına döner ve bu durumda montaj hattında 1. maddeden itibaren devir yeniden başlamış olur.
7. Talaşlı imalat atölyesinde ise üretim kanbanları kutularda belli bir sayıya ulaşınca ya da önceden belirlenmiş bir zamanda, bu atölyedeki bir işçi üretim kanbanlarını alır ve atölyede o an birikmiş üretim kanbanları kadar ve değişik ürünlere ait olabilecek bu kanbanların kutudaki sıralamasına da aynen uyularak, tekrar üretime geçilir.
8. İşlenen parçalar birer birer üretim kanbanlarıyla birlikte boş paletlere yerleştirilir. Bir müddet sonra montaj hattındaki işçi yine gelir ve 3.madde işlemleri yeniden başlar.
9. Kanban kartlarıyla "çekme" sistemi talaşlı imalat atölyesi ile diyelim döküm ya da dövme atölyeleri arasında da ya da -bu işlemler yan sanayide gerçekleşiyorsa- talaşlı imalat atölyesi ile yan sanayi arasında da aynen uygulanır. Öyle ki 7. maddedeki talaşlı imalat

yeniden üretime geçilmeden önce, çekme kanbanları kanalıyla, kanban sayısı kadar dökme ya da dövme parça paleti talaşlı imalata o anda zaten gelmiş bulunmaktadır.

Kanban Kullanımına Bir Örnek:

Çoğu üretim fabrikasında tedarikçi depo ve müşteri montaj hattıdır. Bu durumda, birleşenlerin bir kutusu herhangi bir zamanda montaj hattındaki doğru istasyona gider. Kutu boşaldığında, operatör kutuyu depoya geri götürür ve bu olay yeni bir dolu kutunun alınmasını tetikler. Sadece taşıma kanbanı kullanıldığı için, bu olay basit kanban sistemine bir örnek teşkil eder.

Japonya' daki Toyota'da bir adım daha öteye geçilmiştir. Burada, birleşenler doğrudan tedarikçilerden montaj hattına getirilir. Stok seviyeleri bu yüzden az tutulur ve fabrika genel giderleri düşürülmüş olunur. Tedarikçinin iş istasyonları Toyota'nın üretim hatlarını düzenleyen çekme kanbanı ile düzenlenen üretim kanbanı tarafından düzenlenir. Taşıma kanbanı depo ve üretim alanlarıyla eş zamanlı olarak kullanılır. Bu da entegre Kanban sistemine bir örnektir (Olson, 1995)

5.4 Kanban Kart Sistemi

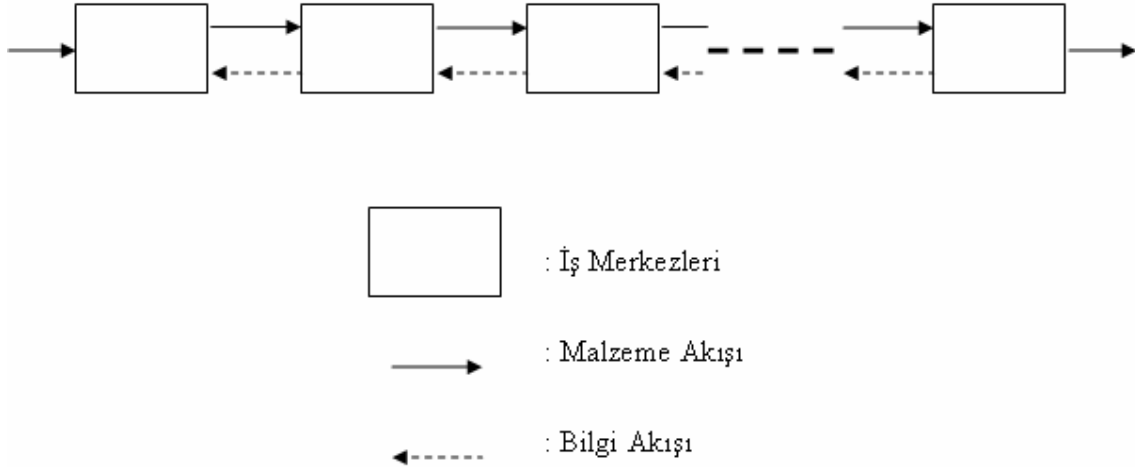
Kanban kart sistemi, kabaca iki ana gruba ayrılır. Bunların ikisi de Toyota şirketi tarafından geliştirilmiştir (Gülsün, 1998).

5.4.1 Çift Kart Sistemi

Kanbanlar, elle uygulanabildiği gibi, günümüzde artık elektronik olarak da uygulanabilmektedirler. Manüel kanbanlar, çoğunlukla, şeffaf kaplar içine yerleştirilmiş dikdörtgen şekilli kâğıt kartlardır. Çift kart sisteminde kullanılan iki kart tipi şunlardır (Gülsün, 1998):

Çekim kanbanları: Çekim kanbanları, sonraki sürecin önceki iş merkezinden çekmesi gereken miktarı tanımlarlar. Her kart yalnızca iki iş merkezi arasında dolaşır (Gülsün, 1998).

İş istasyonları arasındaki her bir kanban kartı seti malzeme talebinin ters yöne doğru çekilmesine ve taşımanın son iş istasyonuna doğru gerçekleşmesine izin verir (Marek, Elkins, smith,2001). Şekil 5.1'de çekme sistemi gösterilmiştir.



Şekil 5.1 Çekme sistemi (Gülsün, 1998)

Malzeme isteklerini prosesler arasında iletir. Bir sonraki istasyonun, bir önceki istasyondan çekmek istediği parça cinsi ve miktarını belirleyen ve parça / malzeme çekmek amacıyla kullanılan karttır. Bir çekme kanbanı örneği Şekil 5.2’te gösterilmiştir.

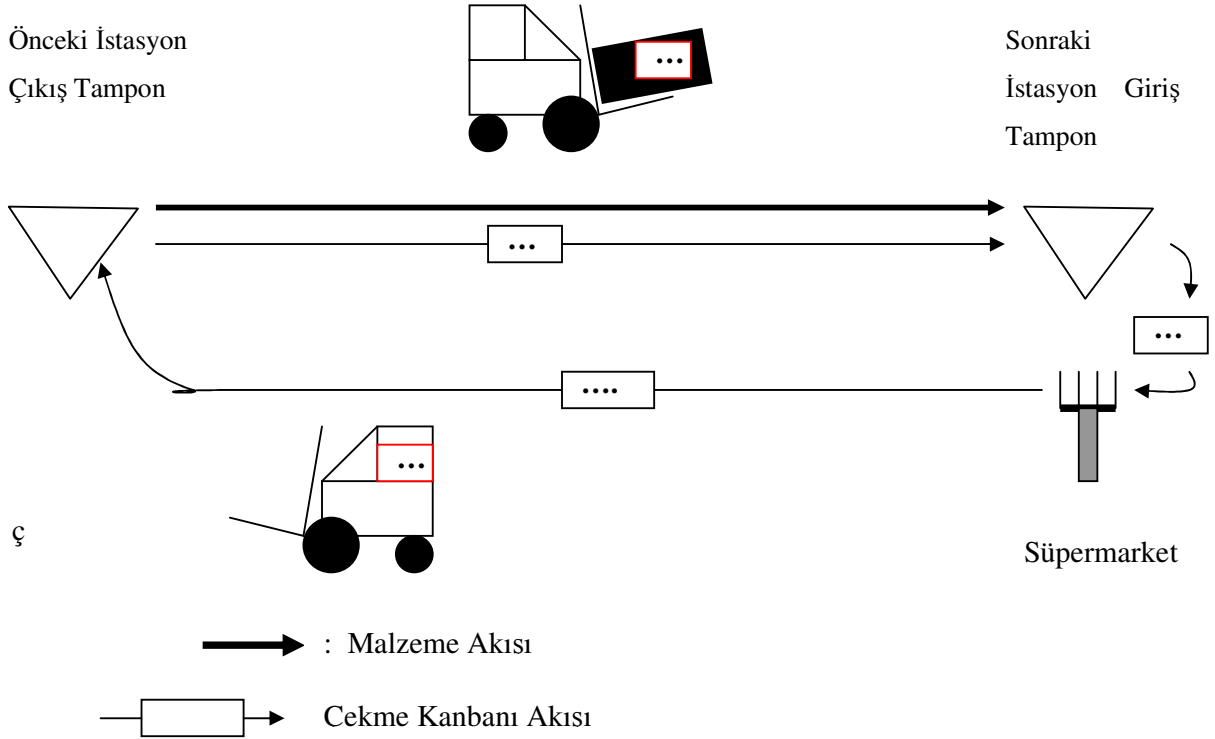
Stok Raf No : 5E215 Parça Arka No: A2.15			Önceki Operasyon Dövme B-2 Sonraki Operasyon Talaşlı İmalat M-6
Parça No : 356 70 S 07			
Parça Adı : Tahrik Pimi			
Araba Tipi : Sx50 BC			
Kutu Kapasitesi	Kutu tipi	Sayı	
20	B	4/8	

Şekil 5.2 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 imalatıdır. Kutu kapasitesi 20 adet olup kutu şekli “B” olarak belirtilmiştir.

Çekme kanbanı çift-kart kanban sisteminin ikinci en temel unsurudur. 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 5.3'te gösterilmiştir:



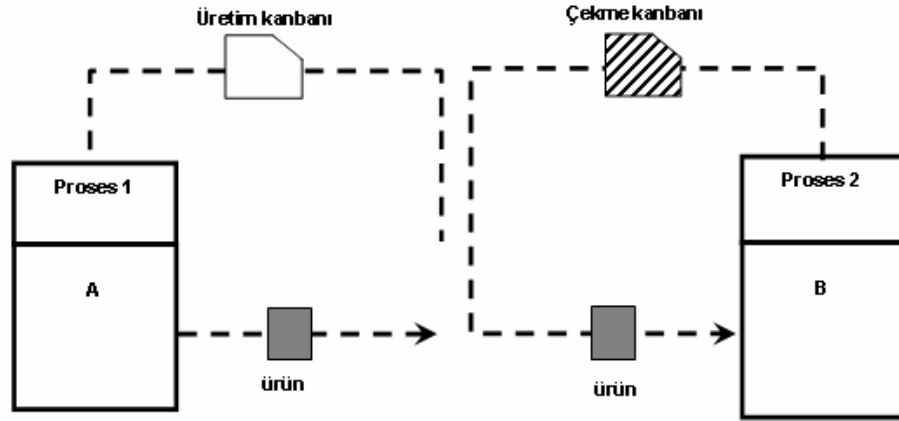
Şekil 5.3 Çekme kanbanı hareketi (Acar, 1999)

Çekme kanbanı, iki ardışık istasyonun tampon bölgeleri arasındaki mesafenin (ve dolayısı ile temin 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, 1996).

Üretim kanbanı: Belirli bir parçanın kullanılan kısmı için üretici iş merkezlerinin üretmeleri gereken miktarı tanımlarlar. Şekil 5.4'de üretim kanbanı gösterilmiştir.

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 5.4 Üretim kanbanı (Acar, 1999)



Şekil 5.5 Çift kart sistemi [6]

Örneğin, çekim kanbanı, parça adı ve numarasını ve hem tüketici iş merkezinin hem de parçayı tedarik eden iş merkezinin adını belirtir. Çekim kanbanında ayrıca, parçanın ara stoktaki tam yeri ve kullanılan standart konteynırın tipi ve kapasitesi de belirtilmektedir.

Üretim kanbanı, üretici iş merkezinin adını, üretilecek parçayı ve bu parçanın ara stokta tam olarak nereye yerleştirileceğini belirtir.

Şekil 5.5’te çift kart yapısını görebiliyoruz.

5.4.2 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 prosedürler çift kartlı sistemdekilere nispeten basittir. Şimdi, bu sistemin işleyişi kısaca anlatılacaktır. Her üretim merkezi, nihai 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

Tek kart sisteminde prosedür şöyledir:

- Giren parça konteynerleri bir iş merkezine getirildiklerinde, iliştirilmiş 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 konteynırlar, 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 (Gülsün, 1998):

- Parçaların iş merkezine teslimatları sıkı kontrol edildiğinden, daima işlenmeye hazır bir miktar konteynır mevcuttur ve dolayısı ile giren malzeme stok noktası o kadar önemli değildir. Bu, yerle ilgili sorunları ortadan kaldırır ve stok noktalarındaki karışıklıkları önler.
- İşlenen parçaların çıkan malzeme stok noktalarında yığılmasına izin verilir. Eğer üretim planlamacılar parçaların ihtiyaç duyulan miktarlarını ve zamanlamalarını nihai 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.
- Tek kartlı kanban sistemi, iki konteynırlı yeniden sipariş noktası sistemine çok benzemektedir. Aradaki fark, uygulanan ortamdan kaynaklanmaktadır. Tek kartlı kanban sistemi; standart konteynırların, akış bazlı üretim sistemlerinin ve diğer TZÜ ortamı özelliklerinin olduğu bir ortamda kullanılmaktadır. Ayrıca, iş merkezlerinde yalnızca az sayıda konteynıra izin verilmektedir ve konteynır 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 (Gülsün, 1998).

5.5 Kanban Çeşitleri

Kullanım şekillerine göre kanbanlar farklılık gösterir. Ayrıca kanban kartları işletmelerde farklı şekillerde dizayn edilerek kullanılırlar. Bazı işletmelerde bir tür detay kontrol aracı olarak da kullanılan kanban kartları çok fazla ayrıntılı bilgiler içerebildiği gibi bazı işletmelerde ise yalnızca basit ve temel ihtiyaç bilgilerini içerirler. Kullanım ve takip kolaylığı açısından bu tip kanbanlar daha uygun olabilirler. Günümüzde bazı firmalar kanban kartlarını tümüyle elektronik kartlar haline getirmiş ve bilgisayar desteği ile takip edilebilir duruma

sokmuştur. Bu sayede hem ihtiyaç duyulabilecek tüm bilgileri ihtiva eden kanban kartlarının oluşturulabilmesi sağlanmış hem de takip sorunları ortadan kaldırılmıştır. Şekil 5.6’da bazı kanban kart örnekleri verilmiştir.

RECEIPT BRUCER Supply Company SR0351-1 S I P ITEM# : MI00979 DESC : GLOVES, NITRILE (100/BOX) MFG# : MOTOROLA PARTS MFG# : BEST 7005XL BRUC# : H2.MI00979 LOT QTY: 1 LOT#: 1 of 1 STORAGE: SIP-03-03-B1 CRIB-Cbnt-Draw-Bin ORDER 809893 1 CUST# : 40600N	USAGE BRUCER Supply Company SR0351-1 S I P ITEM# : MI00979 DESC : GLOVES, NITRILE (100/BOX) MFG# : MOTOROLA PARTS MFG# : BEST 7005XL BRUC# : H2.MI00979 LOT QTY: 1 LOT#: 1 of 1 STORAGE: SIP-03-03-B1 CRIB-Cbnt-Draw-Bin ORDER 809893 1 CUST# : 40600N
---	---

Crib location

İNTEMA İnşaat ve Tesisat Malzemeleri Yatırım ve Paz.A.Ş.
 Büyükdere Cad. No : 193 Levent 80640, İstanbul
 Tel: (0212) 339 90 00 Faks: (0212) 269 78 29

EBM Eczacıbaşı Banyo ve Mutfak Ürünleri (Mobilya)
 Fab: E-5 Karayolu Üstü Tuzla - İstanbul
 Tel : (0216) 423 23 60 (8 Hat) Fax : (0216) 423 23 67

TESLİM HAFTASI: **1**

TARİH : 25.12.2001

SB033728 -1 C1 70



Ürün barkod:



Web: www.vitra-artema.com.tr

CAC45C1	Camlı Yüksek Yer Dolabı	R	1 adet
EN	YUK	DER	AKSESUAR:
EK İŞLEM:			DİŞYAN:
AÇIKLAMA:			
4950282	Montaj Paketi 282 (CHELSEA)		1/1



SB033728

Poz. No.

1

1
TESLİM
HAFTASI:

1

SB033728 -1

E1

C170

0118406

CHELSEA Camlı
Kapak 396 X 1232
X 22

CAC45C1

AÇIKLAMA:

En: 396

Yükseklik: 1232

Kalınlık: 0

YÖN: R

AD: 1

Şekil 5.6 Kanban kart örnekleri (Acar, 1999)

5.5.1 Çekme Kanbanı

İş istasyonları arasında materyal akışını sağlar. Bir sonraki istasyonun, bir önceki istasyondan çekmek istediği parça cinsi ve miktarını belirleyen ve parça/malzeme çekmek amacıyla kullanılan karttır.

Çekme kanbanının birincil özelliği, parçaların bir iş merkezinden diğerine geçme yetkisini vermesidir. Bir kez parçalar önceki istasyondan sonrakine hareket ederse, sonraki süreçte son parça tüketilene kadar kalır. Ardından çekme kanbanı parçaları alıp getirmek için önceki sürece geri döner ve böylece çevrim devam eder.

Çekme kanbanı şu bilgileri içermelidir:

- Parça numarası
- Parça ismi
- Lot miktarı
- Sonraki sürecin yeri ve ismi
- Önceki sürecin yeri ve ismi
- Taşıyıcı tipi ve kapasitesi
- Taşıyıcıların sayısı
- Kaç kartın kaçıncısı olduğu

5.5.2 Üretim Kanbanı

Bir önceki istasyonun üretmesi gereken parça cinsi ve miktarını belirleyen üretim-sipariş kanbanı üretim kanbanı olarak tanımlanmaktadır.

Üretim kanbanının ana fonksiyonu, önceki sürece kartta belirtilen lot miktarı kadarlık bir parçanın üretilmesi için sipariş bırakmaktır. Bu yüzden, bir üretim kanbanı, bir çekme kanbanındaki gibi mevcut parça bilgilerini de içermelidir. Bu bilgi, eğer çekme kanbanı yalnızca iş merkezleri arasında hareket yetkisinin iletimi için kullanılıyorsa gerekmez.

5.5.3 Sinyal Kanbanı

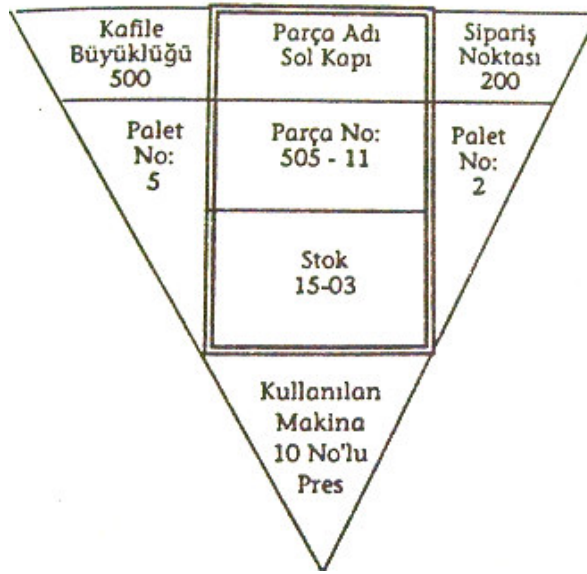
Kafile üretimi yapılan imalat ortamlarında kullanılmaktadır. Sinyal kanbanı genellikle kafiledeki kutulardan birine iliştilirilmiş olarak bulunur ve bulunduğu yer itibarıyla sipariş verme noktasını belirler (Acar, 1999).

Tam zamanında üretimin kanbanlarla uygulanabilmesi için önemli koşullardan birisi ise üretim zamanlarıyla orantılı düşük ayar zamanlarının olmasıdır. Fakat üretim yapılan

firmalarda ayar sürelerinin üretim süresine orantılı olmadığı pres işlemleri, demir dövme ve kalıp dökümü gibi işlemler vardır. Standart kanban sistemi yaklaşımı bu tür durumlar altında çalışamaz. Uzun ayar sürelerinin olduğu yerlerde sinyal kanbanı denilen özel bir kanban kullanılır. Bir sinyal kanbanı 1’den fazla taşıyıcıyı barındıran 1 lotun üretimini başlatır.

5.5.4 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. Şekil 5.7’de üçgen kanbanı gösterilmiştir.



Şekil 5.7 Üçgen kanban (Şenyılmaz, 20006)

5.5.5 Malzeme İhtiyaç Kanbanı

Dikdörtgen şeklinde bir kart olup, üretim süreçlerinde malzemenin ne zaman, nereden ve ne miktarda temin edileceğini belirtir. Sipariş noktası esasına göre çalışmaktadır, ancak farkı, bir çekim kanbanı türü olmasıdır.

5.5.6 Acil Kanban

Hatalı malzemeler yerine üretim yapılırken veya bir tezgâhın 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.

5.5.7 Kasa veya Kamyon Kanbanı

Büyük miktarda 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.

5.5.8 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.

5.5.9 Ortak Kanban

Çekim kanbanının, aynı zamanda üretim kanbanı olarak kullanılması durumudur. İki işlem arasındaki mesafenin kısa ve sorumlularının ortak olması durumunda kullanılabilir.

5.5.10 Tünel Kanban

Birbirine çok yakın olan işlemler arasında kanban değişimine gerek yoktur. Buralarda “through kanban” da denilen tünel kanbanı kullanılır. Örneğin üretilen parçanın anında bir sonraki sürece verilebildiği durumlarda kullanılır. Böylece parçalar doğrudan iletilir.

5.5.11 Ekspres Kanban

Bir ekspres kanbanı, parça kesintisi meydana geldiği zaman kullanılır. Eğer bir malzeme bulunması gereken yerde yoksa taşıyıcı hızlı kanban düzenler ve bunu hızlı kanban kutusuna koyar. Bunun üretiminden sorumlu kişi hemen bu malzemeyi üretip getirmek zorundadır (Gülsün, 1998).

Bir ekspres kanbanı aşağıdaki aktiviteleri başlatır:

- Parça için “andon” olarak bilinen bir ışığı aktif hale getiririz.
- Işığın bulunduğu yerdeki çalışan, ışık yanar yanmaz hemen parçayı üretmelidir ve bizzat kendisi bir sonraki prosese teslim etmelidir.

5.5.12 Satıcı Kanbanı

Dışarıdan tedarik edilecek parçaların teslimi konusunda taşeron firmalardan istenen talimatları içeren bir çeşit çekme kanbanıdır. Satıcılardan parça çekmede kullanılan bu kanban satıcıya

gerekli parçaları göndermesi için talimat vermek amacıyla kullanılır. Genelde taşıma maliyeti parça fiyatına dâhil edildiği için teslimatların satıcılar tarafından yapılması gereklidir.

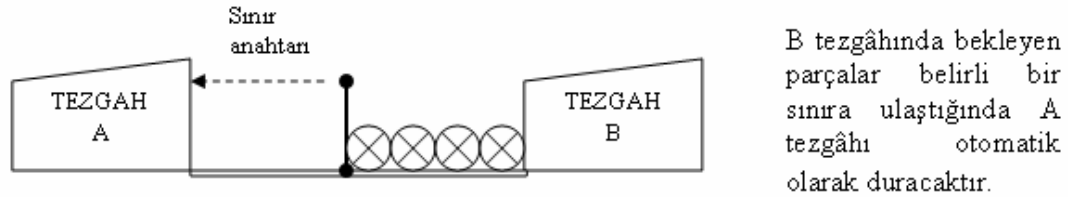
Toyota üretim sisteminde, özel stok alanlarının bulunmaması nedeniyle teslimat yerinin kanban üzerinde ayrıca belirtilmesi gereklidir.

Düzenli iş akışı ancak küçük parti üretimi ile mümkün olduğundan tedarikçi kanbanı ile parça girişi her gün sık sık yapılmalıdır. Bundan dolayı, tedarikçi kanbanında teslim zamanları açık olarak yazılmalıdır.

5.5.13 Modern Kanban Tipleri

5.5.13.1 Otomatik Kanban

Otomasyon üretimde kanban sisteminin otomatik kanban olarak bilinen başka bir şekli kullanılmaktadır. Elle yapılan işlemlerde olduğu gibi, otomatik üretim süreçlerinde de, üretilen parça sayısının çekilen parça sayısına eşitlenmesi gereklidir. Farklı tezgâh kapasitelerinin ve üretim hızlarının dengelenmesi gereklidir; aksi takdirde, iki tezgâh arasında bir stok yığılması ortaya çıkar. Ayrıca her bir tezgâhın kendisinden sonraki tezgâhta oluşabilecek her türlü probleme duyarlı olması lazımdır. Bu problemler otomatik kanban kullanılarak çözümlenir.



Şekil 5.8 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 malzeme yönetim sistemi iyileştirir (Şekil 5.8).

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

5.5.13.2 Elektronik Kanban

Her ne kadar kanban kart yöntemini kullanmak, imalat yapan herhangi bir şirketin organizasyonu ve malzeme akışını önemli derecede iyileştirebilirse de, bu yöntemin de bazı kısıtlamaları vardır. Kapsamlı bilgisayar sistemlerine sahip birçok imalat şirketi, kanban kullanımıyla ilgili başlıca problemlerini ortadan kaldırmak için elektronik kanbana yönelmektedirler. Bu problemler ve kanbanın manüel tiplerinin yerine elektronik kanbanın kullanılması gereken durumlar aşağıda tartışılacaktır (Gülsün, 1998).

- İlk olarak, kanban kartı ile ilgili en büyük problem şudur; münferit 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 envanter 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 operasyon arasındaki mesafelerin çoğunlukla uzun olduğu durumlarda, elektronik kanban, akışa ters yöndeki operatörlere, daha boş konteynır 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 (Gülsün, 1998):

- Kartların yollandığı metoda göre, iş görme zamanının kısalması
- Bilgilerin iletilmesiyle ilgili hataların azalması
- Sipariş miktarlarındaki değişikliklere daha hızlı cevap verilebilmesi

İmalat şirketlerinin elektronik kanbanı benimsemelerinin başka sebepleri de vardır. Örneğin, üretim işçileri geleneksel yöntemde malzeme hareketlerini her çıkış noktasında izlemektedirler. Buna karşın elektronik kanban, süreci bir monitörde görüntüleyerek, fabrikada malzeme peşinde koşmaya son verir. Ayrıca, elektronik kanbanın gerçekleştirdiği anında transfer ile üretimdekiler çizelgeleme sistemlerini ve iş merkezleriyle ilgili diğer faaliyetlerini hemen güncelleştirebilirler (Gülsün, 1998).

Tedarikçiler alıcının elektronik kanbanına bağlandıklarında, iki taraf açısından üç önemli karşılıklı yarar ortaya çıkar (Gülsün, 1998):

- Birincisi, bilginin çizelgelenmesini ve planlanmasını iyileştirmesidir. Elektronik kanban ara yüzü, 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 kadara mal olduğunu ve ne kadar alındığını tam olarak bilirler. Böylece, alıcı şirketler, tedarikçilere tam tutarı hemen havale edebilirler.
- Üçüncüsü, elektronik kanban, sipariş işleme ile ilgili kâğıt 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 konteynirlerin taşınması ve üretim iş merkezlerine geri getirilmesi ile ilgili gecikmeleri ortadan kaldırabilir.

5.5.13.3 Telsiz Kanban

Müşteri taleplerini karşılayabilmek için üretim tesislerinin 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 tasarlamalarına ve bunları işletmelerine imkân tanır. Ne var ki, hareketli iş merkezlerini işletmek, elektronik kanban kullanan firmalar için büyük bir mücadele gibidir. Bir araştırmaya göre, her yıl firmalarda kurulu olan bilgisayar üslerinin % 40'ı; güvenlik kurallarında, ürün tasarımında, üretim çıktısının hacminde, takım ve tertibatlarda ve yasal çevrede ortaya çıkan değişikliklerin sebep olduğu zorluklardan dolayı yer değiştirmek zorunda kalmaktadırlar. Elektronik kanbanı desteklemek için on-line bilgisayar sistemlerini

kullanılması, çoğu zaman birçok problemle sonuçlanmaktadır, bunlar (Gülsün, 1998):

- Bu problemlerden ilki, iş merkezini kabloyla döşemenin, sert duvarlar, beton zemin, makinelerin yerleşim düzeni, alan sınırlamaları veya iş merkezindeki elektrik tesisatının veya aşırı titreşimlerin iletim kablolarını etkileyerek bilgisayar mesajlarına karışması ve bunları bozması gibi, iş merkezinin mimari şartlarından dolayı, çok zor veya imkânsız 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 aşîkârdır. Örneğin, verimlilik; çevrim zamanının kısaltılması, malzeme hareketlerinin azaltılması ve işçilerin çeşitli işler arasında gidip gelme zamanlarının kısaltılması ile artırılmaktadır. 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 mal üretimi vb. karşılayabilmek için sistemde tutulan beklenmedik durum envanterlerinin seviyesi azaltılır. Üretim taleplerini karşılamak için takım ve tertibata, konteynerlere, envanterlere, işgücüne, eğitime ve alana yapılan büyük yatırımlar da azaltılmaktadır. Sipariş belgelerinin hazırlanması ve işlenmesi, ve teslim çizelgelerinde gerekli düzeltmelerin yapılması önemli ölçüde zaman ve kağıt işi gerekmektedir. Telsiz kanban, hem alıcılar hem de tedarikçiler için kâğıt işlerini ortadan kaldıracak ve böylece verimli ve etkin bir sistem oluşturacaktır. Telsiz kanbandan beklenen avantajlar Çizelge 5.1'deki gibi özetlenebilir (Gülsün, 1998).

Çizelge 5.1 Telsiz kanbanın avantajları (Gülsün, 1998)

Kanban Faaliyeti	Avantajlar
Esneklik	Şu kaynaklardaki esnekliği artırır: iş hücreleri, ekipman, takım ve tertibatlar, işgücü 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 yoktur.
Çevrim zamanı	Çevrim zamanını azaltır. Üretimin küçük parti büyüklüklerinde yapılması ve elde tutulması, daha az süreç içi iş ve daha kısa üretim temin 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, taşıtıcılara, stoklara, işgücüne, eğitime ve iş yeri alanına yapılması gereken yatırımları azaltır.
Maliyet	Malzeme iletimi, stok, takım ve tertibat ile 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.

5.6 Kanban Sayısının Hesaplanması

Öncelikle Tayur'un bulduğu şu sonuçları vermek istiyorum.

Bir üretim hattındaki ortalama çıktı oranını maksimize etmek için bulunan sonuçlar: (Tayur, 1993)

1. Herhangi bir iş istasyonunda kanban sayısını arttırmak bekleme zamanını düşürür.
2. Kanbanların iş istasyonlarına aynı sayıda (tekdüze) dağıtılması optimal değildir.
3. Üç veya daha fazla iş istasyonlu sistemlerde optimal yerleşim her iki istasyonda bir, bir kanban yerleştirmektir.
4. İki iş istasyonlu sistemde her sabit kanban sayısı yerleşimi aynı çıktıyı sağlar.
5. N kanban sayılı üç iş istasyonlu sistemde optimal yerleşim (N, N-2, 1) dir.

Talebin olasılıksal dağılımına, ön süreler ve maliyet parametrelerine göre teorik olarak her birisi için optimal kanban sayısı çıkartılabilir.

Kanban sayısının hesaplanması için 3 farklı yöntem mevcuttur (Acar, 1995):

- 1) Kafiye büyüklüğünün fazla olduğu, tezgâh hazırlık işlemlerinin uzun olduğu ortamlar için;

$$n = \frac{\text{Ekonomik Kafiye Büyüklüğü} + (\text{Ortalama Günlük Talep} \times \beta)}{\text{Kap Kapasitesi}} \quad (5.1)$$

- 2) Tezgah hazırlık zamanlarının kısa olduğu ve süreçler arası farkın fazla olmadığı ortamlar için;

$$n = \frac{(\text{Ortalama Günlük Talep} \times \text{Önsüre} \times (1 + \beta))}{\text{Kap Kapasitesi}} \quad (5.2)$$

(Burada Ön süre = İşlem zamanı + bekleme zamanı + taşıma zamanı + kanban toplama zamanıdır).

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 stoğu bulundurulduğu ortamdır. Bu durum ise tam anlamıyla eşzamanlı imalatın gerçekleşmesiyle mümkündür.

- 3) Toyota'da kanban sayısı formülü şöyle kullanılmaktadır:

Toyota'nın K sayısını hesaplamak için kullandığı basit formül,

$$K = \frac{D(T + P)(1 + \beta)}{Q} \quad (5.3)$$

D ortalama günlük talep, T bekleme zamanı, P bir lotun üretim zamanı, Q taşıyıcı kapasitesi (bir günlük talebin en fazla %10'u kadar olabilir), β emniyet faktörüdür. Tipik bir kanban kontrollü üretim sisteminde (T + P)'nin tersi madde teslimat frekansıdır. Örneğin, Toyota'nın birçok yan sanayisi her dört saatte bir teslimat yapmaya ihtiyaç duyarlar. Bu yüzden (T + P) dördttür. Bu sebepten bekleme zamanı T, taşıma zamanına artı olarak boş taşıyıcıların doluları ile değiştirilmesi sırasında kuyrukta bekleme süresini de barındırmaktadır. Toyota, tek aşamalı, tek üretimli kapasitenmemiş üretim sistemleri için deterministik bir model kullanır. Formüldeki T + P terimi siparişler toplanması arasındaki süredir. Bir sipariş toplama çevrimi süresince beklenen talep, taşıyıcıların sayısı, $D(T + P)/Q$ 'dur. Kesintilerden korunmak için beklenen talep β faktörünce şişirilmektedir. Şişirmenin miktarı taleplerdeki belirsizliklere ve stok bulundurma maliyetine bağlıdır. Plan fazlası ne kadar fazla ise talepteki değişiklikleri karşılama şansı da o kadar fazladır, fakat aynı zamanda stok maliyetleri de artar. Böylece Toyota'nın tamponlama stratejisinin örtülü amacı, stok bulundurma ve stok bulundurmama maliyetlerini dengelemektir.

Kanban sayısı Toyoto'da sabit tutulmaktadır. Firma, kendi üretim alanlarında büyük bir piyasa payına sahip olduğu için tahmini değerden sapmalar, toplamın sadece küçük bir yüzdesi olmaktadır. Ayrıca, darboğazları hafifletmek için bir iş merkezinden diğerine geçip çalışabilen disiplinli ve iyi eğitilmiş işçilere ve problemlerini günlük olarak çözebilecek düzeyde, iyi çalışan atölyelere sahiptirler. Ortalama talep ve temin süresi artsa bile Toyota, kanbanın toplam sayısını arttırmamaktadır. Bunun yerine disiplinli işçilerini, o iş merkezinde K sabit kalmak koşuluyla temin süresini azaltacak şekilde ayarlamak gibi başka yollara başvurmaktadır. Örneğin, ortalama günlük talep arttığında temin süresi azaltılacaktır, başka deyişle standart işlem çizelgesine ait çevrim zamanı, hattaki işçilerin dağıtımı değiştirilerek azaltılabilir. Talebin iki katına çıktığı varsayılırsa, çevrim zamanı yarıya indirilip kanban dolaşım hızı iki katına yükseltilerek toplam kanban sayısının sabit kalması sağlanacaktır. Toyota'da atölye bu duruma müsait değilse, sabit kanban sayısı nedeniyle fazla mesai yapılmaktadır.

Talep azaldığında ise, standart işlem çizelgesinin çevrim zamanı arttırılacaktır. Standart işlem çizelgesinin çevrim zamanı arttırılacaktır. İşçilerin sahip olması aylak zamanlar ise, hattaki

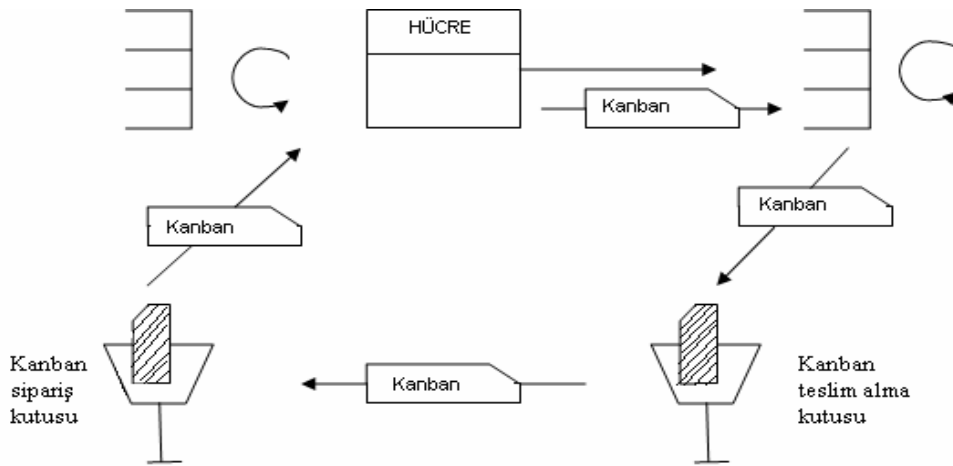
işçilerin sayısı azaltılarak giderilebilir. Envanter düzeyi azaltılarak kap kapasitesi minimize edilmelidir. Bu ise minimum parti miktarı demek olduğu için, bir parçanın üretim ve taşıma şemasına göre her iş merkezinin proses yeteneği dikkate alınarak belirlenmelidir.

Ancak, düzgün ve durgun talep, düşük makine hazırlık süreleri, iyi ve disiplinli işçiler gibi koşullara sahip bulunmayan firmalar, kanban sayısını dönemden döneme dinamik olarak hazırlamak zorunda kalmaktadırlar. Amerikan firmalarında, bir JIT işlemi için ana üretim çizelgesi bir ay için dondurulmakta ve her iş merkezi ya da hücredeki kanban sayısı, döneme ait ortalama talep esas alınarak bulunmaktadır. Aylık talep değiştiğinde, aylık toplam kanban sayısı da değişmektedir.

JIT'in ideal koşulu, her proseste sadece bir parça üretmek, bir kerede bir kerede bir birim taşımak ve teçhizatla prosesler arasında sadece bir birimi stokta tutmaktır. Bu, tek bir parça üretimi ve taşınması olarak bilinmektedir. Böylelikle kap kapasitesi bir birim alındığında, emniyet faktörü, bekleme ve kanban toplama süreleri sıfır olarak kabul edilirse iki prosesi bağlayan kanban sistemi, konveyör hattından başka bir şey olmayacaktır. Bu durumda, bitişik iki proses arasında kanban kullanılmasına gerek yoktur. Daha fazla proses birbirine çok yakın şekilde bağlandığında ise bu prosesler tarafından genellikle “ekspres kanban” adı verilen kanban kullanır. Bu ise, bitişik iki demiryolu arasında kullanılan aktarmasız bilete benzetilir.

5.7 Kanban Sayısının Hesaplanmasıyla İlgili Örnekler

5.7.1 Sabit yeniden sipariş miktarlı üretim kanbanı



Şekil 5.9 Malzemenin ve üretim kanbanın akışı (Durmuşoğlu, 2003)

$$\text{Tek kanban çevrimi boyunca tüketilen parçalar} = \text{Ortalama talep} \times \text{Kanban çevrim süresi} \quad (5.4)$$

$$\text{Tek kanban çevrimi boyunca tüketilen parçalar} = \text{Ortalama talep} \times (1 + \alpha) \times \text{Kanban çevrim süresi} \quad (5.5)$$

α = güvenilirlik katsayısı

(Talep ve çevrim süresi değişkenliğine karşı genellikle %10 alınır)

$$\text{Kanban sayısı} = \frac{\text{Bir kanban çevrimi boyunca tüketilen parçalar}}{\text{Her kaptaki parça sayısı}} \quad (5.6)$$

$$\text{Kanban sayısı} = \frac{\text{Ortalama talep} \times (1 + \alpha) \times \text{Kanban çevrim süresi}}{\text{Her kaptaki parça sayısı}} \quad (5.7)$$

$$\text{Kanban çevrim süresi} = \text{Teslim alma kutusunda kanban bekleme süresi} + \text{sipariş kutusunda kanban transfer süresi} + \text{sipariş kutusunda kanban bekleme süresi} + \text{parti işlem çevrim süresi (içsel hazırlık süresi + işleme süresi + hücre içi bekleme süresi)} + \text{hücre çıkış alanındaki süpermarkete kabın transfer süresi} + \text{hücre çıkış alanındaki süpermarkette kap bekleme süresi} \quad (5.8)$$

Örnek:

Ortalama talep = 100 parça / saat

Kap büyüklüğü = 100 parça

Teslim alma kutusunda kanban bekleme süresi = 5 dk

Sipariş kutusunda kanban transfer süresi = 1 dk

Sipariş kutusunda kanban bekleme süresi = 30 dk

Maksimum içsel hazırlık süresi = 5 dk

Maksimum işlem süresi = 0.25 dk / parça

Hücre içi bekleme süresi = 10 dk

Hücre çıkış alanındaki süpermarkete kabın transfer süresi = 5 dk

Hücre çıkış alanındaki süpermarkette kap bekleme süresi = 10 dk

İlk güvenilirlik katsayısı = α = %0

Bütün bu verilere göre;

Kanban çevrim süresi = $5 + 1 + 30 + (5 + 0.25 \times 100 + 10) + 5 + 10 = 91$ dakika

$$\text{Kanban sayısı} = \frac{100/60 \times 91}{100} = 1.52$$

Gerçek kanban sayısı sadece tamsayı olabileceğinden, ilk kanban kartı sayısı olarak 2 alınır ve bu durumda gerçek kanban çevrim süresi ise;

$$\text{Kanban çevrim süresi} = \frac{91dk \times 2kanban}{1.52} = 120 \text{ dakika}$$

5.7.2 Sabit sipariş çevrimli tedarikçi kanbanı

Tedarikçi ile anlaşılan teslimatların sayısı = 1 günlük

Anlaşılan gecikme = 24 saat (bir gün öğlen 13:00'den sonraki gün öğlen 13:00)

Tedarikçiye kanban taşıma süresi = 5 saat (sabah 8:00'den öğlen 13:00'e)

Tedarikçi fabrikada kamyon bekleme süresi = 1 saat (öğlen 13:00'den 14:00'e kadar)

Tedarikçiden firmaya malzeme taşıma süresi = 5 saat (saat 14:00'den 19:00'a)

Kanban minimum çevrim süresi = $24 + 5 + 1 + 5 = 35$ saat

Çevrim süresinin gün olarak (günlük çekme) vurgulanması nedeniyle kanban çevrim süresi, bu durumda iki güne veya 48 saate eşit alınır. Ek 13 saat kartın fabrika alanında dolu kaba iştirilmiş olarak veya toplanmadan önceki (fabrikadan kalkacak kamyon öncesi) kanban teslim kutusunda bulunabilir.

$$\text{Minimal parti miktarı} = \frac{1}{\text{Bir parça için ortalama hazırlık sayısı}} \times \text{Talep} \quad (5.9)$$

Talep değişkenlik göstereceğinden;

$$\text{Minimal parti miktarı} = \frac{1}{\text{Bir parça için ortalama hazırlık sayısı}} \times \text{Ortalama talep} \times (1+\alpha) \quad (5.10)$$

Üstteki eşitlikleri kullanarak eğer 5 farklı parça üreten bir makine, her parça için, ortalama olarak maksimum 8/5 veya 1.6 mümkün hazırlık yapıyorsa ve bu parça için talep günde 1000 adet ve α 'nın da %10'a eşit olması durumunda, o zaman bu parçanın minimal parti miktarı şu şekilde hesaplanır:

$$\text{Minimal parti miktarı} = \frac{1}{1.6} \times 1000 \times 110\% = 668$$

Minimal parti miktarı en ekonomik parti miktarıdır. Yani en düşük envanter düzeyini üreten parti miktarıdır.

Bu örnekte parti miktarı 700 alınır. Burada her kap 100 adet parçayı tutar ve yedi kap bulunmaktadır.

$$\text{Üretim sinyal kanbanı pozisyonu} = \frac{\text{Ortalama talep} \times (1+\alpha) \times \text{kanban çevrim süresi}}{\text{Her kaptaki parça sayısı}} \quad (5.11)$$

Kanban çevrim süresi = teslim alma kutusunda kanban bekleme süresi +

sipariş kutusuna kanban transfer süresi +

sipariş kutusunda kanban bekleme süresi +

parti işleme çevrim süresi (içsel hazırlık süresi +

işleme süresi + bekleme süresi) +

en son güven stok alanına kap taşıma süresi (5.12)

Örnek:

Ortalama talep = 1000 parça / gün veya 1.042 parça / dak

Parti miktarı = 700 adet

Teslim alma kutusunda kanban bekleme süresi = 5 dk

Sipariş kutusunda kanban transfer süresi = 1 dk

Sipariş kutusunda kanban bekleme süresi = 30 dk

Maksimum içsel hazırlık süresi = 10 dk

Maksimum işleme süresi = 12 saniye / parça

Hücre içi bekleme süresi = 10 dk

Süpermarket alanına parti transfer süresi = 5 dk

$\alpha = \%10$

Kanban çevrim süresi = $5 + 1 + 30 + (10 + (12/60) \times 700 + 10) + 5 = 201$ dk

Üretim sinyal kanbanı pozisyonu = $\frac{1.042 \times (1 + 10\%) \times 201}{100} = 2.3$ kap

Bu durumda gerçek üretim emri sinyal kanbanının pozisyonu üçüncü kap olmaktadır.

5.8 Kanban Sisteminin Değerlendirilmesi

Kanban sistemi tam zamanında üretim sisteminin kalbi niteliğindedir. Günümüzde artan rekabet koşullarında pazarda kalabilmek için itme sisteminin getirdiği fazla stok maliyetleri ve denetimsizlik, kanban sistemi ile aşılabılır. Kanban sistemi oldukça basit olmakla birlikte sonuçları oldukça etkindir. Firmaya ait eski ve yeni değer akış haritaları incelendiğinde stok miktarlarının önemli ölçüde azaldığı görülebilir. Ayrıca stoklar üzerinde denetim sağlanması, üretimin şeffaflaşması, hataların hemen fark edilebilmesi, vs... birçok avantajı beraberinde getirmektedir.

5.8.1 Kanban Sisteminin Avantajları

Kanbanın kullanılmasıyla, kayıpların ne zaman ve nerede ortaya çıktığı hızla belirlenmekte ve bunun sonucunda da kayıplar incelenmekte, araştırılmakta ve düzeltme yolları aranmaktadır.

Üretim tesisinde kanbanın amacı, depo sayısını azaltmak, hatalı ürünleri ortadan kaldırmak, ayrıca arıza ve kesintilerin tekrarlanmasını önlemektir.

Diğer taraftan Kanban'da iş istasyonları birbirlerine çok yakın çalıştıkları için işçiler birbirlerini görmektedirler. Bu nedenle iletişim çok kolay olmakta, problemler etkili bir şekilde çözülmekte, diğer işler öğrenilmekte ve gerektiğinde işler değiştirilebilmektedir (Acar, Ömürbek ve Eroğlu, 2006).

Kanban sisteminin önemli avantajlarından birisi görsel denetime yer vermesidir. Üretim sahasında dolaşarak sadece kanban panosuna bakarak işi denetlemek mümkündür. Kartlardaki artma üretimdeki yavaşlamayı; azalma ise, üretimdeki hızlanmayı gösterir. Sadece gerektiği kadar üretim yapmak isteniyorsa, gerektiği kadar malzemeye ihtiyaç duyulur. Daha yüksek stok, daha fazla maliyet anlamına geleceğinden; stoksuz üretim, sistemin esasını teşkil etmektedir (Özkan ve Esmeray, 2002).

Kanban sisteminin avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Basit ve anlaşılabilir bir süreç sağlar.
- Hızlı ve kesin bilgi sağlar.
- Bilgi iletimi sayesinde düşük maliyetler sağlanır.
- Değişikliklere hızlı karşılık verme sağlanır.
- Süreçlerde kapasite fazlası belirlenir.
- Problemler, hatalar hemen fark edilebilir.
- Üretim şeffaflaşır.
- Aşırı üretimi engeller.
- Çözü (muda) azaltır.
- Stoklar üzerinde kontrol sağlanır.
- İstenildiği zaman stok miktarları artırılabilir veya azaltılabilir.
- Çalışanlara yetki ve sorumluluk verilir.

Bunların yanında diğer avantajlarını da şöyle söyleyebiliriz (Buzer, 1993):

- Araçlar daha ucuzdur: malzeme planlama, kapasite planlama ve dağıtım gibi fonksiyonlar manuel olarak yapılır. Kanbanla bu fonksiyonları yerine getirmek için daha az personele ihtiyaç vardır.
- Kanban sistemi ağırlıklı olarak ustabaşlarına ve operatörlere dayanır.

5.8.2 Kanban Sisteminin Dezavantajları

Kanban kartları doğru dizayn edilmeyip, ayrıca yanlış yönetildiğinde bazı olumsuzluklara sebep olarak, üretime yaradan çok zarar getirir. Bu dezavantajlarından bazıları şunlardır:

- Esnek değildir.
- Bazen üretimde uzun süreli duraksamalara neden olur (her ne kadar problemin çözülmesi için durulduğu sanılsa da gereksiz beklemelelere neden olabilir).
- Büyük oranda sabittir (değiştirmeniz gerekecek durumlar oluşabilir ya da çevre faktörü değişken olabilir).
- Eğer Toyota'daki ortamdan farklı kanban araçları kullanılırsa bu basitçe sipariş başlatma ve hızlandırma sistemi olacaktır. Yeniden sipariş verme sistemi işletmek için çok pahalı bir sistemdir. Aşırı yanlış parça envanteri üretebilir.

6. UYGULAMA

6.1 UZEL Makine'nin Tanıtımı

UZEL, dünyanın önde gelen tarım makineleri 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 Makineleri Ünitesi, aynı zamanda başarılı bir ihracat grafiği çizmektedir. Tarım Makineleri 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 Makineleri Ünitesi, pazardaki başarısını müşterileriyle ortaklaşa yürüttüğü tasarım çalışmalarıyla geliştirdiği ürün kalitesine, güçlü servis ve dağıtım ağına borçludur. Tarım Makineleri 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.

6.2 UZEL Makine'nin 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 sınaî 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. İstigal konusu olarak ise, "Şirket, otomobil makası ve otomobil aksamı imalatıyla yedek parça imalatı ve her türlü sınaî ve ticari faaliyetle istigal 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 makineleri, İtalyan Rimeco firması ile pancar hasat makineleri 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 Makineleri Ünitesi, Londra merkezli tarım makineleri konusunda Avrupa'nın önde gelen enformasyon ve 2. el tarım makineleri 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.

Motor üretimi, UZEL'in ana iş alanlarından biridir. Avrupa'nın konusunda lider markası Deutz ile ortak olunur.

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

- Tarım Makineleri
- Otomotiv Sistemleri
- Motor
- Kapital [7]

6.3 Uzel Makine’de Uygulama

6.3.1 Motor kaputu ve İlgili Öğeler Hakkında Genel Bilgiler

Motor kaputu, traktör için çok önemli bir bölüm olup her traktör için bir tane gereklidir. Kaput için proses lazerden, pres, sac (Şekil 6.1) ve montajdır. Şekil 6.2’de kaputun resmi görülmektedir. Kaput,sağ yan, sol yan ve üst panellerin birleşiminden oluşmaktadır. Gri renkli yer, kaputun ön kısmı olup (Şekil 6.3), kaputun geneli kırmızı renktedir. Paneller birleştirildikten sonra üzerine marka (Massey Ferguson) ve model (240) etiketi yapıştırılmaktadır. Şekil 6.4 kaputun montaj alanına doğru hareketini göstermektedir. Şekil 6.5’ te traktörün kaput montajından önceki hali ve Şekil 6. 6’da kaput montajından sonraki hali gösterilmiştir. Kaputun montajından sonra traktöre tekerlekler eklenmek üzere montaj hattı devam etmektedir (Şekil 6. 7). Son olarak Şekil 6.8’ de kaput stok alanı gösterilmiştir.

6.3.2 Motor Kaputuna Ait Fotoğraflar



Şekil 6.1 Sac atölyesinde hammadde



Şekil 6.2 240 model traktör için kullanılan kaput



Şekil 6.3 Kaput ön kısım



Şekil 6.4 Kaputun montaj alanına doğru hareketi



Şekil 6.5 Kaput-traktöre montajdan önce



Şekil 6.6 Kaput-traktöre montajdan sonra



Şekil 6.7 Kaputun montajından sonra hat devam ediyor



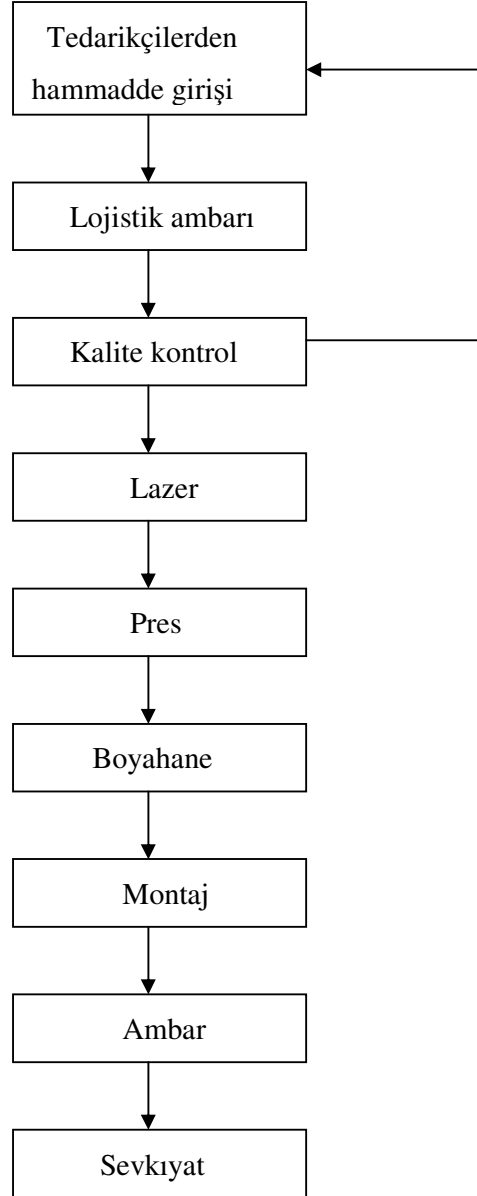
Şekil 6.8a ve 6.8b Kaput stok alanı



Şekil 6.9 Kaput ve üzerinde çalışan bir operatör

6.3.3 Tüm Fabrikada Kaput İş Akış şeması

Fabrikada kaputa ait iş akış şeması şekil 6.10’da gösterilmiştir.



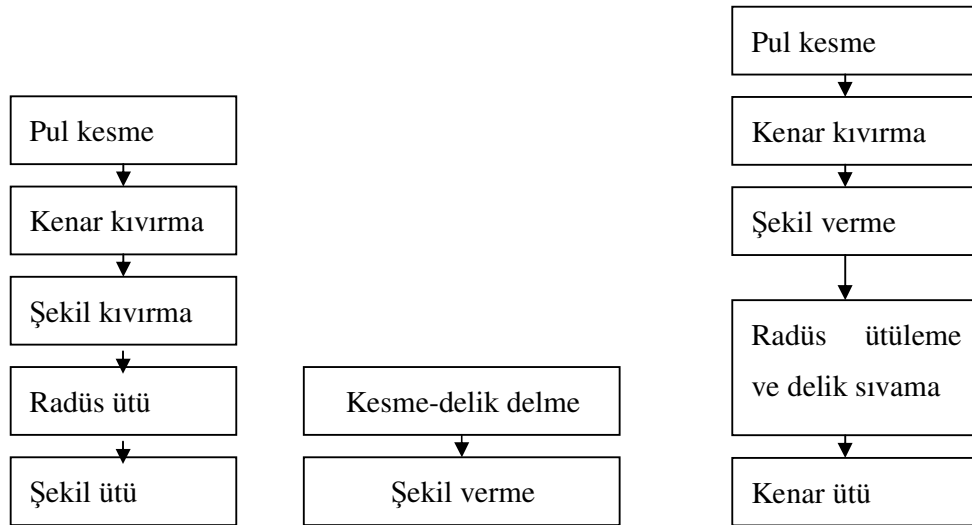
şekil 6.10 Kaput iş akış şeması

6.3.4 Atölyelere Göre İş Akışları

6.3.4.1 Lazer Atölyesinde İş Akışı

Lazer bölümünde arada 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 seferlik ve tek kerelik işlem olarak yapılır. Her bir kaput modeli lazer atölyesinden geçmez, birkaç istisna vardır. Lazer işlemi diğer atölyelerdeki işlemlere göre daha sade ve daha basit bir işlemdir. Hazırlık ve sökme süreleri sıfıra yakın, üretim süresi de azdır. Lazerden sonra parça direk prese gider.

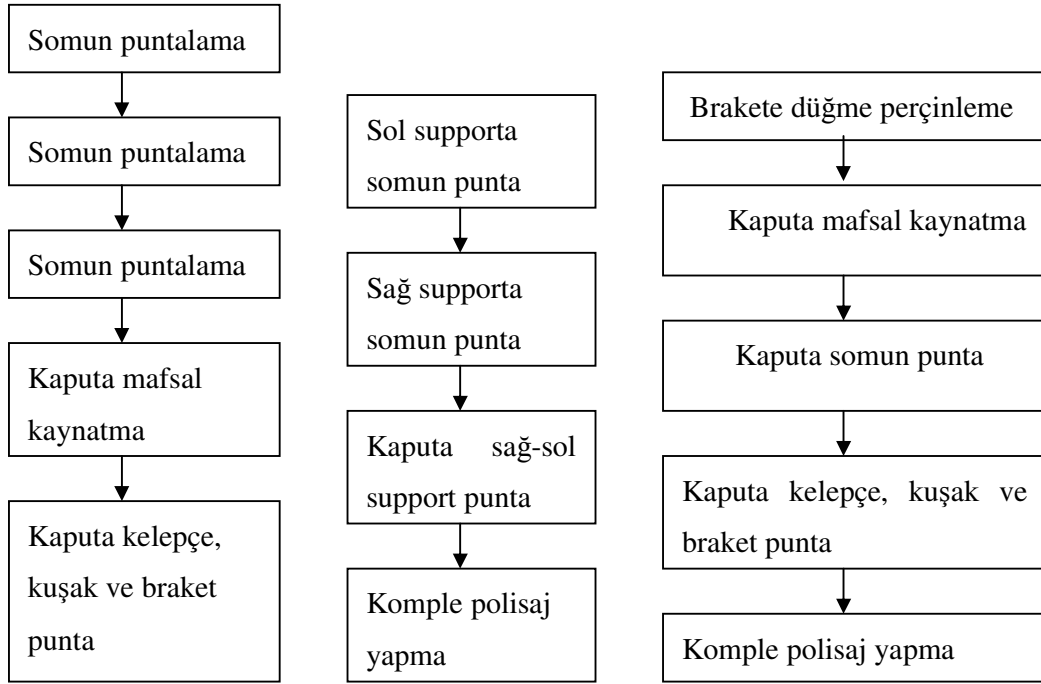
6.3.4.2 Pres Atölyesinde İş Akışı



Şekil 6.11 Pres atölyesinde 3 değişik modele ait iş akışı

14 model kaputun iş akışları bu üç şekildeki gibi değişmektedir. Görüldüğü gibi kesme, delme ve şekil verme ortak işlemlerdir (Şekil 6.11).

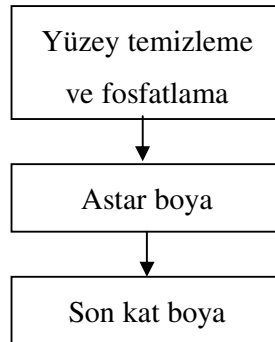
6.3.4.3 Sac Atölyesinde İş Akışı



Şekil 6.12 Sac atölyesinde 3 değişik modele ait iş akışı

Sac atölyesinde işlemler diğer atölyelere daha karmaşık bir yapı sergilemektedir. Modellerde yine ortak işlemler vardır. Bunlar; çeşitli puntalama işlemleri ve polisaj yapma gibi işlemlerdir (Şekil 6.12)

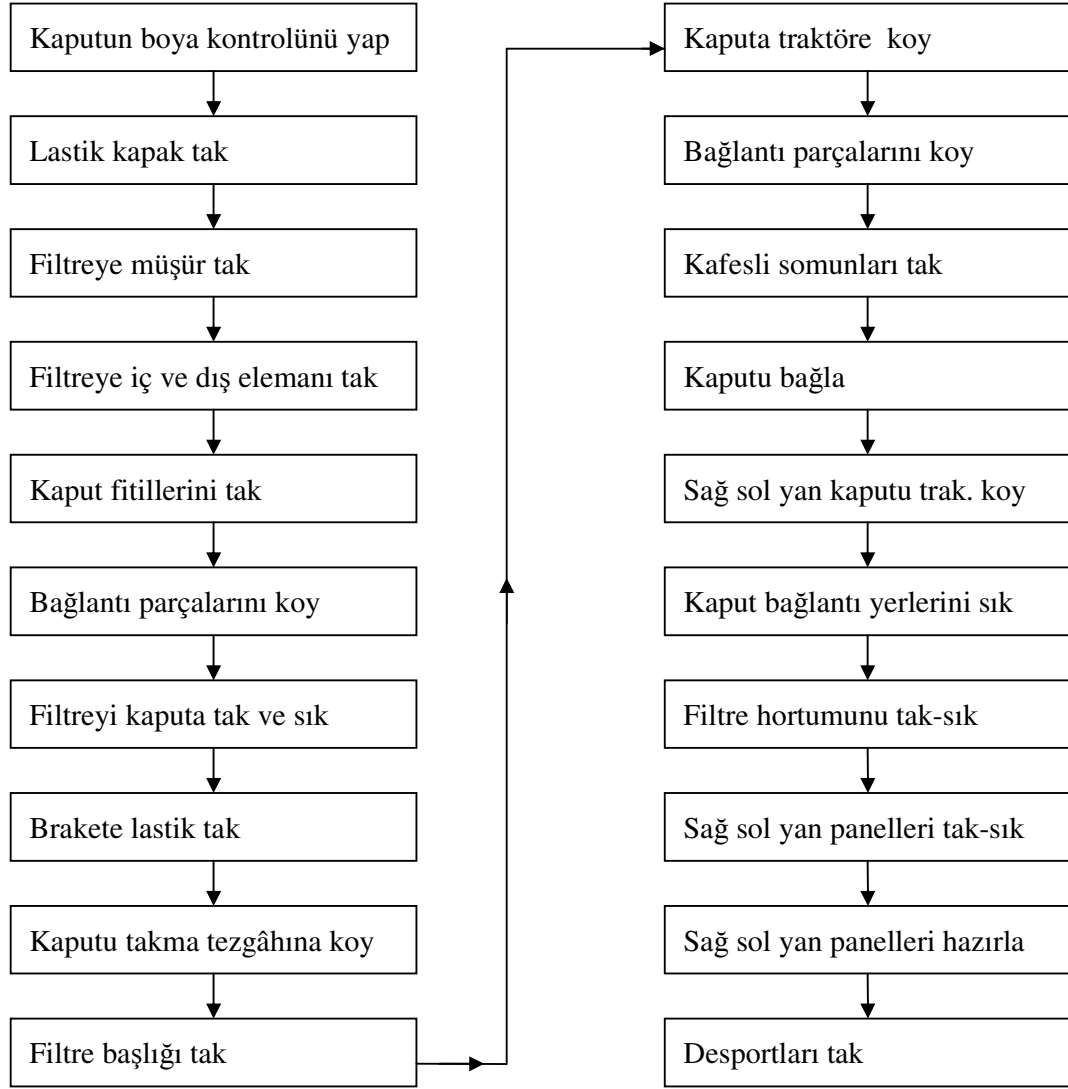
6.3.4.4 Boyahane Atölyesinde İş Akışı



Şekil 6.13 Boyahane atölyesinde iş akış şeması

Boyahanedeki işlemler 3 basamaktan oluşmaktadır ve tüm modeller için aynı işlemler yapılmaktadır (Şekil 6.13).

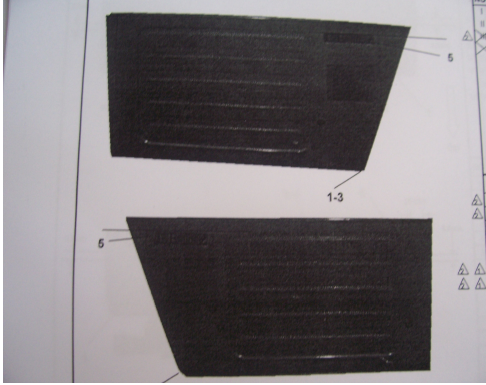
6.3.4.5 Montaj Atölyesinde İş Akış



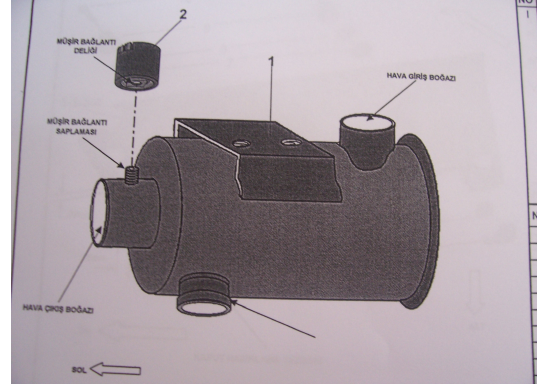
Şekil 6.14 Montaj atölyesinde bir modele ait iş akış şeması

Montaj atölyesinde iş akışı küçük küçük sok sayıda operasyonun birleşmesinden oluşmuştur. Değişen traktör modellerine göre proseslerde de bir takım değişiklikler olmasına rağmen genel iş akışını bu şekilde gösterebiliriz (Şekil 6.14). Şekil 6.15'te ise kaputa ait bazı işlemler

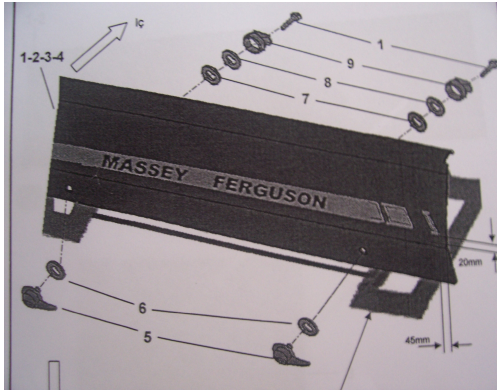
gösterilmiştir.



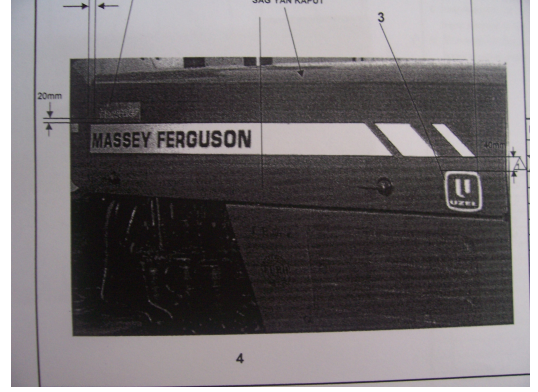
Kaput yan panelleri



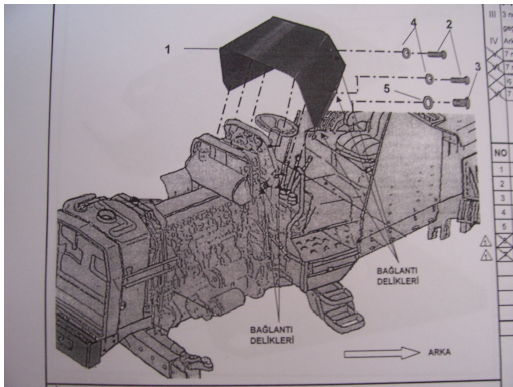
Hava filtresine müşir takma



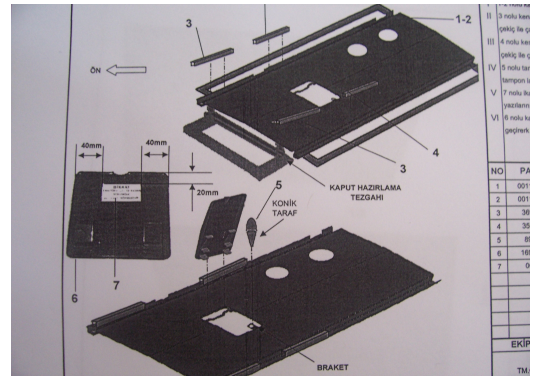
Yan kaput etiketlerini yapıştırma (sağ)



Yan kaput hazırlama (sağ)



Kaput ilave takma



Kaput kompleksine kare kapak takma

Şekil 6.15 Kaputa ait bazı işlemler

6.3.5 Mevcut Durum Haritasının Çizilmesi

Uzel A.Ş.'de 14 model kaput olup, yılda ortalama 20000 ton kaput Uzel için kullanılmaktadır. Uzel A.Ş kaputlar için iki tedarikçi ile çalışmaktadır. Hammadde tedarikçisi Ereğli Demir-Çelik ve Borçelik firmaları olup, Ereğli Demir-Çelik'ten siparişler, para ödendiğinden 3 ay sonra, Bordemir'den ise 10 gün içinde gelmektedir. Ana tedarikçi olan Ereğli Demir-Çelik'e, 2 aylık tahmini siparişler ve 3 haftalık kesinleşmiş siparişler gönderilmektedir. Kaput hammaddeleri tedarikçilerden haftada bir alınmaktadır.

Tedarikçilerden gelen sac hammaddeleri, önce ambara, daha sonra kesilmek üzere lazer bölümüne, daha sonra kenar kıvrırma ve şekil verme işlemleri için prese, oradan puntalama işlemleri için sac atölyesine, astar ve son kat boya yapılması için boyahaneye ve çeşitli küçük bileşenlerin monte edilmesi için montaja gönderilir.

Ayda 20 iş günü vardır. Lazer 2 vardiya, pres 2 vardiya, sac 1 vardiya, boyahane 2 vardiya, özel durumlarda 1 ve 3 vardiya, montaj ise 1 vardiya fakat parça eksikse 2 vardiya olarak çalışmaktadır. Operatörler normal vardiya çalıştıklarında haftada 5 gün, vardiyalı çalıştıklarında cumartesi de dâhil olmak üzere haftada 6 gün çalışmaktadır.

Normal çalışma saati 7:30-17:30, 2 vardiyalı çalışma zamanı 07:30-15:30, 15:30-23:30 ve 3 vardiyalı çalışma zamanı 07:30-17:30, 15:30-23:30 ve 23:30-07:30 olmaktadır. Herhangi bir vardiyada 60 dk yemek ve 10 dk'lık 2 adet çay molası vardır. Buna göre toplam çalışma zamanı 460 dk dır.

Uzel SAP programı kullanmakta ve stoklar bu programdan takip edilebilmektedir. Sac atölyesinde ambara 1 hafta sonrasının stoğu konur. Traktörler kendilerine ait özel sehparlarla sactan çıkan malzemeyi boyahane taşır. Boyahaneye uğramadan direk montaja giden parça sayısı çok çok azdır. Lojistik departmanı aylık talep tahminlerini günlük çizelgelere çevirmektedir.

Emniyet stokları; lazer pres arası 0, pres ve sac arası 3 günlük stok yani 240 adet, sac ve boyahane arası 0 dır. Eşgüdümlü çalışan atölyeler arasında emniyet stoğu bulundurmaya gerek yoktur.

Lazer ve pres atölyeleri eş güdümlü olarak çalıştığından, bu iki atölye arasında emniyet stoğu tutmaya gerek görülmemiştir. Pres ve sac da aynı şekilde çalışmakta ve emniyet stoğu

bulundurulmamaktadır. Pres ve sac arasında ise son kararlara göre 3 günlük yani 240 adet emniyet stoğu tutulmaktadır.

Çizelge 6.1’de pres ve sac için 3 aylık ortalama günlük stok verilmiştir. Stoklar lazer için de aynı şekilde hesaplanmıştır.

Çizelge 6.1 Ortalama günlük stok değerleri

MALZEME NO	EYLÜL-EKİM-KASIM ORTALAMA STOK	BİRİM		
0012400U93S	100,254	ADET	Sac atl.	Pres atl.
0012199U2P	106,956	ADET	100,254	106,956
00113724U91S	0	ADET	0	10,374
00113725U1P	10,374	ADET	27,791	17,56
00113652U91S	27,791	ADET	29,166	77,45
00113653U1P	17,56	ADET	25,371	104,902
0019166U91S	29,166	ADET	18,725	104,902
0019165U1P	77,45	ADET	6,32	86,043
0018151U91S	25,371	ADET	6,32	30,703
0017512U1P	104,902	ADET	0,462	4,352
0018228U91S	18,725	ADET	9,375	86,043
0017512U1P	104,902	ADET	2,923	104,902
0018150U91S	6,32	ADET	5,846	12,824
0017018U1P	86,043	ADET	26,495	29,803
0012746U92S	6,32	ADET	3,429	2,725
0012747U2P	30,703	ADET	262,477	779,539
00113526U91S	0,462	ADET		
00113527U1P	4,352	ADET		
0016888U93S	9,375	ADET		
0017018U1P	86,043	ADET		
0017513U93S	2,923	ADET		
0017512U1P	104,902	ADET		
0013484U92S	5,846	ADET		
0013483U2P	12,824	ADET		
1672659T92S	26,495	ADET		
1672554T2P	29,803	ADET		
0015381U91S	3,429	ADET		
0015558U1P	2,725	ADET		

Güvenirlilik oranı = (Gerçek operasyon süresi-Takım değiştirme süresi)/Gerçek operasyon süresi

Buna göre gerçek operasyon olmayan süreler Uzel A.Ş. dökümanlarına göre şöyledir:

1. Planlı duruşların nedenleri: Temizlik (5S temizliği, ekstra temizlik), bakım, çay molası, eğitim, prosese parametreleri ölçümü/ayarları, idari (kalite geliştirme toplantısı, bilgilerin kaydı), izin (gün içinde alınan kısa üreli izinler), geliştirme/numune deneme çalışmaları, programlama (CNC tezgâhına yeni program girmek için) ve diğerleri

2. Plansız duruşların nedenleri: Kalıp/aparat değişimi için harcanan zaman, kalıp tashihi, forklift bekleme (kalıp bağlama /sökme), kalibrasyon (ölçü aletlerinin kalite kontrolde ölçümü), test için çalıştırma (tezgah, kalıp, malzeme), programlama (CNC tezgah programının düzeltilmesi), takım değiştirme ve dönüşüm (aparat, kalıp ve punt açlarının değişimi), tezgahlarda arıza (mekanik, elektrik, tesisat)

3. Küçük duruşların 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, 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

Bunlardan temizlik 5 dk, çay molası 20 dk, bakım 7 dk, idari 7 dk, proses parametreleri ayarı 3 dk, aparat değişimi için harcanan zaman 5 dk, takım değiştirme ve dönüşüm 5 dk, operatör yokluğu 14 dk, ve taşıma 25 dk olarak ölçülmüştür.

Mevcut durum üzerinde makine güvenilirlik oranı tüm bunlar dikkate alınarak hesaplanmıştır.

Takt süresi = Net çalışma süresi/Günlük Talep

Net çalışma süresi=[(9*60)-60(yemek süresi)-20(10 dk lık 2 çay molası)]=460 dk

Günlük talep=80

Buna göre takt süresi=460/80=5,75 dk

Her bir atölye için C/O kalıp değiştirme zamanları saptanmıştır. Mevcut durum haritası üzerinde çevrim zamanları, kalıp değiştirme zamanı, makine güvenilirlik oranı, vardiya sayısı, günlük stoklar ve değer katan zamanlar gösterilecektir. Çizelge 6.2’de mevcut durum haritasına ait veriler verilmiştir.

Çizelge 6.2 Mevcut durum haritası için değerler

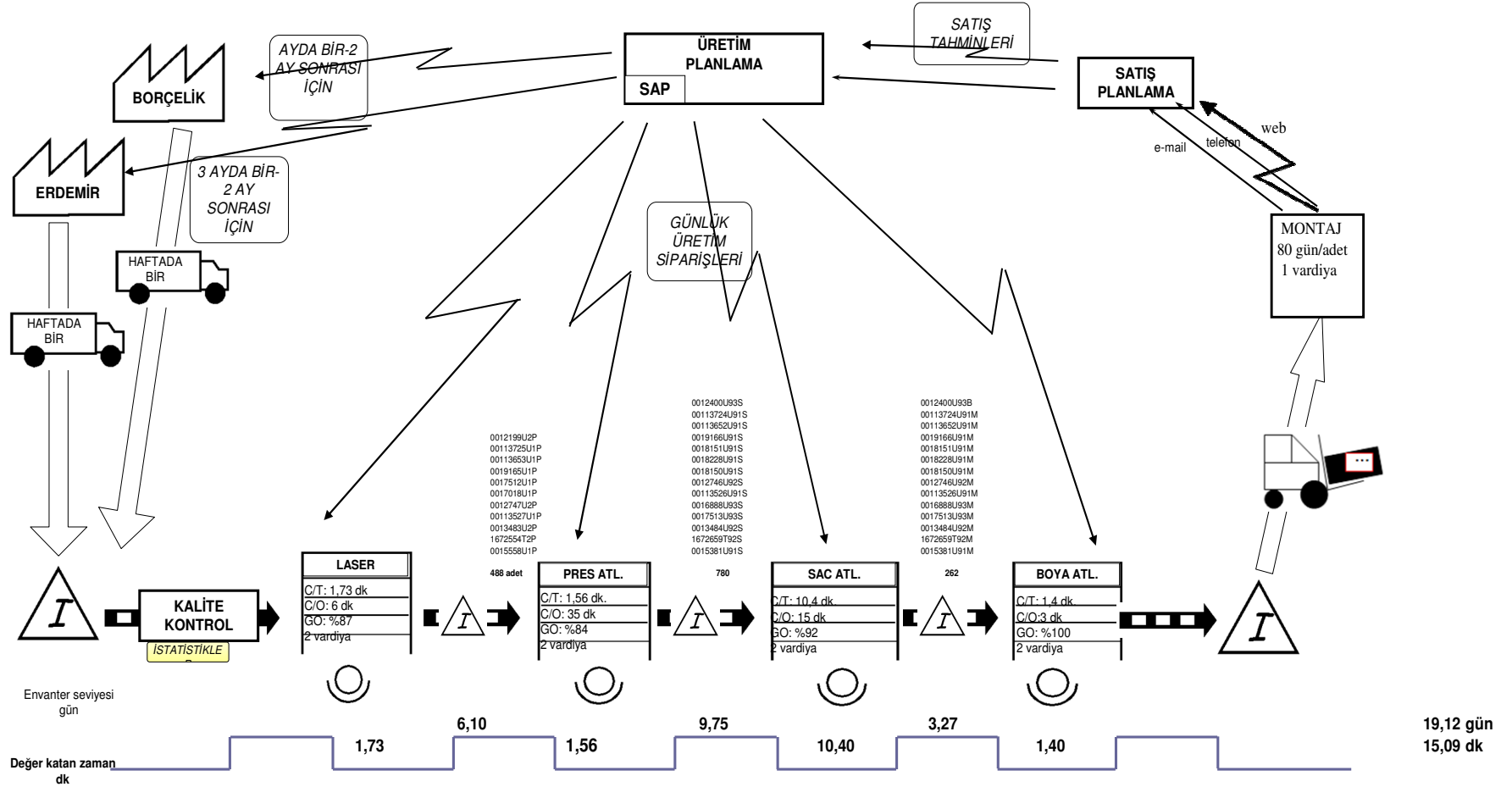
	Lazer atl.	Pres atl.	Sac atl.	Boya atl.
Çevrim süresi	1,73	1,56	10,4	1,4
Hazırlık süresi	0	59	24	0
Sökme süresi	0	27	12	0
Makine güvenilirlik oranı	87%	84%	92%	100%
Çalışma süresi	920	920	920	920
Vardiya	2	2	2	2
Stok	488	780	262	61

Kaputa ait 14 model var demiştik; yalnız şunu belirtmek gerekir ki, 11 model pres işlemine girmekte ve burada farklılaşarak sac atölyesine 14 model olarak girmektedir. Sac atölyesinde bir farklılaşma olmaz ve boyahanede aynı 14 model işlem görür.

Fabrikada genel olarak itme sistemi uygulanmaktadır

Stok en büyük israfımız olduğunu göre, gelecek durumda stokları minimize etmeye çalışacağız. Bunun yanında kaput parçasına değer katmayan işleri belirleyip bunları yok etmek durumundayız.

Kaput mevcut durum haritası, tedarikçilerden malzeme tedariki ile kaputun sevkıyatı arasındaki kapıdan kapıya akışı anlatmaktadır.



Şekil 6.16 Mevcut durum haritası

6.3.6 Gelecek Durum Haritasının Çizilmesi

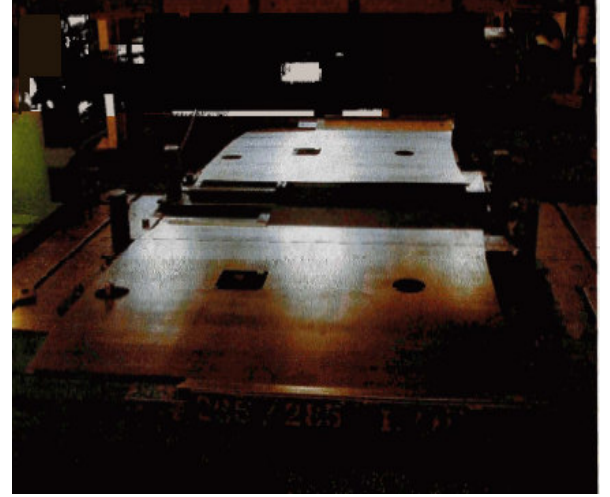
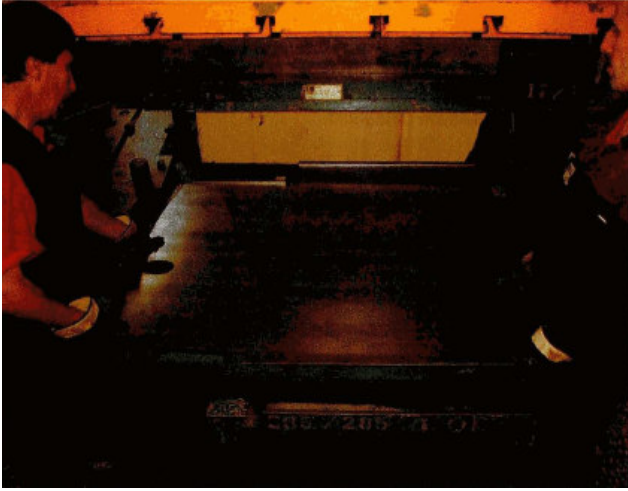
6.3.6.1 Gerçekleştirilen İyileştirmeler

Hücre 3'te tezgâhlar hücresel çalışma sistemine uygun değildir. Tezgâhların yönleri, kaput ve yan panel komple sayılarının çoğalması yüzünden operasyon süreleri arasında geçiş uzun olmaktadır. Hücrede düzenleme yapılması gerekmektedir. Yapılan iyileştirmeler ile hücre 3, U hücresi haline getirilerek seri imalata uygun hale getirilmiş ve 5S kurallarına göre düzenlenmiştir (Şekil 6.17).



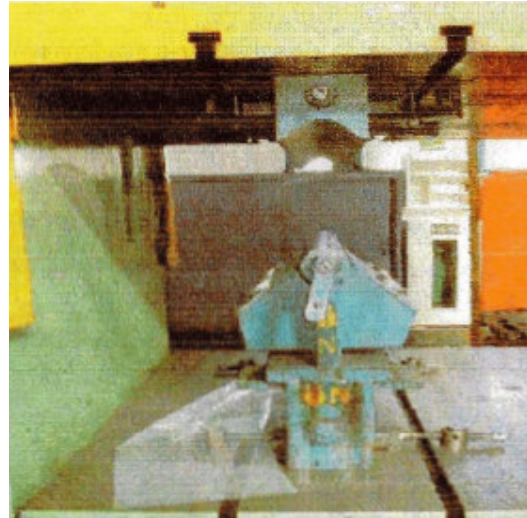
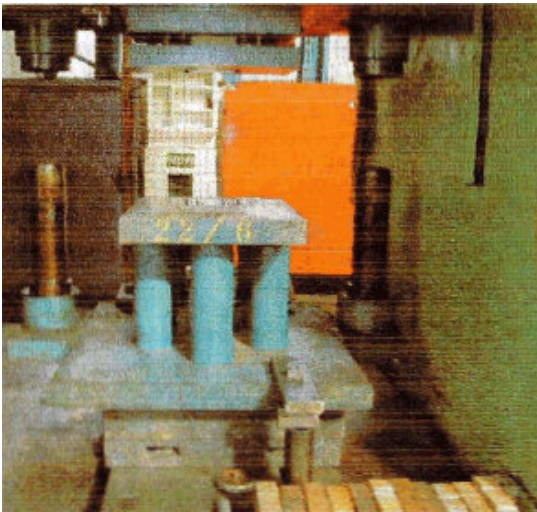
Şekil 6.17 Eski ve U hattına dönüştürülmüş kaput hücresi

Başka bir konu 1672962M3P, 1672963M3P, 0014052U1P, 0017707U1P nolu kaput saclarının üretim sürelerinin uzun olmasıdır. Çünkü prosesler arası taşıma ve ara stoklar fazla, parçaların üretim süreleri yüksektir. Kalıpların alt/üst tabla yükseklikleri ayarlanıp tek tezgâha bağlanarak operasyonların birleştirilmiştir. Bu birleştirmeden sonra taşıma elimine edilip zaman tasarrufu sağlanmıştır (Şekil 6.18).



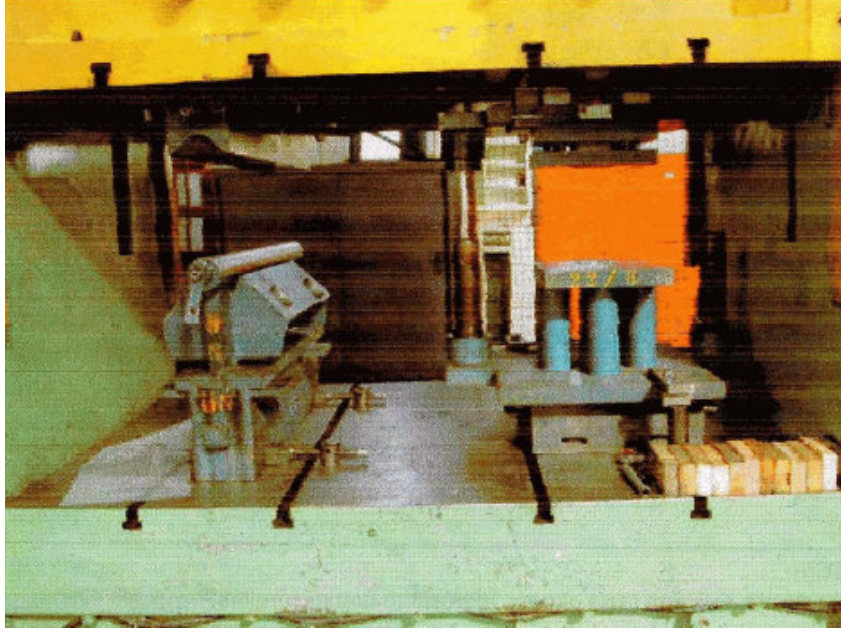
Şekil 6.18 Operasyonlar birleştirilmeden önce ve birleştirilmeden sonra

1672962M3P, 1672963M3P, 0014052UIP, 0017707U1P, 022199U2P, 0012600U1P nolu kaput saclarının üretim süreleri çok uzundur. Bu kaput saclarının radyüs kapama ve kare delik sıvama operasyonlarının farklı tezgâhlarda ayrı çalışanlarca yapılmaktadır (Şekil 6.19)



Şekil 6.19 Ayrı tezgâhlarda işlenen kaput

Problemin kaynağı prosesler arası taşıma ve ara stokların fazla olması, parçaların üretim sürelerinin yüksek olmasıdır. Kalıpların alt/üst tabla yüksekliklerinin ayarlanması ile radyüs kaplama ve kare delik sıvama tek tezgâha bağlanarak 70 ve 80 nolu operasyonların birleştirilmesi sağlanmıştır. Böylece zaman tasarrufu sağlanmış, operasyonlar arası taşıma elimine edilmiştir. 1 adet setup süresi elimine edilmiştir (Şekil 6.20).

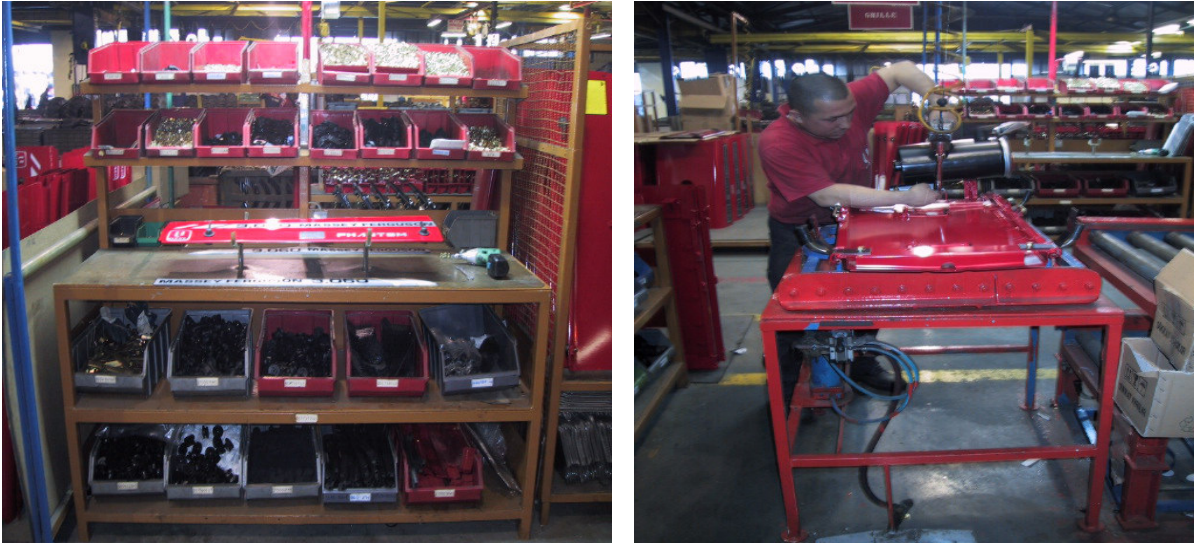


Şekil 6.20 Birleştirilen tezgâhlarda işlenen kaput



Mevcut tezgâh ile kaputların hazırlanması esnasında çizilme oluşmakta ve kaputların aktarımı esnasında montaj güçlüğü yaşanmaktadır. Mevcut durum şekil 6.21’de gösterilmiştir. Problemin kaynağı, mevcut tezgâhın deforme olması ve face lift traktörlerin devreye alınmasından sonra ihtiyaca cevap verememesidir. İyileştirme faaliyetindeki hedef, mevcut tezgâhın revize edilmesi ve kaput etiketinin yapışma işlemi için aydınlatmalı tezgâhının yapılmasıdır. İyileştirilmeden sonra düzenli bir ortam ve montaj kolaylığı sağlanmıştır (Şekil 6.21).

Şekil 6.21 Çizilmeye uğrayan kaputlar



Şekil 6.22 İyileştirilmeden sonra çizilme olayı kalkıyor

İyileştirmeden sonra Kaputların çizilme riski ortadan kaldırılıp; düzenli bir ortam ve montaj kolaylığı sağlanmıştır. İyileştirilen durum Şekil 6.22’de gösterilmiştir.

Yan kaput hazırlama ve bağlantı parçaları stoklama tezgâhı yetersizdir. Mevut durum, 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 olmayışıdır. 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.

Başka bir problem kaput çevre fitili stoklama yerinin olmamasıdır. Mevcut durumda kaput, çevre ilave kaput rafı üzerinde stoklanmaktadır. Problemin kaynağı kaput çevre fitili stoklama alanı olmamasıdır. Bunun için bir adet stok rafı yapılması uygun görülmüştür. Böylece uygun stoklama sağlanmış, dağınıklık önlenmiştir. Mevcut durum (solda) ve gelecek durum(sağda) şekil 6.23’te gösterilmiştir.



Şekil 6.23 Stok alanına koyulamayan kaput (sol), stok alanındaki kaput(sağ)

Yan panellere etiket yapıştırma sırasında aydınlatma yetersizdir, bu yüzden kontrolü düzgün olarak yapılamamaktadır. Önlem olarak ilave lokal aydınlatma yapılması düşünülmüştür. Lokal aydınlatma tesisatının yapılması ile ortam daha aydınlık olmuş; yan panellere etiket yapıştırılması esnasında boya kontrolü tam olarak yapılmaya başlanmıştır (Şekil 6.24).



Şekil 6.24 İlk durumdaki iş alanı (sol), aydınlatılan iş alanı (sağ)

6.3.6.2 Genel Öneriler

Yalın üretimin temel prensibi, gerekli parçaların gereken miktarlarda ve gerektiği zamanda

israf yaratan faaliyetler olmadan üretilmesidir. Bu prensibi yerine getirebilmek için takt zamanının bilinmesi gerekmektedir. Takt zamanı, satış hızına bağlı olarak müşteri ihtiyacını karşılamak için bir ürünün üretileceği zaman aralığıdır. Üretim hızı takt zamanından yüksek olduğu zaman envanter birikecek, aksine; üretim daha yavaş olduğu zaman ise müşteri talebi karşılanamayacaktır. Takt zamanı, vardiya başına müşteri talep hızının, vardiya başına kullanılabilir çalışma süresine bölünmesiyle hesaplanmaktadır (Birgün, Gülen ve Özkan, 2006).

Uzel A.Ş. için takt süresi: $860/80 = 10,75$ dk dır. Yani müşteri her 10,75 dk da bir kaput talep etmektedir.

Stok israf demiştik, buna göre; tedarikçilerden minimum stok oluşturacak şekilde hammadde alınması gerekmektedir. Siparişler tedarikçilerden haftada bir geldiğine göre, bir haftalık stok elde bulunmaktadır. Bu yüzden tedarikçilerin siparişleri getirme sıklığını arttırıp elde bulundurulmuş stok azaltılmalıdır. Tedarikçiler daha sık ama daha az miktarlarda ürün getirilmeye ikna edilmelidir. Örneğin; hammadde haftada bir yerine iki kere tedarik edilebilir. Bu stok tutma süresini 3 güne indirecek ve 1 haftalık elde tutulan stoğa göre daha az maliyet getirecektir.

Tedarikçilerle **milk run** çalışması yapılabilir. Milk run adından da anlaşılacağı gibi süt yolu veya sütçü yolu anlamına gelmektedir. Bir sütçünün arabasına doldurduğu sütleri dağıtım noktalarına dağıtması ve dönüşte boşları alarak tekrar tesisine dönmesidir. Daha genel anlamıyla söyleyecek olursak bir üreticinin belirli bir mantık çerçevesinde belirlenen tedarikçilerden malzemelerini toplaması, toplanan malzemeleri üretici firmanın tesisine getirmesidir. Araç tekrar toplamaya giderken ise geri dönüşümlü ambalajları veya iadeleri üreticiden alıp tedarikçilere dağıtmasıdır. Bu sistemde zincir üyeleri taşıma faaliyetlerini kendileri planlamayacak, milk run sisteminde tanımlanan süreçte dâhil olacaklardır. Sistemde görülen en büyük fayda her bir tedarikçinin ayrı ayrı taşımayla uğraşmasından kaynaklanan maliyetlerin bir havuzda toplanması ve elde edilen bu kaynakla Lojistik Hizmet Sağlayıcısının (3PL) masraflarının karşılanmasıdır. Ayrıca birlikte plan yapmaktan ve birlikte hareket etmekten elde edilecek kârın tüm zincir üyelerine belli oranlarda dağıtılması zincir üyelerinin bu sisteme dâhil olma isteğini arttıracaktır.

Pres çok ağır bir makine olduğundan yerini değiştirmek oldukça zordur ve fabrika kurulduğu zamandan beri yeri değiştirilmemiştir. Dolayısıyla üretim pres makinesine bağımlıdır. Pres atölyesindeki üretim, işçilik hazırlık ve sökme zamanlarını inceleyecek olursak, üretim ve

işçilik sürelerinin çok kısa olmasına rağmen, sökme, özellikle de hazırlık sürelerinin çok yüksek olduğunu görebiliriz. Uç ve kenar kıvrıma işlemleri çok zaman almaktadır. Bunlar üzerinde iyileştirmeler yapılabilir. Pres atölyesinde yapılacak olan **SMED** çalışması ile kalıplar ve bunların bağlanma biçimleri standart hale getirilebilir.

Sac atölyesinde hücreyel üretime geçilmiş ve çalışan sayısı 250'den 60'a düşürülmüştür. Bu düşüş hücreyel üretimle birlikte gerçekleşmiştir. Fabrika eski durumuna çok daha basit ve sade bir hal almıştır. Hücrelerde ara stokların taşınması operatörler tarafından hidrolik araçlarla yapılmaktadır. Taşıma 8'li olacak biçimde paletlerle yapılmaktadır. Ayrıca üretilecek paça 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 şifahen bildirmekte ve bu parçaların tedarik edilmesi sağlanmaktadır. Burada kurulan hücreyel üretim sistemi sürekli iyileştirilmeye devam edilmelidir. Bu da ancak **kaizen** sistemi ile gerçekleştirilebilir. Hiçbir sistem kusursuz çalışmaz fakat kusursuza yaklaştırılmaya çalışılır. İnsan faktörünü de unutmamak ve her çalışmanı gelişme faaliyetlerinin içine katmak gerekir.

18.05.2007 tarihinde montaj hattında duruşa tanıklık edilmiştir. Bu gibi durumlar için görsel kontrolün zayıf noktaları tespit edilmeli ve operatörün bu noktaları görmesi sağlanmalıdır. Uzel montaj hattı bünyesinde “**görsel kontroller**” artarak, zaman kaybından doğacak maliyetler dolayısıyla da israflar önlenecektir.

Montaj bölümünde 9 numaralı hücre kaputa ayrılmıştır. Montajda 3050-60-543-563 traktörlerin kaput yan panel ve alt paneller özellikle sol taraftaki üst üste bindiği ve ayarı aşırı derecede zor olduğu gözlenmiştir. Bu sorunun giderilmesi için 001734TU1 ve 0017585491 braketlerin radyatör bağlantıları öne-arkaya değil de aşağı yukarı olması gerekmektedir. Böylece ayar 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 sehpası komple gevşetilerek 25 dk bu uyum ancak sağlanabilmektedir. 240 kaputlarda kullanılan 0012376U2M lastiğinin benzeri bir lastik kullanılarak bu buyum sorunu ortadan kaldırılmıştır. Yan paneller de açıklık kapatılarak ve 16890231M1 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.

Makinelerin arızalanmalarına önlenmesi, yıpranmalarının gecikmesi için tüm fabrikada **Toplam Verimli Bakım** (TPM) anlayışı da geliştirilmelidir. Makine operatörleri, kullandıkları ekipmana sahiplenme duygusu kazanırlar. Makineleri iyi çalışma koşullarında tutmak onları motive eder. Toplam bakımda, çalışanın katılımı gereklidir. Bunlar sağlandığında, operatörün makineyle daha iyi bir uyum içersinde çalışması ve arızalar karşısında daha tecrübeli olması sağlanacaktır.

Taşıma, arama, bekleme gibi sürelerin azaltılması bakımından 5S kuralları oldukça önemlidir. Fabrikada 5s kurallarına gösterilen özenin devamı sağlanmalıdır (Şekil 6.25).



Şekil 6.25 5S kurallarına göre sınıflandırma

Fabrika itme sistemine göre çalışıyor demiştik; oysa son proses olan boyahaneye göre belirlenecek olan bir üretim çizelgesi ile, tüm proseslere çizelgeleme gönderilmesi gereği ortadan kalkar. Buna göre sac ve montaj arasında kanban sistemi kurulmalıdır. Yani çekme sistemi esaslı bir düzen tasarlanmalıdır.

6.3.6.3 Kanban Sistemi Kurma Önerisi

Gelecek durum için temel önerilerden biri kanbandır. Kanban sistemi kurulumu için daha önce sabit yeniden sipariş miktarlı üretim kanbanı için belirttiğimiz şu formülü kullanacağız.

$$\text{Tek kanban çevrimi boyunca tüketilen parçalar} = \frac{\text{Ortalama talep}}{\text{Her kaptaki parça sayısı}} \times (1 + \alpha) \times \text{Kanban çevrim süresi}$$

α = güvenilirlik katsayısı

Talep ve çevrim süresi değişkenliğine karşı genellikle %10 alınır. Güvenirlilik katsayısını bizim tasarımıımız için %12 (1,2) olarak alacağız.

$$\text{Kanban sayısı} = \frac{\text{Bir kanban çevrimi boyunca tüketilen parçalar}}{\text{Her kaptaki parça sayısı}}$$

$$\text{Kanban sayısı} = \frac{\text{Ortalama talep} \times (1 + \alpha) \times \text{Kanban çevrim süresi}}{\text{Her kaptaki parça sayısı}}$$

$$\text{Kanban çevrim süresi} = \text{Teslim alma kutusunda kanban bekleme süresi} + \text{sipariş kutusunda kanban transfer süresi} + \text{sipariş kutusunda kanban bekleme süresi} + \text{parti işlem çevrim süresi (içsel hazırlık süresi + işleme süresi + hücre içi bekleme süresi)} + \text{hücre çıkış alanındaki süpermarkete kabın transfer süresi} + \text{hücre çıkış alanındaki süpermarkette kap bekleme süresi}$$

Burada örnek olarak sac-boyahane arası kanban kurulumu anlatılacaktır. Pres-sac ve lazer-pres arası kanban hesabı Excel’de hesaplanmış ve çizelge 6.6’da verilmiştir. Pacemaker proses boyadır.

Pareto analizine göre talebin %80’ini 3 model oluşturmaktadır. Bu modeller, 0012746U92S, 0013484U92S, 1672659T92S modelleri olup, talepler sıra ile 14, 20 ve 30’dur. Bu modeller için sıra ile hesaplamalar yapacağız. 0012746U92S modeli için hesaplamalar açıkça gösterilmiş, diğer modeller için excelde yapılan hesaplamalar verilmiştir.

0012746U92S modeli için (Boyahane ve sac arası)

Öncelikle kanban kartlarını toplayıp dağıtan bir “örümcek adam” atıyoruz. Bu adam vardiya başına 3 kez dolaşmaktadır. Bir vardiya 9 saat çalıştığına göre 3 saatte bir kanbanları toplamaya çıkacaktır. Dolayısıyla teslim alma kutusunda kanbanların ortalama bekleme süresi basit bir matematiksel hesap ile 1,5 saat olmaktadır (Kanbanların hiç beklemediğini yani sıfır dakika beklediğini ve 3 saat beklediğini düşünürsek ortalama 1,5 olur).

Teslim alma kutusunda sipariş bekleme süresi=90 dk.

Sipariş kutusunda transfer süresi= 15 dk

Sipariş kutusunda kanban bekleme süresi= $13/2(\text{model sayısından}) * 88(\text{işlem süresinden}) = 572 \text{ dk}$

Parti işlem çevrim süresi= içsel hazırlık süresi+işleme süresi+hücre içi bekleme süresi

İçsel hazırlık=15 dk (tablodaki hazırlık süresinden)

İşleme süresi= ilk parça 21 dk, diğer 23 parça 2,9 dk oluşuna göre $21+23*2,9=87,7 \text{ dk}$

Hücre içi bekleme süresi=0 dk

Parti işlem çevrim süresi= $15+88+0=103 \text{ dk}$

Hücre çıkış alanındaki süpermarkete kanban transfer süresi=10 dk

Hücre çıkış alanındaki süpermarkette kap bekleme süresi=10 dk

Kanban çevrim süresi= $90+15+572+103+10+10=800 \text{ dk}$

Kanban sayısı= $[14*(1+0,2)*800]/24/920=0,61 \text{ adet}$

1 kanban kartı olarak alınır.

Çizelge 6.3'te kanban sayıları verilmiştir. Buna göre sac-boyahane arası 4 kanban, pres-sac arası 6 kanban ve lazer-pres arası 5 kanban kartı oluşturulacaktır. Bir kanban kartı 24 adet ürün üretme emri verdiğine göre stoklar sırasıyla 96, 168 ve 96 olacaktır. Kalan 11 modelin talebin % 20'sini oluşturduğunu ve bunların toplamı için bir kanban kartının gerekli olduğunu varsayarsak 24'er adet daha stok oluşacaktır. Toplam stok 120, 192 ve 120 olur. Günlük stok ise bu sayıların talebe(80) bölünmesiyle 1,5; 2,4 ve 1,5 bulunur.

6.3.6.4 Önerilen Kanban Kartları

Bir üretim kanbanı parça no, parça adı, kanban no gibi veriler içermelidir. Tasarlanan kanban kartları sırası ile şekil 6.26’da verilmiştir.

Parça no	0012746U92B	Operasyon
Parça adı	Kaput	Sac
Kap kod	B1	S-H3
Kanban no	1/1	

Parça no	0013484U92B	Operasyon
Parça adı	Kaput	Sac
Kap kod	B2	S-H3
Kanban no	1/1	

Parça no	1672659T92B	Operasyon
Parça adı	Kaput	Sac
Kap kod	B3	S-H3
Kanban no	1/2	

Parça no	1672659T92B	Operasyon
Parça adı	Kaput	Sac
Kap kod	B3	S-H3
Kanban no	2/2	

Parça no	0012746U92S	Operasyon
Parça adı	Kaput	Pres
Kap kod	S1	P-H6
Kanban no	1/2	

Parça no	0012746U92S	Operasyon
Parça adı	Kaput	Pres
Kap kod	S1	P-H6
Kanban no	2/2	

Parça no	0013484U92S	Operasyon
Parça adı	Kaput	Pres
Kap kod	S2	P-H6
Kanban no	1/2	

Parça no	0013484U92S	Operasyon
Parça adı	Kaput	Pres
Kap kod	S2	P-H6
Kanban no	2/2	

Parça no	1672659T92S	Operasyon
Parça adı	Kaput	Pres
Kap kod	S3	P-H6
Kanban no	1/3	

Parça no	1672659T92S	Operasyon
Parça adı	Kaput	Pres
Kap kod	S3	P-H6
Kanban no	2/3	

Parça no	1672659T92S	Operasyon
Parça adı	Kaput	Pres
Kap kod	S3	P-H6
Kanban no	3/3	

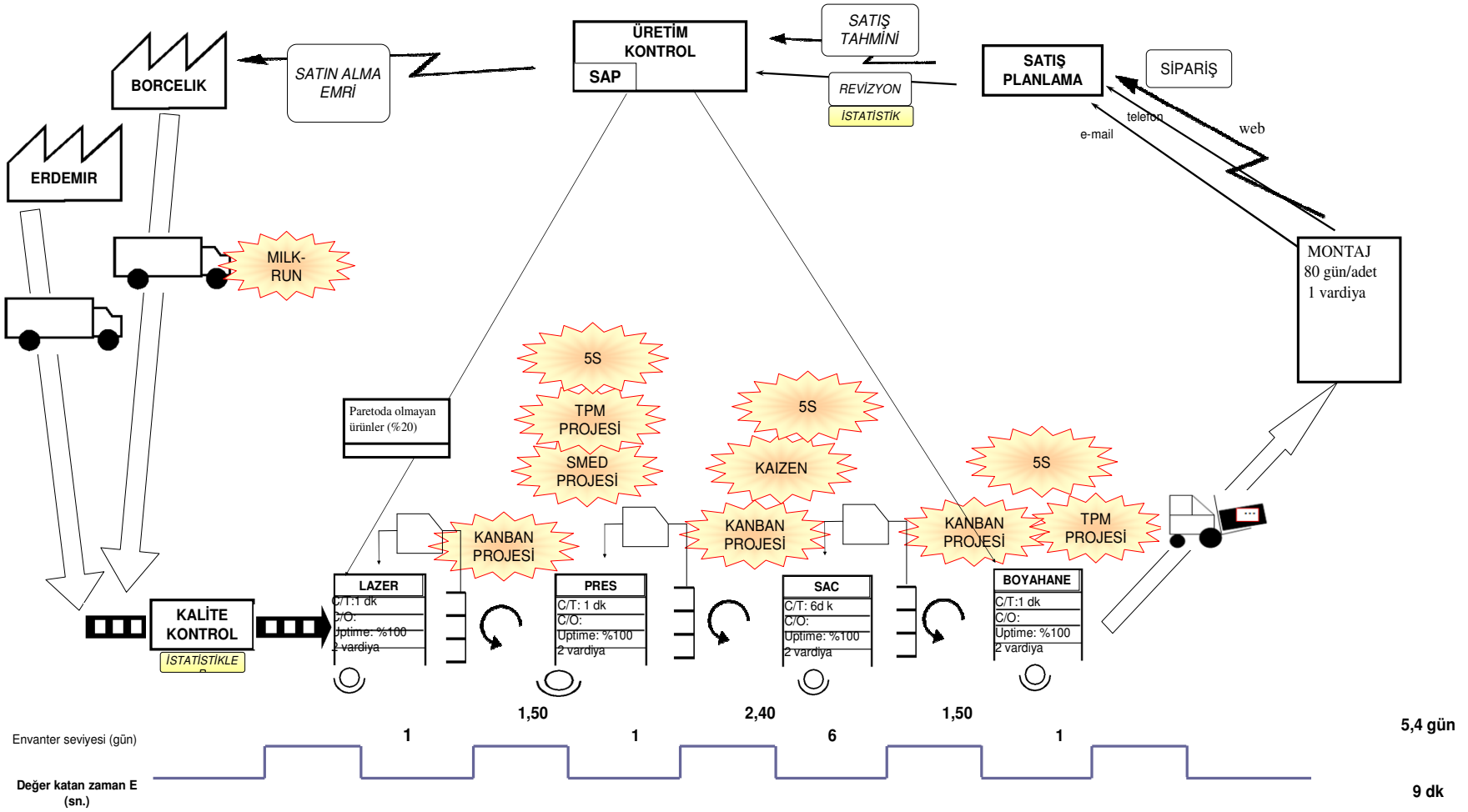
Parça no	0012746U92L	Operasyon
Parça adı	Kaput	Lazer
Kap kod	P1	P-HA
Kanban no	1/2	

Parça no	0013484U92L	Operasyon
Parça adı	Kaput	Lazer
Kap kod	P2	P-HA
Kanban no	1/2	

Parça no	1672659T92L	Operasyon
Parça adı	Kaput	Lazer
Kap kod	P3	P-HA
Kanban no	1/2	

Parça no	1672659T92L	Operasyon
Parça adı	Kaput	Lazer
Kap kod	P3	P-HA
Kanban no	2/2	

Şekil 6.26 Önerilen kanban kartları



Şekil 6.27 Gelecek durum haritası

6.3.7 Sonuç

Uzel A.Ş.’ de gerçekleştirilen bu uygulamada traktörlerin önemli bir parçası olan “kaput” ele alınmıştır. Kaput parçasının fabrika içinde geçtiği süreçler incelenmiş, fabrikanın mevcut durum haritası çizilmiş, gelecek durum için önerilerde bulunulup, kanban sistemi tasarlanmıştır. Haritada montaj müşteri, boyahane ise tetikleyici procestir.

Mevcut durum haritasına göre proses içi stoklar fazla görünmektedir. Yani firma fazla stokla çalışmakta, yaklaşık 19 günlük stoğu elde tutmaktadır. Amaç maliyetleri arttıran stokları minimize etmeye çalışmaktır. Çizelge 6.4’te mevcut durumdaki ve gelecek durumdaki stoklar verilmiştir. Lazer ve pres arasında 4,6, pres ve sac arasında 7,35 ve sac ile boyahane arasında 1,77 günlük bir azalma ve toplamda 13,72 günlük bir azalma sağlanmıştır. Bu, % 71 lik bir başarının sağlandığını göstermektedir.

Çizelge 6.4 Mevcut ve gelecek durum stok verileri

	Lazer-pres	Pres-sac	Sac-Boyahane	Toplam
Önce (stok)	6,1 gün	9,75 gün	3,27 gün	19,12 gün
Sonra (stok)	1,5 gün	2,4 gün	1,5 gün	5,4

Çizelge 6.5’te işlem zamanı verileri verilmiştir. Mevcut durumda toplam işlem süresi, başka bir deyişle toplam değer katan zaman 15, 11 dır. Bu rakamın yapılacak iyileştirmeler ile 9 dk ya düşürülmesi hedeflenmektedir. 5S, TPM, kaizen ve SMED çalışmaları sonucunda bu amaca ulaşılabileceği söylenebilir.

Çizelge 6.5 Mevcut ve gelecek durum işlem zamanı verileri

	Lazer	Pres	Sac	Boyahane	Toplam
Önce (zaman)	1,73 dk	1,56 dk	10,40 dk	1,4 dk	15,09 dk
Sonra (zaman)	1	1	6	1	9 dk

Her işletme gibi Uzel A.Ş.’nin de amacı kar olduğuna göre, firmanın maliyetleri düşürme yollarını araması gerekmektedir. Bu anlamda tasarladığımız kanban sisteminin süreç içi envanteri önemli derecede azalttığını dolayısı ile de stok bulundurmada kaynaklanan maliyetleri de önemli derecede azaltacağı aşikârdır. Sonuçlara göre yalın üretim felsefesinin amaçlarına ulaşılmıştır. Yalın düşünce üzerine bünyesinde çalışanlara sürekli eğitim olanağı sağlayan işletme, stoklara odaklanmalı ve yalın düşünce kapsamı altında faaliyetlerini gerçekleştirmeye devam etmelidir.

7. SONUÇ

Son yıllarda rekabetin gittikçe artmasıyla üzerinde çok fazla bahsedilen bir konu haline gelen yalın üretim, Türkiye’de 1990’lardan beri gündemde olup kurumsallaşmış firmalar tarafından uygulama alanı bulmuştur.

Yalın üretim firmalara maliyet tasarrufu ve rekabet avantajı sunmaktadır. Kaynakların sınırlı olduğu bir dönemde, tüketimin minimize edilip, tasarrufların mümkün olunabilecek en yüksek seviyede tutulması çok önemlidir.

Yalın üretim tekniklerinden biri olan değer akış haritalandırma, bir nevi fabrikanın resmini çekmektir. O an fabrikada var olan tüm proseslerin, kaynakların ve performansların olduğu gibi bir harita üzerinde gösterilmesidir. Mevcut durum üzerinde yapılacak bir ekip çalışmasıyla, hangi işlemlerin gereksiz olduğu, hangi işlemlerin değiştirileceği veya elimine edileceği, nerelerde iyileştirme sağlanabileceği saptanır. Tüm bu işlemler yapıldığında ürünü üretme süresi, dolayısı ile de çevrim zamanı kısılacaktır. Böylece müşterilere onlar almak istediği değer ve maliyette ürün yaratılacaktır. Değer akış haritalandırma sayesinde bu süreç kısalmış olacaktır.

Müşterilere en hızlı ve en esnek şekilde cevap verilmesi, müşterilerin firmaları tercih sebebidir. Tam zamanında üretim ise, istenen malın, istenen yerde, istenen zamanda ve istenen kalitede bulundurulması olduğuna göre, bu hızlı cevabın tam zamanında üretim sistemi ile karşılanması mümkündür. Tam zamanında üretimin mihenk taşı kanbandır. Kanban, bir üretim sistemini düzenleyip, stokları en azlamaya çalışan bir sistemdir.

Bu çalışmada, Türkiye’nin sektöründe önde gelen firmalarından biri olan Uzel A.Ş.’de, traktörün önemli bir parçası olan kaput üzerine çalışılmıştır. Kaputun fabrikada uğradığı süreçler açıkça ortaya konup kaputa ait değer akış haritası çizilmiştir. Genel iyileştirmeler önerilmiş, bunun yanında kanban kurulum tasarımı yapılmıştır. Bu tasarıma göre işletmedeki stokların önemli ölçüde azalacağı gösterilmiştir.

İleriki çalışmalarda kaput için yapılan bu çalışma, benzer şekilde traktörün diğer parçaları olan gösterge, basamak ve şanzıman gibi parçalar için de yapılabilir. Eğer fabrikada tüm parçalar için kanban sistemi kurulumunu başarılabilirse, çok daha az süreç içi stokla çalışma fırsatı yakalayacak, dolayısı ile de stokları elde bulundurmadan kaynaklanan maliyetler azalacaktır.

Elbette değişimi gerçekleştirmek zor ve uzun zaman alan bir süreç olacaktır. Bu noktada tüm çalışanlara değişimin getireceği yararlar anlatılmalı ve çalışanlar değişimin olumlu sonuçlar doğuracağına inandırılmalıdır. Değişim sürecinde sabırlı olunmalı ve tam sonuca ulaşmadan süreç elden bırakılmamalıdır.

Yine, ileriki çalışmalarda kanban sayısı simülasyon veya çeşitli paket programlarla bulunabilir. Bu çalışmada talebin %80'ini 3 model oluşturmuştur. Kalan %20'lik bölüm için conwip çalışması yapılabilir.

Sonuç olarak kanban sisteminin bir işletmede, işletmenin temel amacı olan karı bütünüyle sağladığı görülmektedir. İşletme yöneticilerinin performans arttırmada başvuracağı ilk yollardan biri kanban olmalıdır.

KAYNAKLAR

Abdulmalek F.A., Rajgopal J., (2006), "Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study", Int. J. Production Economics, Article in Press.

Acar, N., (1995), " Tam Zamanında Üretim Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları", No:542.

Acar D., Ömürbek N., Eroğlu A.H., (2006), "Tam Zamanında Üretim Sisteminin Tekstil Sektöründeki Uygulama Boyutları", C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 7, Sayı 1.

Aksoy M., (1997), "Bir Kablo Donanım Üretim Sisteminde Tam Zamanında Üretim Uygulaması", İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

Aktürk M.S., Erhun F., (1999) "An Overview of Design and Operational Issues of Kanban Systems", Int. J. Prod. Res., Vol:37, No 17:3859-3881.

Aytuğ H., Doğan C.A., (1998), "A Framework and a Simulation Generator For Kanban-Controlled Manufacturing Systems", Computers ind. Engng Vol:34, No 2:337-350.

Birgün S., Gülen K.G., Özkan K., ,, Yalin Üretime Geçiş Sürecinde Değer Akışı Haritalam Tekniğinin Kullanılması: İmalat Sektöründe Bir Uygulama, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimler Dergisi, Yıl:5, Sayı: 9: 47-59.

Böttcher S., (2004) Die Zeitschrift für Erwachsenenbildung, http://diezeitschrift.de/32003/winkel03_01.htn.

Braglia M., Carmigani G., Zammori F., (2006), "A new value stream mapping approach for complex"production systems," International Journal of Production Research, Vol 44: 3929-3952, İtalya.

Buzer, M., (1993), "Tam Zamanında Üretim Sistemleri", Yüksek Lisans Tezi, İTÜ.

Chan F.T.S., (2001), "Effect of Kanban Size on Just-in-Time Manufacturing", Journal of Materials Processing Technology 116: 146-160, Hong Kong, www.elsevier.com/locate/jmatprotec.

Durmuşoğlu M.B., (2004), Değer Akışı Haritalandırma, Ders Notları, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Durmuşoğlu M.B., (2003), Modern Üretim Sistemleri, Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Durmuşoğlu M.B., Özgürler M., Gülsün B., (2000), "Bir Üretim Hücresinde Çekme Sisteminin Uygulanabilirliğinin Benzetim Yöntemi Kullanılarak Araştırılması", İstanbul.

Emre A., (1995), "TZÜ Sistemlerinin Ülkemizdeki Uygulamaları ve Sorunları", MPM Yayınları, Ankara.

Firuzan E., (2004), "Tam Zamanında Üretim Sisteminin Bir İşletmede Uygulanması" Cilt 11, Sayı 2: 41-5.

Firuzan A.R., Ayvaz Y.Y., (2004), "Yeni Bir Felsefe Işığında Yan Sanayilerden Beklenenler ve Tam Zamanında Üretim", Yönetim ve Ekonomi, Cilt:11, Sayı 1: 19-26.

Groenevelt, H., 1993. The just-in-time system. In: Handbooks in OR &MS volume 4, ed. by S.C. Graves, A.H.G. Rinnooy Kan, and P.H. Zipkin (Amsterdam: Elsevier), pp. 629- 670.

Gülsün B., (1998), “Üretim Hücrelerinde İtme ve Çekme Tipi Üretim Kontrol Sistemlerinin Etkilerinin İncelenmesi ve Bir Uygulama”, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.

Güner E., Karaca M.E., (2004), “Tam Zamanında Üretim Sisteminde Tedarikçi İlişkileri Ve En İyi Parti Büyüklüğü Üzerine Bir Uygulama”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 19, No 4, 443-454.

İmai, M., 1999. Kaizen, Kalder Yayınları, İstanbul.

İmai, M., 1986. Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success, McGraw-Hill Publishing Company, New York.

Jones D., Womack J., (1999), Görmeyi Öğrenmek, The Lean Enterprise Institute, Amerika.

Kaale RL, Vega DD, Messner K, Eitel DR, Johnson DE, McKniff S, Amsterdam JT, Falvo TP, Stike RL, Grove L, Snyder KC, (2005), Time Value Stream Mapping As a Tool to Measure Patient Flow Through Emergency Department Triage, Annuals of Emergency Medicine, Vol:46, No 3:108.

Kavrakoğlu, İ., (1992), “Toplam Kalite Yönetimi”, Kalite Dergisi, Kalder Yayınları, 31-32.

Marek R.P., Elkins D.A., Smith D.R., (2001), “Understanding the Fundamentals of Kanban and Conwip Pull Systems Using Simulation”, Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference, Amerika.

Markham I.S., Richard G., Wray M., Wray B.A., (1999), “A Rule Induction Approach for Determining the Number of Kanbans in a Just-in-Time Production System”, Vol:34, No 4 :717-727.

Measure Patient Flow Through Emergency Department Triage, Volume 46, No:3, Annuals of Emergency Medicine, 108, New York.

Kavrakoğlu, İ., (1992), “Toplam Kalite Yönetimi”, Kalite Dergisi, Kalder Yayınları, 31-32.

Ohno T., (1978), Toyota Production System: Beyond Large Scale Production.

Okay, A., (1999) Yalın Üretim Sistemleri ve Geliştirme Örnekleri Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Okur, A., 1997. Yalın Üretim, Söz Yayın, İstanbul.

Olson J., 1995, “Kanban-an Integrated JIT System” Bosal-Sekura Industries.

Özkan A., Esmeray ., (2002), “Bir Maliyet Kontrol Sistemi Olarak JIT Üretim Sistemi ve Muhasebe Uygulamaları”, C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 3, Sayı 1:129-146.

Öz E., (2005), Değer Akışlı Haritalandırma, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Rother M., Haris R., (2001) Sürekli Akış Yaratmak, The Lean Enterprise Institute, Amerika.

Rother, M; Shook, J, (1999), Görmeyi Öğrenmek, The Lean Enterprise Institute, USA,

Savaş O., Karadal H., (2002), “Maliyetleri Açısından JIT Üretim Biçimini Uygulayan Bir Firmanın Tedarikçi Bir Firmada Oluşturduğu Sorunlar”.

Sullivan W.G., McDonald T.N., Van Aken E.M., (2002), “Equipment replacement decisions and lean manufacturing”, *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, 18 :255–265, USA.

Şenyılmaz A., (2006), “Kanban Üretim Kontrol Sisteminin Deneysel Tasarım Teknikleri İle Analizi Ve Bir İşletmeye Uygulanması”, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

Tapping, D. ve Luyster, T. ve Shuker, T., 2002. *Value Stream Management*, Productivity Inc., New York.

Tayur S., (1993), “Structural Results and a Heuristic for Kanban Control Serial Lines”, *Management Science*, 39:2101-2115.

Utku B., (1993), “Malzeme Yönetiminde Tam Zamanında Üretim Kontrol Sistemleri”, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

Wang S., Sarker B.R., (2006), Optimal Models for a Multi-stage Supply Chain System Controlled by Kanban under Just-in-Time Philosophy, *European Journal of Operational Research* 172: 179–200.

Womack, Jones, Roos, (1990), *The Machine That Changed the World*.

Zerenler M., İraz R., (2002), “Japon Yönetim Anlayışı Ve Şirket Ağları (Keiretsu) Analizi, Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Birimler Fakültesi.

.

İNTERNET KAYNAKLARI

- [1] [http:// www.trsim.com.tr/yalinsunu.pdf](http://www.trsim.com.tr/yalinsunu.pdf)
- [2] http://www.ocw.mit.edu/.../ESD-60Summer-2004/43B365FC-5E92-49B9-B6A0190D7A5856D2/0/13_1conclude2.pdf
- [3] <http://www.danismend.com/konular/stratejijon/YALIN%20URETIM%20UZERINE-2htm>
- [4] <http://www.yalinenstitu.org.tr/yalin.asp?id=6>
- [5] [http://www.kulubem.net/makale/uretimplanlamavekontroluilgili temel.pdf](http://www.kulubem.net/makale/uretimplanlamavekontroluilgili%20temel.pdf)
- [6] <http://www.ce.berkeley.edu/~tommelein/IGLC-7/PDF/Tommelein&Weissenberger.pdf>
- [7] <http://www.uzelcorp.org>
- [8] <http://bymed.combultenocak.06-05.htm>

EKLER

Aşağıda, atölyelere ait bilgiler verilmiştir (Çizelge 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5).

1. Lazer Atölyesine Ait Veriler

Malzeme	İşlem kısaca metni	Hazırlık (dk)	Üretim (dk)	İşçilik (dk)	Sökme (dk)
0012199U2P	Kesme-Delme	0	3,3	4,3	0
0012199U2P	Kenar Kıvrırma	26	0,5	1,5	13
0012199U2P	Şekil Kıvrırma	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 Kıvrırma	45	0,4	1,4	13
00113653U1P	Kenar Kıvrırma	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
0012747U2P	Pul Kesme	0	3,7	4,7	0
0012747U2P	Kenar Kıvrırma	23	0,5	1,5	13
0012747U2P	Şekil Kıvrırma	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 Kıvrırma	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

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	Lazer 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
1672554T2P	Pul Kesme	0	4	4	0
1672554T2P	Kenar Kivırma	45	0,3	0,6	13
1672554T2P	Şekil Kivırma	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 Kivırma	23	0,4	0,8	13

0013483U2P	Şekil Verme	18	0,4	0,8	10
0013483U2P	Radüs Ütuleme Ve Delik Sıvama	26	0,6	1,2	12
0013483U2P	Kenar Ütü	10	0,4	0,8	7

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
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
0012746U92S	Brakete düğme perçinleme	2	0,25	0,25	1
0012746U92S	Kaputa mafsalsal 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
0013484U92S	Kaputa mafsalsal 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
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
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
0017513U93S	Somun puntalama	5	0,6	0,6	2,5
0017513U93S	Mafsalsal 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
0018150U91S	Somun puntalama	5	0,6	0,6	2,5
0018150U91S	Mafsalsal 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	Mafsalsal 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	Mafsalsal 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

4. Boyahane 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

5. Montaj Atölyesine Ait Veriler

Aşağıda 3 değişik iş akışına sahip 14 modelin üretim ve hazırlık süreleri verilmiştir.

Montaj verileri-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

Montaj verileri-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

Montaj verileri-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	18.11.1983	
Doğum yeri	Edremit	
Lise	1994-2001	Edremit Anadolu Lisesi
Lisans	2001-2005	Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fak. Endüstri Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2005-2007	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Çalıştığı kurum(lar)	2005-Devam ediyor YTÜ Endüstri Mühendisliği Araştırma Görevlisi	
Yabancı dil	İngilizce, Almanca	