

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇELİK BORU İMALANTINDA YALIN ÜRETİM VE SMED
UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS

Endüstri Müh. Kemal Taha HÜLAGÜ

Anabilim Dalı: Endüstri Mühendisliği

Danışman: Prof.Dr. Alpaslan FIĞLALI

KOCAELİ, 2011

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇELİK BORU İMALATINDA YALIN ÜRETİM VE SMED
UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Endüstri Müh. Kemal Taha HÜLAGÜ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 20.1.2011

Tezin Savunulduğu Tarih: 27.1.2011

Tez Danışmanı

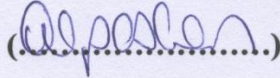
Üye

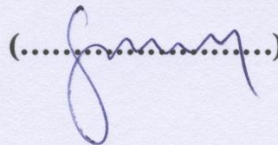
Üye

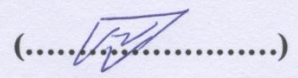
Prof.Dr.Alpaslan FIĞLALI

Prof.Dr. Coşkun ÖZKAN

Yrd.Doç.Dr.Ümit TERZİ

()

()

()

KOCAELİ, 2011

ÖNSÖZ

Günümüze küresel boyuttaki rekabet hızla büyümektedir. Bu rekabet şartlarında var olabilmenin ön koşulu daima en önde olmak ve kendini yenilemekten geçer.

Bunun için de çağın dinamik yapısına ayak uydurmak, değişiklik ve yeniliklere açık olmak gereklidir. Firmalar bu yüzden yeni sistemleri, teknikleri ve teknolojileri bünyelerine adapte etmek zorundadırlar. Aksi takdirde bu rekabette geride kalmaya belki de yok olmaya mahkumdurlar.

Bu gerçekleri baz alarak ilk önce Japonya'daki Toyota otomobil fabrikasında uygulanan ve sonraları dünyadaki diğer firmalara da yayılan "Yalın Üretim Sistemi" geliştirilmiştir. Sürekli gelişmeyi ve israfı ortadan kaldırmayı hedefleyen bu sistem sadece üretim sektöründe değil aynı zamanda hizmet sektöründe de uygulanmaktadır.

Bütün bu bilgi ışığında, Bu tezde Yalın Üretim Sistemi ana hatlarıyla açıklanmaya çalışılmış ve Yalın Üretim Sistemlerinden olan SMED tekniği uygulamalı olarak incelenmiştir. Bu projede beni yönlendiren ve bana destek olan ve bu tezde büyük katkısı olan Kocaeli Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölüm başkanı Prof. Dr. Alparslan Fırlalı hocam ve eşi Prof. Dr. Nilgün Fırlalı hocam ve desteğini esirgemeyen ve benim buralara gelmemi sağlayan babam Prof. Dr. Sadettin Hülagü ve desteğini esirgemeyen Bengi Zorbacı ya ve tüm dostlarıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
TABLolar DİZİNİ	vi
KISALTMALAR	vii
ÖZET.....	viii
İNGİLİZCE ÖZET	ix
1.GİRİŞ	1
2.YALIN ÜRETİM YAKLAŞIMI	2
2.1.Yalın Üretimin Tanımı.....	3
2.2.Yalın Üretimin Tarihsel Gelişimi	6
2.3.Yalın Üretimin Amacı	8
2.3.1.Sıfır Stok	8
2.3.2.Sıfır Hata	9
2.3.3.Aşırı Üretim	12
2.3.4.Bekleme	13
2.3.5.Taşıma	13
2.3.6.Aşırı İşleme	13
2.3.7.Aşırı Stokla Çalışma	13
2.3.8.Üretime Yönelik Olmayan Faaliyetler	14
2.3.9.Hatalı Ürünler	14
2.4. Yalın Üretimin İlkeleri	16
2.4.1.Değer	18
2.4.2.Değer Akımı	18
2.4.3.Akış	20
2.4.4.Çekme	22
2.4.5.Mükemmellik	25
2.5.Yalın Yaklaşımda Çalışanların Yönetime Katılımı	26
2.5.1.Yönetime Katılım İçin Yapılması Gerekenler	27
2.5.1.1.Yöneticilik Tanımının Değişmesi	28
2.5.1.2.İletişim Yaklaşımının Değişmesi	28
2.5.1.3.Denetim Yaklaşımının Değişmesi	28
2.5.1.4.Otorite Anlayışının Değişmesi	29
2.5.1.5.Endüstriyel İlişkilere Olan Yaklaşımın Değişmesi	29
2.6.Yönetime Katılımda Önemli Olan Faktörler.....	30
2.6.1.Esneklik	30
2.6.2.Çalışma Yaşamının Kalitesi	31
2.6.3.Yaratıcılık	32
2.6.4.Personeli Eğitme	32

2.6.5. Disiplin ve Eşitlik	33
2.6.6. Otonomi	33
3. YALIN ÜRETİM ARAÇLARI	34
3.1. Kanban Sistemi	34
3.1.1. Kanban Sisteminin Kuralları	37
3.1.2. Kanban Sisteminin İşleyişi	38
3.2. Karışık Yükleme ve Üretimde Düzenlilik	40
3.3. Tek Parça Akışı	42
3.4. Makinalar/Atölyeler Arası Senkronizasyon	43
3.5. U Hatları	44
3.6. Poka Yoke	46
3.7. Toplam Önleyici Bakım	47
3.8. Kalite Çemberleri	47
4. TAM ZAMANINDA ÜRETİM	49
4.1. Tam Zamanında Üretimin Genel Unsurları	50
4.2. Kaizen	52
5. YALIN ÜRETİMİN YARARLARI VE SORUNLARI	54
5.1. Yalın Üretimin Kaliteyi Arttırmasındaki Yararı	56
5.2. Yalın Üretimdeki Sorunlar	56
6. SMED-TEKLİ –DAKİKALARDA KALIP DEĞİŞİMİ	59
6.1. SMED'in Tarihsel Gelişimi	59
6.2. Temel SMED İlkeleri	62
6.3. SMED'in Sağladığı Faydalar	63
6.4. SMED Yaklaşımında Kalıp Tanımı	66
6.5. Üretim Sürecindeki Kavramlar	66
6.5.1. Ayar İşleminin Temel Adımları	67
6.6. Ayar İşleminin Analiz Edilmesi	69
6.7. SMED Uygulamasının Aşamaları	70
6.7.1. İç ve Dış Ayarın Birbirinden Ayrılması	71
6.7.1.1. Kontrol Listelerinin Kullanılması	72
6.7.1.2. Fonksiyon Kontrollerinin Gerçekleştirilmesi	72
6.7.1.3. Taşıma İşlemlerinin İyileştirilmesi	73
6.7.2. İç Ayarların Dış Ayarlara Dönüştürülmesi	73
6.7.2.1. Hazırlık Aşamasının Düzenlenmesi	74
6.7.2.2. Fonksiyonların Standartlaştırılması	74
6.7.2.3. Çok Fonksiyonlu Jiglerin Kullanımı	74
6.7.3. İç ve Dış Ayar Sürelerinin İncelenerek Kısaltılması	75
6.7.3.1. Paralel Operasyonların Geliştirilmesi	75
6.7.3.2. Fonksiyonel Kelepçelerin Kullanılması	76
6.7.3.3. Ayar İşlemlerinin Kaldırılması	76
6.7.3.4. Mekanizasyon	76
6.7.3.5. Kalıpların Hazır Vaziyette Tutulması	76
6.7.3.6. Renklerin Kullanılması	77
6.8. Smed Yaklaşımında Kullanılan Diğer Yardımcı Teknikler	77
6.8.1. Spagetti Diyagramı	77

6.8.2.Set Up Operasyon Adımları Zaman Çizelgesi	78
6.8.3. Eliminate Combine Rearrange Simplify Analizi	78
6.9.Enjeksiyon Makinelerinde Kalıp Değişim Süresi	78
6.9.1.Yürümenin Yok Edilmesi	79
6.9.2.Beklemenin Yok Edilmesi	80
6.9.3.Aramak,Getirmek ve Götürmek İşlemlerinin Yok Edilmesi	80
6.10.Model Değişim Süresinin Azaltılması İçin Ayarlama Örneği	81
7. BİR ÇELİK BORU ÜRETİM FİRMASINDA YAPILAN HAZIRLIK SÜRELERİ DÜŞÜRME ÇABALARI	83
7.1.SMED Çalışmasının Yapıldığı Dilme Hattının Tanımlanması	83
7.2.SMED Adımlarının Dilme Hattına Uygulanması	86
7.2.1.Yapılan İşlerin Analizi	93
7.3.Uygulama için İyileştirme Önerileri	101
7.3.1.Bıçakların Dizilimi İçin Öneriler	101
7.3.1.1.Önerilen Durum	104
7.3.2.Stok Alanı İçin Öneriler	109
7.3.3.Dilimlenmiş Ruloların Stok Alanı İçin Öneriler	110
7.3.4.Ergonomik Öneriler	112
SONUÇ VE ÖNERİLER	117
KAYNAKLAR	121
ÖZGEÇMİŞ	126

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1: Yalın Üretim Başarı Faktörleri	3
Şekil 2.2: Yalın Üretim Amacı Müşterinin Ödemek Zorunda Kaldığı 7 İsrar Kaynağını Ortadan Kaldırması, Hızlı ve Ucuz Ürünün Üretilmesi	12
Şekil 2.3: Değer Akışı Haritalandırma	19
Şekil 2.4: Çekme ve İtme sistemi	23
Şekil 2.5: Mükemmel işletme	25
Şekil 3.1: Üretim Emri Kanban kart örneği	36
Şekil 3.2: Çekme Kanban Kart Örneği	36
Şekil 3.3: Kanban Kart Akışı	39
Şekil 3.4: Üretim Hücrelerinde U-Tipi Yerleşim	44
Şekil 3.5: Yalın Üretim Uygulama Stratejisi	45
Şekil 6.1: SMED'in Sağladığı faydalar	65
Şekil 6.2: SMED'in Aşamaları	70
Şekil 6.3: Paralel Operasyonlarla Ayar Süresinin Kısaltılması	75
Şekil 6.4: Model Değişim Süresinin Azaltılması Örneği	81
Şekil 6.5: Model Değişim Süresinin Azaltılması Örneği	82
Şekil 7.1: Dilme hattının yerleşim planı	85
Şekil 7.2: Operatörlerin Katma Değerli ve Katma Değersiz İşlem Süreleri Grafiği .	96
Şekil 7.3: Operatörlerin Katma Değerli ve Katma Değersiz İşlem Süreleri Grafiği	100
Şekil 7.4: Teorik Bıçak Dizim	102
Şekil 7.5: Teori Bıçak Dizim Örneği	104
Şekil 7.6: LP Solve IDE Çözüm Sonucu Sayfası	107
Şekil 7.7: Stok Alanı Önerilen Durum	110
Şekil 7.8: Dilim Stok Alanı Önerisi	111
Şekil 7.9: Dilme İstasyonunda Operatörün Hareketleri	113
Şekil 7.10: Operatör A Spagetti Diyagramı Önceki Durum	114
Şekil 7.11: Operatör A Spagetti Diyagramı Sonraki Durum	114
Şekil 7.12: Operatör B Spagetti Diyagramı Önceki Durum	115
Şekil 7.13: Operatör B Spagetti Diyagramı Sonraki Durum	115
Şekil 7.14: Operatör C Spagetti Diyagramı Önceki Durum	116
Şekil 7.15: Operatör C Spagetti Diyagramı Sonraki Durum	116

TABLO DİZİNİ

Tablo 2.1: İtme ve Çekme Sistemi arasındaki farklar	24
Tablo 6.1: SMED Uygulamayan İşletmelerde Ayar işlemlerinin toplam ayar zamanı içindeki oranları	67
Tablo 7.1: Yalnız İki Operatör Çalıştığı Zamanki İş Adımları	88
Tablo 7.2: Operatör A'nın Yaptığı İşler ve Adım Sayıları	89
Tablo 7.3: Operatör B'nin Yaptığı İşler ve Adım Sayıları	91
Tablo 7.4: Operatör C'nin Yaptığı İşler ve Adım Sayıları	92
Tablo 7.5: Operatör A'nın Yaptığı İşler ve Sürelerinin İncelenmesi	93
Tablo 7.6: Operatör B ve C'nin Yaptığı İşler ve Sürelerinin İncelenmesi	94
Tablo 7.7: Operatörlerin Katma Değerli ve Katma Değersiz İşlem Süreleri	96
Tablo 7.8: Operatör A,B,C'nin Yaptığı İşlerin Süreleri İle İncelenmesi	98
Tablo 7.9: Operatörlerin Katma Değerli ve Katma Değersiz İşlem Süreleri	100
Tablo 7.10: Matematiksel Modelleme	106

KISALTMALAR

- JIT : Just In Time (Tam Zamanında Üretim)
ABD : Amerika Birleşik Devletleri
IMVP : International Motor Vehicle Project (Uluslararası Motor Araçları Projesi)
3M : Muda Mari Mura (3 Kayıp)
SMED : Single Minute Exchange of Dies (Tekli Dakikalarda Kalıp Değişirme)

ÇELİK BORU İMALATINDA YALIN ÜRETİM VE SMED UYGULAMASI

Kemal Taha HÜLAGÜ

Anahtar Kelimeler: Yalın Üretim, SMED, JIT, Kaizen, Kalıp değiştirme, Kanban, U hatları

Özet: Günümüzde uluslararası rekabet hızla büyümektedir. Bu rekabet şartlarında var olabilmenin ön koşulu daima en önde olmaktır. Bunun içinde teknolojik yapıya ayak uydurulmalıdır. Firmalar yeniliklere açık olmalıdır. Aksi taktirde geride kalırlar. Bu gerçeklerden yola çıkarak Japonya’da Toyota fabrikasında uygulanan ve sonraları diğer firmalara yayılan Yalın Üretim Sistemini geliştirmiştir.

Yalın Üretim, İşletmelerin rekabet edebilir ve verimli üretim yapabilme arayışları sonucunda doğmuş bir üretim modelidir. Yalın üretimde temel amaç israfi önlemektir. İsrافی önlemek içinde; sıfır stok ve sıfır hata hedefleri benimsenir, mevcut süreç ve sistemlerde sürekli iyileştirme, geliştirme ve uyumlaştırma yapılır. Ayrıca çalışanların yönetime katılımı uygulamalarından da yararlanır. Yalın üretim sürekli ve uzun çabayı gerektirir. Yararları yanında birçok güçlükleri ve potansiyel problemleri bulunmaktadır. Uygulaması için gerekli ideal koşulların hepsinin birden oluşturulması oldukça güçtür. Ancak kısmi uygulamalar ile de yalın üretimin avantajları yakalanabilir. Yalın üretimin en önemli avantajı, sabit varlıkların en iyi biçimde değerlendirileceği çabalara yönelmesidir.

Bu Tezin uygulamasında yalın üretimin metotlarından olan SMED’in ağır sanayi sektöründeki bir Çelik Boru firmasında ki üretim aşamasındaki kalıp değişim süreleri kısaltılması ve iyileştirilmesi kullanılmıştır. Buradan elde edilen sonuçlara göre öneriler verilmeye çalışılmıştır.

LEAN MANUFACTURING IN STEEL PIPE PRODUCTION AND SMED APPLICATION

Kemal Taha HÜLAGÜ

Key Words: Lean Production, SMED, JIT, Kaizen, Mold changing, Kanban, U-lines

Abstract: Nowadays, international competition is growing rapidly. This is a prerequisite to being conditions, you have to be always at the forefront. To get a success or reach any achievement, companies have to follow technology and to be open minded for new developments. Otherwise they will fail. Based on this facts, in Japan, Toyota created and improved Lean manufacturing and that spread of most companies.

Lean production is a production model which comes about the pursuit of companies to be able to meet competition and make effective production. At lean production the main purpose is to get control about the wastage. To prevent wastage, zero stock and zero false goals adopt in principle. Besides the participation of the personnel applications are also beneficial Lean production needs continuous and long term studying. Beside the benefits, have also difficulties and potential problems. It is very difficult to obtain all the appropriate conditions. However the advantages of lean production can ensure with the partial application.

In this thesis's application, One of the heavy Industry company, that we used SMED, which is one of the Lean Production methods, we tried to use it to shortening the period of changing mold and also we tried to improve production steps. According to the results obtained from here, we tried to give suggestions.

1. GİRİŞ

Kırk yıl önce Peter Drucker otomotiv endüstrisini “endüstrilerin endüstrisi” olarak adlandırmıştır. Bugün otomobil imalatı, her yıl üretilen 50 milyona yakın yeni araç ile dünyanın en büyük imalat faaliyetidir.

1920 yılına kadar dünyada emek-yoğun üretim (craft production) yöntemi uygulanmıştır. Bu üretim sisteminde, kalifiye işçi kullanılır. Basit ve çok amaçlı araç ile gereçler ile müşterinin isteğine göre her tür üretim gerçekleştirilir.

Birinci Dünya Savaşından sonra Henry Ford ve General Motors’dan Alfred Sloan dünya otomotiv sanayini yüzlerce yıldır Avrupalı firmaların öncülüğünde yürüten basit üretim ağırlıklı üretim tarzından seri üretim çağına taşıdılar. 1920 yılından sonra ise Henry Ford ve Alfred Sloan yığın üretim (Mass Production) yöntemini geliştirdiler. Bunun sonucu olarak, Birleşik Devletler kısa sürede dünya ekonomisine hâkim olmuştur. Yığın üretim metodu; belirli konularda yetişmiş profesyonellerin tasarım ile vasıfsız veya az vasıflı işçi kullanarak, pahalı ve tek amaçlı makinalarla üretim yapar.

II. Dünya Savaşından sonra, Japonya ‘da Toyota Motor İşletmesinden Eiji Toyota ve Taiichi Ohno yalın üretim kavramına öncülük ettiler: Diğer Japon şirket ve endüstrilerinin de bu olağanüstü sistemi kopya etmeleri üzerine Japonya, kısa zamanda bugünkü ekonomik üstünlüğüne ulaşmıştır. Bugün dünyanın her tarafındaki imalatçılar yalın üretimi benimsemeye çalışıyorlarsa da gelişme ağır ilerliyor. Bu sistemde ilk ustalaşan şirketler Japonya ‘da toplanmıştır. Yalın üretim onların himayesi altında Kuzey Amerika ve Batı Avrupa ‘da yayılırken, ticari savaşlar ve yabancı sermayeye karşı giderek artan direniş bunu izlemiştir. 1980’li yıllardan itibaren dünya genelinde, sanayide yalın üretim sistemine geçiş için yoğun çalışmalar devam etmektedir. Kalite standartlarının Türkiye’de uygulanması ile birlikte, ülkemizde kalite konusunun önemi daha da artmıştır. Özellikle 1990’lardan sonra büyük firmaların kalite çalışmalarına önem vermesi benzer uygulamaları yan sanayi ve tedarikçilerden de istemesi, bu alandaki çalışmalarını hızlandırmıştır.

2. YALIN ÜRETİM YAKLAŞIMI

Yalın Üretim sisteminin tarihsel gelişiminden evvel Yalın Yaklaşımın ne olduğunu bilmemiz gerekmektedir. Bu yaklaşımı incelediğimizde; Sürdürülebilir rekabet ortamında var olabilmek için şirketlerin özellikle kalite, maliyet ve sevkiyatlarını iyileştirmesi gerekmektedir. Yalın düşüncenin temel amacı, israflardan arındırılmış mükemmel proseslerin etkinlik ve verimlilik analizlerini yaparak, maliyetleri azaltmak ve sonuçta müşteriye mükemmel değerler sunmaktır. Yalın Üretim, ilk olarak Toyota tarafından geliştirilmiş, hata, maliyet, stok, işçilik, geliştirme süreci, üretim alanı, fire, müşteri memnuniyetsizliği gibi unsurları en aza indirgeyen üretim sistemi, felsefesidir. Burada değer müşteriye sunulan fayda olup;

- İhtiyaçları karşılayacak özelliklere sahip
- Tercih edilen zamanda ve yerde bulunabilen

İsraf değer oluşturmaksızın maliyete eklenen her şey;

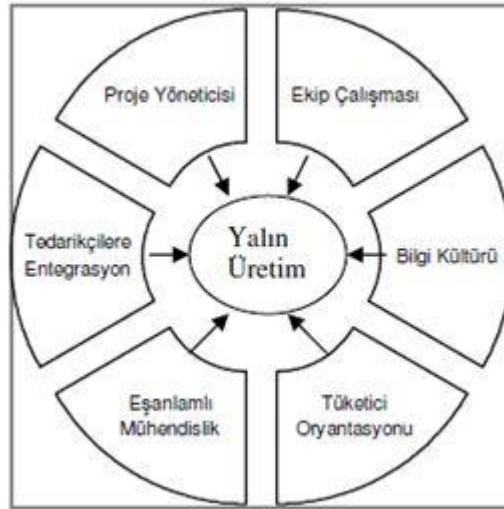
- Hatalı üretim, düzeltme, tamir, kontrol
- Aşırı üretim(stoklar), gereksiz işler, bekleme ve hareketler.

Ürün veya hizmet üretiminde israfın ortadan kaldırılması, müşteri memnuniyetini ve karlılığı artırırken maliyetleri azaltılır. Türkiye’de bu düşünce sistemi 1990’lardan sonra uygulanmaya başlamıştır. Özellikle otomotiv sektörü bu düşünce sistemini aktif olarak kullanmaktadır. Sakarya da kurulu olan Toyota otomobil fabrikasında çalışan işçiler Japonya’daki Toyota işçilerinin verimliliğini yakalamış olup son birkaç yıldır kalite alanında birinci seçilmektedirler. Ayrıca Ford, Renault, Bosch, Tofaş yalın yaklaşımı uygulayan büyük firmalardır. Ülkemizde ki kısıtlı kaynakları etkili kullanmak ve yüksek maliyetleri önleme adına israfın ortadan kaldırılarak verimliliğin artırılması gerekmektedir. Bunu gerçekleştirecek sistemse Yalın Düşüncenin temelinde mevcuttur (<http://www.yalinenstitu.org.tr>).

Yalın Üretim, pazardan gelebilecek hedefleri anında karşılayabilmek için tepe yönetiminden işçisine ve yan sanayicisine kadar herkesin çalışmasını bir bütün olarak değerlendirir. Diğer yandan sorumluluk, firmanın organizasyon yapısının en alt kademelerine kadar indirilir. Bu sorumluluk çalışanların kendi çalışmasını kontrol etme özgürlüğü anlamına gelir. Yalın Üretimde, çok çeşitli ürünler üretmek için kuruluşun her düzeyinde çok yönlü eğitilmiş işçi ekipleri çalışır ve yüksek düzeyde esnekliği olan, otomasyonu gittikçe artan makineler kullanılır. Yalın Üretim' in yalın olmasının sebebi, karmaşıklıktan uzak ve basit olması, seri üretimle kıyaslandığında her şeyin daha azını kullanmasıdır. Ayrıca ihtiyaç duyulan stokların çok daha azının bulundurulması yeterlidir, çok daha az bozuk mal çıkmasını ve daha fazla ve gittikçe de artan çeşitlilikte ürünler üretilmesini esas alır (Womack ve Jones, 1998).

2.1. Yalın Üretim Tanımı

Yalın üretim yapısında hiçbir gereksiz unsur taşımayan ve hata, maliyet, stok, işçilik, geliştirme süreci, üretim alanı, fire, müşteri memnuniyetsizliği gibi unsurların, en aza indirildiği üretim sistemi olarak tanımlanmaktadır. Yalın üretimi karakterize eden altı başarı faktörü vardır. Bunlar; proje yöneticisi, ekip çalışması, bilgi kültürü, tedarikçilerle uyum, eşzamanlı mühendislik tüketici oryantasyonudur. Bunlardan ekip çalışması, proje yöneticisi ve tüketicilerle uyum, yalın üretim kavramını daha az rekabetçi alternatif olan Tayloristik yapılandırılmış üretim kavramından ayıran faktörlerdir (Womack ve Jones, 1998).



Şekil 2.1: Yalın üretim başarı faktörleri (Womack ve Jones, 1998)

Şekil 2.1’de anahtar faktörleri başarılı bir şekilde uygulamayı öngören bu yaklaşım tarzının kökeninde, kalite anlamı ve sistemini değiştiren Toplam Kalite Kontrol Sistemi bulunmaktadır. Kalitenin “kalite kontrol” veya “kalite güvencesi” gibi tek bir departmanın sorumluluğu olmadığını, kalitenin, mal ve hizmetler oluşturulurken aşama aşama elde edildiğini benimseyen bu sistem, yalın üretimin köşe taşlarından birisidir. Çünkü yalın üretimde hedef; kaliteli mallar üretmek suretiyle ilk anda işi doğru yapmaktır. Yalın üretimin kalite anlayışı; müşterinin bir mal veya hizmeti satın alırken bu mal veya hizmette var olduğunu ümit ettiği ve kullanım esnasında ihtiyaç duyacağı tüm beklentilerini eksiksiz karşılanmasıdır. Özetle yalın üretim kalite anlayışına yeni boyutlar kazandırmıştır.

Yalın üretimin, pazardan gelebilecek hedefleri anında karşılayabilmek için tepe yönetimden işçisine ve yan sanayicisine kadar herkesin çalışmasını bir bütün olarak birleştirir. Üretimin her düzeyinde çok yönlü eğitilmiş işçi ekipleri çalıştırılır ve yüksek derece esnekliği olan, otomasyon düzeyi yüksek makinalar kullanılır.

Diğer yandan sorumluluk firmanın organizasyon yapısının en alt kademelerine kadar itilir. Bu sorumluluk çalışanların kendi çalışmasını kontrol etme özgürlüğü anlamına gelir. Yalın üretim; randımanı yüksek düzeyde araç üretmede ileri doğru bir sıçrama adıımıdır. Japon otomotiv endüstrisi tarafından geliştirilen yalın üretim; emek-yoğun bağımlı ve seri üretimin avantajlarını birleştirir ve bu sayede öncekinin yüksek maliyetinden ve sonuncunun katılığından sakınmış olunur.

Yalın üretimde; çok çeşitli ürünler üretmek için kurulusun her düzeyinde çok yönlü eğitilmiş işçi ekipleri çalışır ve yüksek düzeyde esnekliği olan, otomasyonu gittikçe artan makinalar kullanılır. Araştırmacı John Krafchik, yalın üretimi; yapısında hiçbir gereksiz unsur taşımayan ve hata, maliyet, stok, işçilik, geliştirme süreci, üretim alanı, fire, müşteri memnuniyetsizliği gibi unsurların en aza indirildiği üretim sistemi olarak tanımlamaktadır (CORSTEN H.-WILL T. 1993).

Yalın üretim “Yalın’dır, çünkü seri üretimle kıyaslandığında her şeyin daha azını kullanır. Fabrikadaki insan gücünün yarısını, imalat alanının yarısını, araç-gereç yatırımının yarısını, yeni bir ürünün yan zamanda geliştirilmesi için gereken mühendislik saatlerinin yarısını kullanmaktadır.

Ayrıca yerinde ihtiyaç duyulan stokların yarısından çok, daha azının bulundurulmasını gerektirir, Çok daha az bozuk mal çıkması ve daha fazla ve gittikçe de artan çeşitlilikte ürünler üretmeyi hedefler. Seri üretim ile yalın üretim arasındaki en çarpıcı farklılık asıl amaçlarında yatmaktadır. Seri üreticiler kendilerine sınırlı bir hedef tayin ederler: “Yeterince iyi”. Bu da, azami sayıda, standardize edilmiş ürünler anlamına gelir. Daha iyisini yapmak, bu anlayışa göre çok pahalıya mal olacaktır veya insanın doğal yeteneklerini asacaktır. Diğer tarafta, yalın üreticiler kesin olarak kusursuzluğu hedef almışlardır. Devamlı düşen maliyetler, sıfır bozuk mal, sıfır stok vs. sonu gelmeyen ürün çeşitliliği vb. Yalın üretici bu hedefe ulaşmak için sürekli mükemmellik arayışı içindedir. Yalın üretimin bir özelliği de, yalın üretimin insanların çalışma şeklini değiştirmesidir. Ana amaç, sorumluluğu kuruluşun yapısal piramidinin aşağıdaki kişilere yaymaktır. Sorumluluk, birisinin kendi çalışmasını kontrol etmek özgürlüğü anlamına gelir ancak bu aynı zamanda pahalıya mal olacak hatalar yapma endişesini de ortaya çıkarır.

Yalın üretim, daha fazla profesyonel yeteneklerin öğrenilmesini ve bunların katı bir hiyerarşiden ziyade yaratıcı bir şekilde bir takım atmosferi içinde uygulanmasını gerektirmektedir (Womack ve Jones, 1998).

2.2. Yalın Üretimin Tarihsel Gelişimi

Toyota Motor Company 1937’ de kurulmuştur. Kurucu olan ailenin soyadı Toyota pazarlama açısından uygun görülmediği için, bir yarışma sonucunda şirket ismi Toyota olarak belirlenmiştir (Ohno, 1996).

Aile bireylerinden Eiji Toyota 1950’ de Ford firmasını incelemek üzere Amerika’ ya gitmiştir. Bu inceleme sonucunda kendisi ve Taiichi Ohno Ford’ un uyguladığı kitle üretim sisteminin Japonya için uygun olmadığına karar vermişlerdir. Bu karar yeni bir üretim ve yönetim anlayışının doğmasındaki ilk adımdır.

1950’ lerde Amerika’ da kitle üretiminin yapılması bir sorun yaratmıyordu. Çünkü pazarda rekabet düşüktü, farklılaşmamış ürünün çok miktarda satılabileceği doymamış bir pazar vardı. Bu nedenle, aşırı iş bölümüne dayanan ve üretim miktarı arttıkça kar düzeyi artan kitle üretim sistemiyle bu sistemin sonucu olan israf bir sorun olarak görülmüyordu. Fakat aynı yıllarda Japonya’ da durum çok farklıydı. Pazar küçüktü, kişi başına düşen milli gelir düşüktü, sermaye birikimi yetersizdi. Farklı özellikte ürüne talep vardı ve rekabet fazlaydı. Toyota ve Ohno’ nun kitle üretim sistemini eleştirici gözle inceleme nedenleri de tüm bu kısıtlardı.

Toyota üretim sisteminin doğduğu yıllarda Japonya jeopolitik açıdan, Amerika’nın çok yakınında ve sınırları konusunda endişeli bir ülkeydi. Sınırlı ve kapalı bir alanda yaşama zorunluluğu vardı. 1974’ de dünyayı sarsan petrol krizi sonunda da dünya otomobil piyasası bazı sınırların içine girmiştir. İşte bu dönemde Toyota üretim sistemi dünyanın ilgisini çekmiştir. Bu nedenle Toyota üretim sistemi için sınır kavramını yeniden keşfetmiş bir dünyanın üretim felsefesidir diyebiliriz. Petrol krizi sonunda kitle üretimi yapan endüstriler maliyetleri düşürme zorunda kalmışlar ve bunu da ürün çeşidini arttırıp, üretim miktarını düşürerek yapabileceklerinin farkına varmışlardır. Japon endüstrisinin petrol krizinden büyük bir başarıyla çıkması, dünyanın gözünün Japonya’ ya çevrilmesine neden olmuştur. Japonya’nın başarısına ilk ilgiyi Amerika ve İngiltere göstermiştir. 1980’lerin başında da Japon tehlikesine karşı harekete yönelmişlerdir. Avrupa’ da ise karşı hareket ancak 1990’ların başında, Japon tehlikesi iyice belirginleşince olmuştur.

Toyota Motor Company 1980' li yılların başında piyasaya sürdüğü 3,5 milyon otomobille dünya üreticileri arasında bir anda ikinci sıraya yerleşmiştir. Bu aynı zamanda Japon otomobil endüstrisinin Amerikan otomobil endüstrisini geçtiği tarihi andır. Amerika'nın toplam 8 milyon adet otomobiline karşılık Japon otomobil endüstrisi 11 milyonu bulan olağanüstü bir performans sergiliyordu ve bu başarıya en büyük katkıyı sağlayan şirket Toyota Motor Company' idi (Ohno,1996).

Toyota üretim sisteminin başarısını bazı rakamlarla ifade edecek olursak: 1980'de Toyota'da bir işçi yılda 2150 saat, Amerika'da ise bir işçi yılda 1920 saat çalışıyordu. 1982'de Toyota'da bir işçi yılda 56 otomobil, Amerika'nın önde gelen Otomobil firması Chrysler'da bir işçi yılda 16 otomobil üretiyordu. 1987'de Toyota'da bir otomobil montajı 16 saat, General Motors' da bir otomobil montajı 31 saatte yapılıyordu. En önemli başarı ise kalıp değiştirme süresinin inanılmaz düzeyde azaltılmasıdır. Bu süre 8 saatten 3 dakikaya indirilmiştir(Ohno, 1996).

Toyota üretim sisteminin kurucusu Taiichi Ohno'nun amacı, maliyeti arttırmadan küçük miktarlarda üretimi sağlayacak teknik örgütlenmeyi oluşturmak ve makine donanımlarının değiştirilmesi için harcanan süreyi azaltabilmektir. Bu amaçlar Toyota üretim sisteminin temel fikirleridir. Toyota üretim sistemi entegre fabrikayı oluşturmayı hedeflemektedir. Entegre fabrika teknik boyutlarıyla 6 sıfırdan oluşan bir üretim modelidir. Entegre fabrika ile sıfır stok (sıfır mal fazlası, sıfır depo), sıfır hata, sıfır çelişki, üretimde sıfır ölü zaman, müşteri için sıfır bekleme süresi ve en nihayetinde de sıfır kâğıt başka bir deyişle sıfır bürokrasi ve sıfır gereksiz iletişim hedeflenmektedir (Ohno, 1996). Toyota üretim sisteminin iki temel prensibi vardır. Bunlar Just-in-time ve otomasyondur. Just-in-time şunu ifade etmektedir: Toyota üretim sisteminin iki temel taşından biridir ve ürünlerin bant üzerinde gerekli alana, tam gerektiği anda ve yalnızca gerekli miktarda gelmesini esas alır. Bu yöntem arıza, hata, israf ve kayıpların önemli ölçüde ortadan kaldırılmasına olanak vermekte, dolayısıyla da etkinlikte kayda değer bir artış sağlanmaktadır (Ohno,1996). Otonomasyon sözcüğü otomasyon ve otonomi sözcüklerinin kombinasyonu sonucunda türetilmiş bir terimdir ve ürünlerin doğrudan kalite kontrolünden işçilerin oto-aktivasyonunu ifade eder. Just-in-time ve otomasyon kitle üretim sisteminin yapısal engel ve sınırlamalarını aşmaya yönelik ilkelerdir. Her ikisi de iş süreçlerinde insan faktörünü ön plana çıkarır. Just-in-time kitle üretiminin en önemli sorunu olan

yüksek stok maliyetlerini düşürmeyi hedefler ve ürüne katma değer ekleyerek üretim sisteminin faaliyetlerini etkinleştirir. Otonomasyon hatalı üretimi önler ve üretim bandında ortaya çıkan tüm anormalliklerin belirlenmesini sağlar. Taiichi Ohno, yalnızca gereken zamanda ve gereken miktarda üretim sloganı ile yola çıkmış ve israfları, dolayısıyla da gereksiz maliyet artışlarını ortadan kaldırmıştır. Fabrika içindeki malzeme akışını azaltarak örgütsel aksaklıkları gözle görünür hale getirmiştir. Ohno' nun üretim felsefesinde doğuya özgü bir kavram olan ve sürekli iyileşmeyi hedef gösteren Kaizen prensibi vardır. "Toyota üretim sistemi, yüksek hacimli üretim sisteminden dolayı oluşan israfı yok etmek için geliştirilmiştir" (Papke, 2004).

2.3. Yalın Üretimin Amacı

Yalın üretimde temel amaç israfı ortadan kaldırmaktır. İsrâf, ürüne değer kazandırmayan tüm unsurlar olarak tanımlanmaktadır. Üretimin her aşamasındaki ham madde, ara mamul ve mamul stokları ile satın alınan, imal edilen parça ve mamullerde kalitesizlik en önemli israf unsurları olarak belirlenmiştir. Yalın üretimde, üretimin her aşamasındaki israfı ortadan kaldırabilmek için iki temel hedef vardır. (Tekin, 1996), (Çetinkaya, 2000), (Ardıç ve Yıldız, 2002)

Bunlar:

- Hammadde, ara mamul ve mamul bazında sıfır stok
- Satın alınan, imal edilen parça ve mamullerde sıfır hata

"Ancak yukarıdaki iki hedefte, idealize edilmiş hedefler olup ulaşılması gerçekte mümkün olmayan hedeflerdir. Burada önemli olan bu iki hedef doğrultusunda sürekli iyileştirme çabalarını yoğunlaştırmak ve bu yolda israfı önleyip maliyetleri Azaltabilmektir" (Ardıç ve Yıldız, 2002).

2.3.1. Sıfır Stok

Klasik üretim sistemlerinde, süreç içi stoklar ve tamamlanmış ürün stokları, Sistemdeki toplanmış ek değerleri göstermesi anlamında varlıklar olarak değerlendirilirler. Hammadde stokları, satıcıların tam zamanında teslimat yapmamaları durumunda, satıcı beceriksizliğine karşın bir sigorta olarak

görülmektedir. Tamamlanmış ürün stokları ise pazarlama ve satış fonksiyonu tarafından beklenmedik müşteri talebini karşılayabilmek açısından istenen bir durumdur. Stok, zamanından önce ve ihtiyaçtan fazla üretmek demektir. Önce ve fazla üretmek, gerektiğinden fazla iş gücü, ekipman, mekan ve enerji kullanılması anlamına gelir. Stok, üretim sürecinin tümü içinde bir beklemeyi ifade eder. İşlenmekte olan parçaların, atölye yada satıcılardan gelen ara mamullerin ve tamamlanmış mamullerin stoklanması demek, bir yerde hiçbir işlem görmeden beklemeleri demektir. Oysa üretimin hangi aşamasında olursa olsun bekleme, ürüne hiçbir değer katmayan, üretkenliği düşürücü, maliyeti arttırıcı, üretim sürelerini uzatıcı bir faktördür ve bir israftır. Stokun en önemli sakıncası, sermaye dönüşüm hızını ve buna bağlı olarak karlılığı düşürmesidir. Çünkü stok bir yatırım türüdür. Ancak stoka yapılan yatırım stok süresi boyunca geri dönmediği için ölü bir yatırımdır. Bu ölü yatırım bazı fırsatların kaçırılmasına neden olur. Stokun bir başka sakıncası da, işlenmekte olan parçalarda, ara mamullerde ve tamamlanmış ürünlerde hata oranını ve olasılığını arttırmasıdır. Klasik üretim sistemlerinde stoklu çalışmanın nedeni, üretimin herhangi bir aşamasında ortaya çıkan hatanın stoktan takviye edilmesidir. Bu sakıncası nedeniyle, stoku, hatasız üretimi kısıtlayıcı, üretime gevşeklik getiren bir faktör olarak nitelendirebiliriz. Stok, müşteri talebinin değişkenliğine uyum sağlamayı ve talebe anında yanıt vermeyi engeller. Oysa günümüzün yoğun rekabet koşullarında pazar, satıcı pazarından çıkıp, alıcı pazarına dönüşmüştür. Alıcı pazarında stokla çalışmak, büyük risklere neden olur. Stokun tüm sakıncaları, yalın üretimde neden sıfır stok hedefine yönelindiğinin cevabıdır. Yalın üretim stoku, üretimdeki tüm olumsuzlukların kaynağı olarak görmektedir.

2.3.2. Sıfır Hata

Klasik üretim sistemlerinde kalitede, sınırlı bir hedef belirlenir, kabul edilebilir bir kalite seviyesine ulaşılmaya çalışılır, sıfır hata nadiren düşünülür. Kalite fonksiyonunda muayene sistemleri, kontrol şemaları vardır. Benimsenen düşünce, belli seviyede kabul edilemez bir ürünün kaçınılmaz olduğu, müşteri beklentisi ve şartnameye uygun erişilebilir bir kalite seviyesine ulaşmanın yeterli olacağıdır. Bu düşünce, üretimin tüm aşamalarında mükemmelliğe ulaşmaya çalışan yalın üretimin

Felsefesine ters düşer. Yalın üretimde sıfır hata, sıfır stok temel hedeflerine ulaşabilmek için şu ikincil hedeflerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir;

A. Miktar ve çeşit açısından talepteki dalgalanmalara karşı sistemin adaptasyonunu sağlamak üzere üretim kontrol fonksiyonunun geliştirilmesi,

B. Her sürecin sonraki süreçlere sadece iyi (hatasız) parçaları göndermesini sağlamak üzere kalite güvence sisteminin kurulması,

C. Sistemin insan kaynağını kullanarak maliyet azaltma hedefine ulaşabilmesini sağlamak üzere insana saygının egemen olduğu bir örgüt kültürünün oluşması (Çetinkaya, 2000).

Yalın üretim, üretime yük getiren israflardan arınmayı hedef alan üretim yönetiminde çağdaş bir yaklaşımdır. Yalın üretimde, hammadde, malzeme, yer ve İşçilik israfından sürekli olarak kaçınılır. İsraflara yol açacak sorunlar belirlenmeye ve ortadan kaldırılmaya çalışılır. Mevcut süreç ve sistemler israfı azaltmak için sürekli bir iyileştirmeye, geliştirmeye ve uyumlaştırmaya tabi tutulur.

Yalın üretim üç temel ilkeye dayanır:

1. Tüm alanlarda ve oluşumlarda israfın minimizasyonu.
2. Mevcut süreç ve sistemlerin devamlı olarak daha iyi ve ileriye götürülmesi.
3. Tüm çalışanların katılımını sağlayarak karşılıklı saygı ve eşit davranışa dayalı bir oto-kontrol sisteminin sürdürülmesi (Eren ve Şahin, 1994).

Yalın üretimde üretim sürecinin bütün aşamaları mükemmelliği elde edecek şekilde tasarlanır. Yüzde yüz kaliteli üretimi, gereken zamanda ve gereken miktarda üretmeyi hedefler. Yalın üretimde tek bir amaç, tek bir çabayla gerçekleştirilmez. Bir amaca ulaşmak için öncelikle başka bir amaca ulaşılması gerekir. Ana hedef mükemmelliği elde etmektir. Bunun için, yüksek kalite ve düşük maliyetle müşteri talebini zamanında karşılayabilen bir üretim sisteminin varlığı gerekir. Bu üretim sisteminde, kalitede sıfır hata, üretimde sıfır stok amaçları olmalı, yani kaliteyi düşürücü, maliyetleri arttırıcı her türlü israfla mücadele edilmeli. Bu mücadele, üretim sisteminin amaca uygun şekilde dizaynı ile mümkün olur. Bunun için, öncelikle insan kaynağı katılımlı ve çok fonksiyonlu olarak kullanılmalı, üretim fonksiyonu talebe yanıt verecek şekilde geliştirilmelidir. Bu aşamada önemli olan ise, tüm bu çabaların sürekli olmasıdır. Çünkü yalın üretim bir proje yada bir moda değildir. Başlayınca devam ettirilmesi gereken bir felsefedir.

Ancak mükemmelliğe ulaşmak çok idealize bir amaç olup, tam anlamıyla ulaşılması mümkün değildir. Yapılması gereken, bu hedef doğrultusunda sürekli iyileştirme çabalarını yoğunlaştırmaktır. Yalın üretim sisteminin amaçları temelde; üretimdeki gereksiz ve verimliliği düşüren işleri gidererek toplam üretim sisteminin optimizasyonuna yönelik politika ve yöntemlerin geliştirilmesidir.

Bu amaçlar şu şekilde özetlenebilir:

- a) Optimum kalite, maliyet ve üretim için sistem tasarımı,
- b) Ürünün üretim ve tasarımında kullanılan kaynak miktarını en aza indirme,
- c) Alıcının isteklerini anlama ve zamanında karşılayabilme,
- d) Tedarikçi ve alıcılarla açık ve güvene dayalı ilişkiler geliştirme,
- e) Toplam üretim sistemini geliştirmek için herkesin katılacağı gelişim politikasını Oluşturma (Efil, 1999).

Yalın üretimde, en az ekipman, malzeme, yer, zaman, insan, stok, hata, gereksiz tekrar, taşıma, arıza, ıskarta hedeflenir. Bu hedefe sürekli gelişme ile optimizasyonu sağlayarak ve satıcılar ile birlikte bir takım ruhu ile çalışılarak ulaşılabilir. Üretim ve satış sürecini en aza indirerek yüksek kaliteli ve mümkün olan en az maliyetle üretim yapmak için çaba harcanır. Günümüzde, son derece dinamik pazar talepleri, artan Rekabet, dünya çapında ekonomik problemler, ürün maliyetleri gibi etkenler düşünüldüğünde yukarıda sıralanan amaçların gerçekleştirilmesinin zor olduğu söylenebilir.

Ancak yalın üretim, maliyet-kar ilişkisine yeni bir bakış açısı getirerek amaçlarına ulaşmaya çalışmaktadır. "Klasik üretimlerde; SATIŞ FİYATI = MALİYET + KAR denklemi, yalın üretimde; $KAR = SATIŞ FİYATI - MALİYET$ olarak yorumlanmaktadır" (Çetinkaya, 2000). Yani, yalın üretimde kar artışı maliyetin azaltılması ile mümkün olmaktadır.



Şekil 2.2 : Yalın Üretimin amacı müşterinin ödemek zorunda kaldığı 7 israf kaynağını ortadan kaldırması, hızlı ve ucuz ürünün üretilmesi (Çetinkaya, 2000)

İsraf, Japonca’ da Muda olarak isimlendirilir, özelliklede hiçbir değer yaratmadan kaynakları tüketen faaliyetleri tanımlar. İsraf 3M olarak bilinen Muda, Mari ve Mura’ nın toplamıdır. Bu Japonca kelimelerin anlamlarını açıklayacak olursak;

- Muda; kayıplar demektir.
- Muri; aşırı iş yükü demektir.
- Mura; dengesiz iş yükü demektir.

Ohno’nun muda listesi şu şekildedir: Hatalar, fazla üretim, stoklar, gereksiz işlemler, gereksiz taşımalar ve bekleme.

2.3.3. Aşırı Üretim

Aşırı üretimin en büyük nedeni, bir sonraki prosesin ihtiyacından fazla üretim yapmaktır. Bu durumda üretim hatlarında kısmi stoklar oluşur. Üretim blokları arasında oluşan bu gereksiz stoklar, üretimin ahengini etkiler ve tüm sisteme zarar verir. Müşterinin veya bir sonraki üretim hattının ihtiyaç duyduğu ürünü anında karşılayabilmek için anında üretim yapmak gerekir. Ancak işletmeler çoğu zaman talebi muhakkak karşılayabilmek için ve çıkabilecek aksaklıkları da göz önünde bulundurarak bir miktar güvenlik stoku bulundurlar. Böylece üretim hattının durmasını engellerler. Bu tutum, çizelgeleme problemlerine, üretim zamanı

gecikmelerine, fazla stok bulundurmaya, ek olarak yer gereksinimine, kalite sorumluluğunun eksilmesine ve üretim sürecinde ilave çalışmalara yol açar. Bunlar israf nedenidir.

2.3.4. Bekleme

Üretim hattında makine ve işgücünün beklemesi zaman kaybı olarak tanımlanır. Dolayısıyla kayıp ürün ve israf anlamına gelir. Bekleme zamanının miktar olarak ölçülmesi oldukça zordur. Çünkü bu zaman, üretim sürecinde çalışan işçi tarafından gizlenir. Oysa verimlilik artışı için, makine ve işgücünün etkin kullanımı şarttır.

2.3.5. Taşıma

Taşıma ürüne değer eklemeyen bir faaliyettir ve önemli bir israf kaynağıdır. Ürün üzerinde farklı iki yada üç işlem gerektiren durumlarda yada farklı yerlerde bulunan depolama noktaları arasında taşıma yapılır. Taşıma ek işgücü, depolama alanı ve ek maliyet getirir. Tesis yerleşimini düzenleme çalışmalarında, prosesler daha yakınlaştırılarak taşımaların miktarı ve tekrarı azaltılabilir. Taşıma metotlarında düzenlemeler yapmak ve tesis yerleşimini taşımaları azaltacak şekilde düzenlemek önemli bir israf kaynağını azaltacaktır.

2.3.6. Aşırı İşleme

Proses tek başına bir israf kaynağı olarak değerlendirilebilir. Proses üzerinde Yapılan bazı iyileştirmeler ile proses zamanında düşüşler ve ürün kalitesinde yükselmeler sağlanabilir. Proses miktarını azaltma ise, israfı önlemede en önemli Adımdır.

2.3.7. Aşırı Stokla Çalışma

Genellikle işletmelerde stok, ekipman bozuklukları, uzun hazırlık zamanları, büyük hacimde üretim ve prosesler arasındaki eksik koordinasyon gibi üretim problemlerini gizlemek için kullanılır. Stoklar yeterince yüksek olduğunda bu problemler fark edilmez. Oysa aşırı stok bulundurma sayesinde problem yokmuş gibi hareket etme

üretim maliyetlerini arttırır. Bunun yerine, stokları azaltarak problemleri ortaya çıkarmak ve onların çözümüne yönelmek gerekir. Tedarik, imalat ve koordinasyon konularında gerekli tedbirleri alarak, yalın üretim mantığı ile hareket etmek stok oluşumunu engelleyecektir.

2.3.8. Üretime Yönelik Olmayan Faaliyetler

Üretime yönelik olmayan, ancak üretim hattında kullanılan bazı faaliyetler ve yapılan gereksiz hareketler israftır. Örneğin, işçinin gereksiz arama, yürüme, el ve kol hareketleri ürüne değer eklemeyen gereksiz hareketlerdir. İş basitleştirme ve metot etütleri bu tür hareket israflarını azaltmada kullanılabilecek etkili yöntemlerdir.

2.3.9. Hatalı Ürünler

İsraf kaynağı olarak kabul edilen hatalı ürünlerin gerçek maliyetlerini hesaplama oldukça zordur. Bu maliyetler ıskarta miktarı, malzeme ve işçilik maliyetlerini içerir. Genellikle tahmin edilenden daha fazladır. Bu maliyetlerin nedenlerini araştırmak ve çözümlenmek gerekir. Ayrıca üretim sisteminde çıkan aksaklıklar, gecikmeler ve dağıtımın zamanında yapılamaması gibi problemler de görünmeyen ek maliyetler oluştururlar. Üretim akışındaki aksaklıklar ve kalite problemleri, üretimdeki israfın ana kaynağıdır. Ayrıca aşağıda sıralanan nedenlerde önemli israf kaynağı sayılmaktadır;

- 1) Büyük hacimde üretim.
- 2) Tezgah hazırlık zamanı prosedürlerinin yetersizliği ve tezgah değişimlerinin uzun zamanda yapılması.
- 3) Yetersiz üretim performansı ve boş bekleyen teçhizat.
- 4) Teçhizat yerleşiminin prosesin gerektirdiği şekilde olmaması.
- 5) Yetersiz prosedür ve performans standartları.
- 6) Yetersiz koordinasyon ve kontrol (Nicholas, 1998).

Toyota üretim sisteminde üretime sürekli bir akış kazandırmak, çeşit ve miktar açısından talebi karşılamak, esnek işgücü kullanmak, işgücünün önerilerine açık olma ilkeleri vardır. Bu üretim sistemi Toyota’ da aşağıdaki sistem ve yöntemlerle desteklenmektedir:

- JIT sisteminin oluşturulması için Kanban sistemi
- Talep değişimlerine uyum için üretimin düzgünleştirilmesi
- Üretim tedarik sürelerinin azaltılması için hazırlık sürelerinin azaltılması
- Hat dengelemesi için işlemlerin standardizasyonu
- Esnek işgücü için üretim süreci yerleşimi, çok fonksiyonlu iş görenler
- İşgücünün moralini yükseltmek için küçük gruplardan oluşan öneri sistemi ve geliştirme faaliyetleri
- Oto kontrolü yaygınlaştırmak için görsel kontrol sistemi
- İşletme düzeyinde kalite kontrol için fonksiyonel yönetim (Çelikçapa, 1995).

Toyota üretim sisteminde Kanban, just-in-time’ gerçekleştirmede kullanılan bir araçtır. İş alanları arasında basit ve direkt olarak yapılan bir iletişim şeklidir. Kanban, hangi ürünün ne kadar ve ne zaman üretileceği bilgilerini içerir. Sistemin bel kemiği olarak nitelendirilen Kanban ile üretimin tüm aşamalarında birbirinden önceki ve sonraki süreçler, tüm bilgileri Kanban kâğıdına aktararak fabrika içi bilgilendirmeyi zamanında ve doğru bir biçimde gerçekleştirirler. Toyota üretim sistemi, üretim yönetiminde farklı bir yaklaşımdır. 2. Dünya savaşı sonrası Japonya’nın içinde bulunduğu ekonomik şartların bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Japonya kıt olan doğal kaynaklarını, sermayesini ve işgücünü en rasyonel şekilde kullanmayı öğrenmek zorunda kalmıştır. Bu zorunluluk, bugün çeşitli üretim alanında uygulaması yapılan bir üretim ve yönetim anlayışının doğmasına neden olmuştur. Kısacası sudur: Yalın üretim, “en az kaynakla, en kısa zamanda, en ucuz ve hatasız üretimi, müşteri talebine de bire bir uyabilecek/yanıt verebilecek şekilde, en az israfla (daha doğrusu israfsız), ve nihayet tüm üretim faktörlerini en esnek şekilde kullanıp, potansiyellerinin tümünden yararlanarak nasıl gerçekleştirmek arayışının bir sonucudur. Yalın üretim, bu hedeflerin tümünü aynı anda gerçekleştirme ilkesine dayanır ve Batı’da 1900’lerin başlarından beri hakim olmuş konvansiyonel kitle üretimi yaklaşımını tersyüz eden, bir anlamda her şeye alışılmışın tam tersi yönünde yaklaşan bir sistemdir.

2.4. Yalın Üretimin İlkeleri

Yalın üretim, ABD’ deki Massachusetts Institute of Technogy Üniversitesi bünyesinde dünya otomotiv sanayi üzerine çalışmalar yapan International Motor Vehicle Project (IMVP)’ de araştırmacı olan John Krafcik tarafından ortaya atılmış bir terimdir (Womack ve diğ. 1990).

Bu terimin dünya çapında geçerlilik kazanması James P. Womack, Daniel T.Jones ve Daniel Roos’ un Dünyayı Değiştiren Makine isimli kitabının 1990’ da piyasaya çıkmasıyla mümkün olmuştur. Yazarlar dünyanın yalın üretimi deneme konusunda istekli olduğunu kitabı tanıtım seyahatleri sırasında görmüşler ancak yalın üretimi nasıl yaparız? Sorusu ile karşılaşmışlardır (Womack ve Jones, 1998). Aslında yalın üretimin bazı ilkeleri kavram olarak Ford ve Taylor tarafından geliştirilmiştir. Ancak 1900’ lerin başında, zamanın koşulları ve teknik yetersizlikler nedeniyle bu kavramlar uygulanamamıştır. Ford, iş süreçlerinin tüm noktaları arasında tam bir uyum sağlamayı ve üretim akışını baştan sona aynı ritimle yürütmeyi amaçlamıştır. Bu Ford’ un senkronize fabrika hayalidir. Taylor ise, işgücünde üretkenliği arttırmayı ve çalışanlardan tam kapasite yararlanarak işgücü israfından kurtulmayı amaçlamıştır. Ford ve Taylor’ un bu amaçları ancak yarım yüzyıl sonra zamanın koşullarına göre geliştirilerek uygulamaya konulmuştur. Yalın üretim, tüm kural ve ilkeleri sorgulayan, yerleşik kanılara şüpheci yaklaşan bir felsefenin ürünüdür. Yalın üretimi gerçekleştirebilmenin yolu yalın düşünebilmekle başlar. Yalın düşünce israfı engeller. Yalın düşünce, değer tanımlanması, değer yaratan adımların en iyi ve doğru biçimde sıralanması, bu adımların gerektiği anda aksamaya uğramadan atılması ve giderek daha yüksek etkenlikle gerçekleştirilmesinin yollarını gösterir. Kısacası, yalın düşünce, giderek daha az (emek, donanım, zaman ve alan) harcayarak daha fazla üretebilmeyi ve müşterilerin asıl beklentilerine daha çok yaklaşmayı sağladığı için yalındır (Womack ve Jones,1998). Yalın düşüncenin beş temel ilkesi vardır. Belirli bir ürün için değeri kesin ve açık bir şekilde tanımlamak, ürünün değer akımını saptamak, değer kesintisiz akışını sağlamak, müşterinin değeri üreticiden çekmesi ve mükemmellik peşinde koşmaktır. Yalın düşünce, değer tam ve doğru olarak tanımlanmasına yönelik bir çabayla başlar. Değer, müşteri tarafından tanımlanır, üretici tarafından yaratılır.

Yalın düşünöbilmek israfı değere dönüştürmeye yönelik çabalara hız kazandırır. Yalın üretim kusursuzluğu hedef alır. Sıfır stok, üretimde sıfır hata, artan ürün çeşitliliği ve maliyetlerin azaltılması gibi mükemmellik arayışları vardır. Seri üretim ile Yalın Üretim arasındaki en çarpıcı farklılık amaçlarında yatmaktadır. Seri üreticiler kendilerine sınırlı bir hedef tayin ederler. Buda, azami sayıda, standardize edilmiş ürünler anlamına gelir. Daha iyisini yapmak, bu anlayışa göre çok pahalıya mal olacaktır veya insanın doğal yeteneklerini açacaktır. Diğer tarafta, yalın üreticiler kesin olarak kusursuzluğu hedef almışlardır. Devamlı düşen maliyetler, sıfır bozuk mal, sıfır stok ve sonu gelmeyen ürün çeşitliliği gibi. Yalın üretici bu hedefe ulaşmak için sürekli mükemmellik arayışı içindedir. Yalın Üretim, daha fazla profesyonel yeteneklerin öğrenilmesini ve bunların katı bir hiyerarşiden ziyade yaratıcı bir şekilde bir takım atmosferi içinde uygulanmasını gerektirmektedir.

Ana amaç, sorumluluğu kuruluşun hiyerarşik yapısında yöneticisinden işçisine kadar tüm departmanlara yaymaktır. Yalın üretim yalındır. Çünkü seri üretimle kıyaslandığında her şeyin daha azını kullanır. (fabrikadaki insan gücünün yarısını, imalat alanının yarısını, araç gereç yatırımının yarısını, yeni bir ürünün yarı zamanda geliştirilmesi için gereken mühendislik saatlerinin yarısı gibi.) Ayrıca yerinde ihtiyaç duyulan stokların yarısından çok daha azının bulundurulmasını gerektirir, çok daha az bozuk mal çıkar ve daha fazla ve gittikçe de artan çeşitlilikte ürünler üretilir (Womack ve Jones, 1990).

Bir işletmeyi yalın bir işletme yapan temel ilkeler şunlardır;

- Değer
- Değer akımı
- Akış
- Çekme
- Mükemmellik

2.4.1. Değer

Yalın Üretim kavramı, temel ilkelerinden olan değer kavramının tanımlanması ile başlar. Yalın Üretim bakış açısına göre değer kavramı yalnız ve yalnızca Müşteriler tarafından tanımlanabilir ve ürünün fiyat ve diğer özellikleri bakımından müşterinin ihtiyaçlarına cevap verip verememesinin ölçüsüdür (Womack ve Jones, 1998).

2.4.2. Değer Akımı

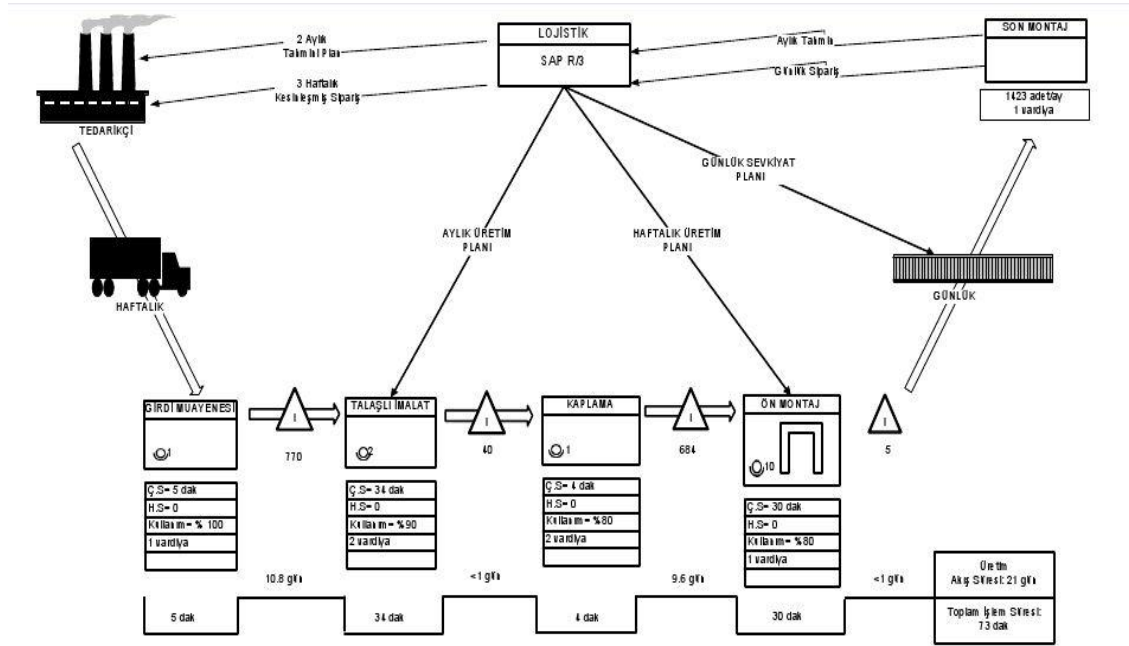
Değer akımı, her ürün için esas olan ana akışlar boyunca bir ürünü meydana getirmek için ihtiyaç duyulan, katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetlerin bütünüdür. Değer akımı, bir ürünün işletmedeki üç yönetim görevinden geçmesinde gerekli olan tüm adımlardır (Womack ve Jones, 1998).

Problem çözme görevi: Ayrıntılı tasarım ve mühendislik çalışmalarını içeren, kavramsal boyutla başlayıp üretimin başlamasına kadar devam eden süreci kapsar.

Bilişim yönetimi görevi: Siparişlerin alınmasından teslimatın yapılmasına kadar geçen ve ayrıntılı çizelgeleme çalışmalarını içeren süreci kapsar.

Fiziksel dönüşüm görevi: Hammaddeden son ürüne dönüşümü içerir. Yalın düşünce, ürünlere dar bir çerçeveden bakan firmayı bir kenara bırakarak kavramsal boyuttan fiili uygulamaya, sipariştten teslimata ve hammaddeden ürüne uzanan süreçte belirli bir ürünün ortaya çıkması için gerekli faaliyetler kümesinin bütününe bakabilmeyi gerektirir. Bu bütünsel bakışın gerçekleşmesini sağlayan örgütsel yapıya da yalın işletme diyebiliriz. Aynı zamanda yalın işletme, ilgili tüm kesimlerin, her türlü mudayı yok ederek değer akımına bir kanal oluşturmak amacıyla bir araya geldikleri zirve olarak ta değerlendirilebilir. Birçok şirket tarafından atlanan değer akımı aşaması birçok mudayı ortaya çıkarır. Ürünün daha az bölümünün firma içinde üretilip büyük kısmının dışarıda yaptırıldığı bir çağda eğer gerçekten bütüne bakar ve hammaddeden müşteriye tüm yolları izlersek, bir çok firmadan ve işletmeden geçen bir değer akışını takip etmemiz gerekecektir. Ancak bu başlangıç için bu haritalamayı yapmak çok fazla zordur.

Değer akımının kolaylıkla gözlenebileceği en iyi yerlerden birisi Süpermarket koridorlarıdır. Çünkü burada, her biri onlarca firma tarafından oluşturulan binlerce akım müşterilerin ellerinde son bulur. Bu koridorda sadece müşterinin kararlarıyla çekilen fiziksel ürünün akışı değil, aynı zamanda piyasaya yeni çıkan ürünlerin ürün geliştirme süreci de sona erer. Değer akımının tanımlanması için kullanılan en etkin yöntemlerden birisi değer akış haritalarının hazırlanmasıdır.



Şekil 2.3: Değer Akışı Haritalandırma, (S.BİRGÜN, 2006)

Şekil 2.3'te bir örneği verilen değer akım haritalamadan beklenen fayda bir ürünü gerçekleştirirken yürütülen değer katan ve katmayan faaliyetlerin gözlemlenebilmesidir.

Değer akış haritalarının gerekliliği şu nedenlerdendir.

- 1) Akışı görmemizi sağlar,
- 2) Değer akış yollarındaki israf kaynaklarını görmemiz sağlar,
- 3) Üretim süreçleri ile ilgili ortak bir konuşma dili sağlar,
- 4) Akışla ilgili kararlar görünür olduğu için tartışılabilir,
- 5) Yalın kavram ve teknikleri bir birine bağlar,
- 6) Bilgi ve malzeme akışları arasındaki ilişkiyi gösterir,
- 7) Akışı yaratmak için işletmemizi nasıl çalıştırmamız gerektiğini çok detaylı bir şekilde tanımlamamızı sağlayan nitel bir araçtır.(Rother ve Shook,1999).

Değer akımında bazı aşamalar değer yaratmadığı halde mevcut teknoloji ve üretim sistemleri nedeniyle kaçınılmazdırlar ve hemen kaldırılmaları mümkün olmaz. Bu Birinci tip muda olarak tanımlanır. Kaliteyi sağlamak amacıyla kaynak muayenesi yapma ya da yolcu taşıyan otobüsü pek çok ara terminale uğraması gibi faaliyetlerdir. Geriye kalan pek çok aşama ise müşteri açısından değer yaratmaz hemen kaldırılabilir. Bu tip mudalar ise İkinci tip muda olarak tanımlanır. Büyük miktarlarda hammadde stoku bulundurmak, ikincil işlemler, beklemler gibi (Womack ve Jones, 1998).

2.4.3. Akış

Değerin tanımlanmasının ardından, değer akımının üzerinde israfa yol açan aşamaları kaldıran yalın işletmede bir sonraki aşamaya geçilebilir. Yani değer yaratan aşamaların bir akış halinde dizilmesini sağlamak. Herkesçe bilindiği üzere, çalışma hayatında verimliliği artırmak ve yönetimi kolaylaştırmak için faaliyetleri tiplerine göre gruplandırmak gerektiğine yönelik bir görüş baskındır. Her birimiz, doğru gibi görünen bu düşünce nedeniyle kendimizi fonksiyonlar ve bölümlerden oluşan bir dünyada buluruz. Görevleri daha verimli Yapılabilmesi için, birbirine benzeyen görevlerin partiler halinde gerçekleştirilmesi daha mantıklı görünür: Boya Atölyesi'nde önce tüm beyaz parçalar, ardından tüm kırmızı parçalar boyanmalı, İmalat Atölyesi'nde önce A tipi araçların kapıları, sonra B tipi araçların kapıları

preslenmelidir. Ancak bu yaklaşım, hızlı ve pahalı ekipmanın kullanımını gerektirir. Sonuçta da verimli olduğu düşünülür. Oysa bu tespit tamamen yanlıştır ve çoğumuzun bunu görmesi neredeyse imkansızdır. Akış ilkesinin potansiyelini ilk anlayanlar, Henry Ford ile ortakları olmuştur. Ford, 1913 yılında Model T'nin montajı için gereken çabayı, montaj hattında uyguladığı sürekli akış ilkesi ile %90 oranında azaltmıştır. Daha sonra Model T'nin parça imalatında kullanılan tezgâhları doğru şekilde sıralayarak, hammaddeden ürüne kadar düzgün bir akış sağlamaya çalışarak benzer bir üretkenlik sıçraması elde etmiştir.

Fakat bu uygulama özel şartlarla sınırlı kalmıştır. Yöntemin uygulanabilmesi için üretim hacimlerinin yüksek olması, her üründe aynı parçaların kullanılması ve aynı modelin yıllarca üretilmesi gerekmiştir. Model T 19 yıl üretimde kalmıştır. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra Taichi Ohno ve teknik asistanları, bir üründen milyonlarca üretmek yerine yalnızca talep edilen küçük partileri sürekli akış formunda üretmenin gerekliliği konusunda görüş birliğine varmışlardı. Çünkü insan ihtiyaçlarını güçlü nehirlerle değil mütevazı derelere benzetiyorlardı.

Ohno ve arkadaşları tezgâh boyutlarını ufaltarak ve bir üründen diğerine geçişteki süreleri kısaltarak farklı süreçlerden geçen ürünlerin sürekli akışını sağlamışlardır. Ohno'nun 'yeniden işlem' hakkındaki düşüncesi de ilginçti. Ohno'ya göre seri üretimde hattın devamlı yürümesini sağlamak için hataların geçip gitmesine izin vermek, hataların sonu gelmez biçimde artmasına neden oluyordu. İşçiler mantıklı olarak, hataların hattın sonunda yakalanacağını ve hattı kendilerinin durdurmaları durumunda ceza göreceklerini biliyorlardı. Karmaşık bir araca hatalı monte edilmiş sağlam parça veya kendisi hatalı olan parça için düzeltme işlemi gerekebiliyordu. Böyle bir sorun hattın sonuna kadar fark edilmediği için de orun bulunana kadar pek çok arızalı aracın üretimi gerçekleşmiş oluyordu.

Hattın sonundaki yeniden işleme alanındaki sanatkar işçiler ise ürüne kattıklarını düşündükleri kalite nedeniyle gurur duyuyorlardı. Aslında yaptıkları iş standart dışı parçaları alıştırmak, ayarlanacağı düşüncesiyle tasarlanmış parçaların ayarını yapmak veya montaj hatalarını düzeltmekti. Ancak burada görülen tek şey mudadır. Çünkü ürünün istenen kalitede ve bir kerede üretimi sağlanmadığı için fazladan işçi çalışmaktadır.

Böyle bir sistemde bir başka sorun ise, parça imalatının büyük partiler halinde yapılması nedeniyle süreç içinde hareket eden envanterin takibinin nasıl yapılacağı ve doğru parçanın doğru zamanda doğru operasyona gönderilmesinin nasıl sağlanacağıdır. Aynı parçadan belki yüzlerce üretilmekte ve herhangi biri hatalı üretilmiş olsa bile stoka gideceği için o anda fark edilmemektedir. Parça hatalı üretilse bile bunun yerine sağlamı kullanılacağı için bu durum fazla önemsenmez. Bunların bir sonucu olarak üretimde gerekecek olan parçalar stok yığınları arasında aranırken define avcılığı yapılacaktır.

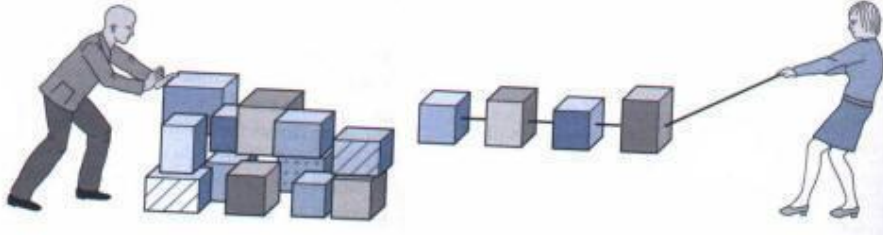
Diyebiliriz ki taşınan envanter miktarı ne kadar çoğalır, ihtiyaç duyulan tek bir parçayı bulma olasılığı da aynı oranda azalacaktır. Akışın sağlanabilmesi için her bir işçi ve makineye önemli görevler düşmektedir. Öncelikle işçi ve makinelerin istendiği anda çalışmaya başlaması ve ürettikleri her parçanın kesinlikle kusursuz olması gerekir. Sistem tüm ekipmanın aynı anda çalışacağı ya da sistemin hiçbir parçasının çalışmayacağı şekilde tasarlanmıştır. Bunun için de işçilerin tüm görevler için çapraz beceri sahibi olmaları ve makinelerdeki arıza oranlarının düşürülmesi gereklidir. Bunların yanı sıra bir sonraki aşamaya hatalı parça gönderilmesinin de önlenmesi sistemin sağlık olarak çalışması açısından çok önemlidir.

2.4.4. Çekme

Taichi Ohno'ya göre ne kadar çok envanteriniz varsa daima bir eksik parçanız olacaktır. Ohno bu problemin, üretimdeki her aşamanın bir önceki aşamaya giderek kendisine o anda gerekli sayıda parçayı almasını sağlamakla çözülebileceğine karar vermişti. Bu uygulamaya 'önceki aşama bir sonraki aşamanın çektiği parça sayısından daha fazla üretim yapamaz şeklindeki kuralın eklenmesiyle ilk Tam Zamanında sistemi de kurulmuş oldu. Kitle üretim sistemlerinde üretim akışı en baştan başlayıp sona, montaj hattına doğru ilerler, yani bir önceki istasyon bir sonrakinin işleyeceği parçayı'iter'. Talepte oluşacak bir dalgalanma durumunda ise her proses için çizelge değişikliği yapılacaktır.

Üretim çizelgelerinin sıkça değiştirilmesi zor olduğundan, proseslerde oluşabilecek sorunları ve talep değişmelerini içermesi için tüm prosesler arasında güvenlik stokları oluşturmak gerekecektir.

Bunun sonucu olarak gereksiz donanım, aylak işçiler ve düşük kalitede ürünlerin oluşmasına yol açan dengesiz bir stok yapısı ortaya çıkar. Çekme ise, sonraki aşamalarda yer alan müşteri istemeden önceki aşamalarda hiçbir ürünün üretilmemesidir. Buradaki amaç, üretim aşamalarının gereksiz üretim yapmalarına engel olmaktır. Ne zaman bir araba bayisinin önünden geçsek, fabrikadan yeni çıkmış ancak henüz kimsenin istemediği bir yığın arabadan oluşan mudayı görürüz. Yine benzer biçimde, liste fiyatları üzerinden indirimleri veya yedek parça için özel uygulamaları duyuran ilanlara rastlarız. Tüm bunların nedeni, arabalar talep edilmeden bayinin sipariş vermesi ve fabrikanın da müşteri çekmeden arabayı üretmesidir.



Şekil 2.4 : Çekme ve İtme sistemi

Çekme olayının başladığı yer montaj hattıdır. Bu hatta çalışan bir işçi, kendisinden istenen üretimi yapabilmesi için gerekli miktarı bir önceki aşamadan ister. Onun bu parçaları çekmesi, önceki aşama için yeni üretime başlama sinylidir. Bu aşamadaki işçide yeni üretimin miktar ve çeşitliliğine göre ihtiyacı olan parçaları kendinden bir önceki aşamadan çeker. Aynı ilişkiler, tedarikçilere kadar uzanarak gerekmeyen parçaların üretilmesi engellenmiş olur. Çekme sistemi, şu amaçlara ulaşmak için uygulanmaktadır:

- Sonraki aşamaların talebinde olabilecek dalgaları önceki aşamalara aktarabilmek,
- Ara stoklardaki değişkenliği azaltarak stok kontrolünü daha kolay hale getirmek,
- Tıpkı stokların kontrolünde ki gibi üretimin kontrolünü de üretim proseslerindeki formenlere dağıtarak üretim sistemini basitleştirmek.

Çekme sisteminde;

- Her proseste miktarı kesin olarak belirlenmiş stok bulundurulur.
- Sonraki proses, kullandığı malzemeyi tekrar yerine koyabilmek için önceki proseste sipariş verir.

Bu iki sonuca ulaşmak için şu koşullar sağlanmalıdır:

- Yeniden sipariş noktası ve parti büyüklüğü standartlaştırılmalı,
- Eldeki stok seviyesi ve daha önce verilmiş siparişler bilinmelidir.

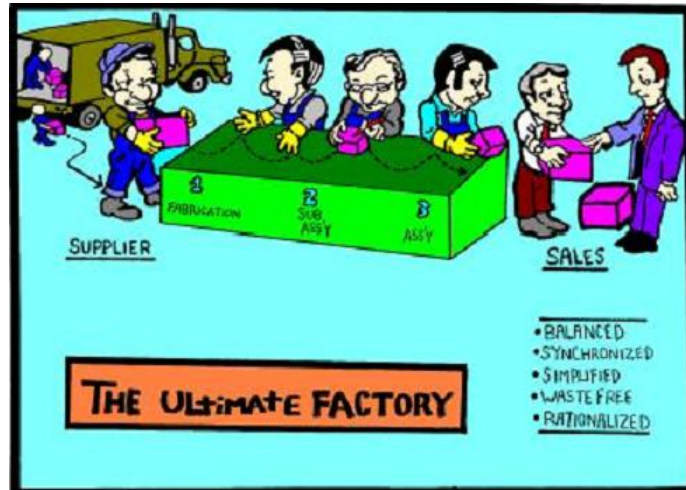
Çekme sistemi ile yalnızca ara stokların ortadan kaldırılması sağlanmış olmaz, aynı zamanda talebin değişmesi durumunda tüm proseslerin çizelgelerini değiştirme zorunluluğu da terk edilir. Yalnızca montaj bölümü değişen çizelgeden haberdar olur, önceki proseslerin üreteceği ürün tipi ve miktarları ise Kanban denilen ve bilgi iletimini sağlayan kartlarla bildirilir (S. Durmuşoğlu, 1989),(Koçer A. 1992).

Tablo 2.1: İtme ve Çekme Sistemi Arasındaki Farklar (S. Durmuşoğlu, 1989),(Koçer A. 1992)

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

2.4.5. Mükemmellik

Firmada değer doğru tanımlanıp değer akımının tümü belirlenerek ürünlerin prosesler arasında akması ve müşterilerin de çekmesi sağlandığı zaman değişik bir durum oluşacaktır. Çalışanlar hem müşterilerin ürünlerden beklentilerini artırma, hem de iş yükü, maliyet ve hataları azaltma süreçlerinin sonu olmadığını görürler. Bu noktada akla gelen ilk kavramın 'mükemmellik' olması kaçınılmazdır. Çünkü süregelen biriktir ve beklet sistemi müşterinin çektiği akış sistemine dönüştüğünde, sistem içindeki işgücü verimliliği ikiye katlanacak, işlerin tamamlanma zamanları ile envanterler % 90 oranında azalacak, müşteriye ulaşan hatalı ürünler ile süreçlerdeki hatalı üretim miktarları yarıya düşecektir. Yeni ürünleri pazara sunma süreleri yarıya inecek, çok küçük ilave maliyetlerle ürün gruplarında çeşitlilik artacaktır.



Şekil 2.5 : Mükemmel işletme (Lee,2004)

Dahası gerekli sermaye yatırımları çok düşük seviyelerde kalacak, hatta mevcut ekipmanlardan gereksiz olanları satılabilirse negatif değerlere bile düşecektir. Sonuç olarak bir işletmenin mükemmel bir işletme olması imkansızdır. Yalın üretimdeki amaç bu mükemmellik noktasına en yakın olabilmektir. Mükemmellik sonsuzluktur, çünkü bir işin daha iyi yapılabileceği bir yol mutlaka vardır. Zaten ileride göreceğimiz Kaizenin anlamında yatan sonsuz iyileştirmeler olgusu buradan çıkmıştır.

2.5. Yalın Yaklaşımında Çalışanların Yönetime Katılımı

Çalışanların yönetime katılımı, yeni yönetim anlayışlarında odak noktasıdır. “Genel olarak işletmelerde yönetime katılma mal ve hizmet üretiminde işletmelerde en alt kademedeki iş görenden başlayarak en tepedeki yöneticiye kadar düşünme, deneme, değerlendirme ve yanılma imkânının verilmesi olarak tanımlanabilir”. Yönetime katılma her çalışan için, sorun çözme, düşünce üretme, proses geliştirme ve kendi düzeylerini ilgilendiren kararların oluşturulmasına katkıda bulunma ve katılmayı gerektirir. Yönetime katılma ile örgütte sorun çözme, süreç geliştirme ve düşünce üretme düzeyi yükselecektir.

Yalın üretim uygulamalarında çalışanların yönetime katılımı, amaçlara ulaşabilmek için bir ön koşuldur, yalın üretimi sağlayan diğer yöntemlerle paralel olarak uygulamaya geçirilmelidir. Yönetime katılım zihinsel çabayı gerektiren bir etkinlik olduğu için, daha yüksek düzeyde motivasyonu, gelişmiş bir aidiyet duygusunu ve gönüllülüğü gerektirir. Hiyerarşik ilişkilerin katılığıyla ve emir komuta zinciri içinde emirle gerçekleşemez. Çalışanların yönetime katılımlarının sağlanması için şunların yapılması gerekir (Paksoy,2000),(Nicholas, 1998):

- Büyük hacimde üretim.
- Tezgah hazırlık zamanı prosedürlerinin yetersizliği ve tezgah değişimlerinin uzun zamanda yapılması.
- Yetersiz üretim performansı ve boş bekleyen teçhizat.
- Teçhizat yerleşiminin prosesin gerektirdiği şekilde olmaması.
- Yetersiz prosedür ve performans standartları.
- Yetersiz koordinasyon ve kontrol.
- Çalışma koşullarının iyileştirilmesi ve işin insancillaştırılması,
- İşten çıkarılması korkusunun yok edilmesi,
- Saygınlık gereksiniminin karşılanması (yöneticilerin çalışanlara saygı duyması, bunu söz ve davranışları ile belli etmesi, onlara değer vermesi),

- Çalışanların düşüncelerini özgürce ifade edebileceği ortamın hazırlanması,
- Tüm örgütte kontrol kültürü yerine kalite/verimlilik kültürünün egemen kılınması,
- Tüm yönetici ve çalışanların sorumluluk duygularının geliştirilmesi,
- Örgütsel amaçlarla bireysel amaçların eşitlenmesi (Türkmen, 1997).

Yönetime katılım, en üst kademe yöneticilerden başlayarak ilk kademe yöneticileri ve aslar düzeyine kadar yayılmalıdır. İlk kademe yöneticileri (formen, ustabaşı, vardiya sorumlusu vs.), çalışanlardan oluşan katılımcı gruplara liderlik yapmalı ve onları sorun çözmeye yönelik katılımcılığa motive etmelidir. Şefler ilk kademe yöneticilerden, uzman ve mühendislerden oluşan gruplara liderlik etmeli ve etkileşimli iletişim ortamı oluşturmalıdır. Bu düzeydeki gruplar, sorun çözmekten çok süreç geliştirme amaçlıdır. Müdürler, şeflerden oluşacak gruplara liderlik etmeli ve düşünce üretimi sağlamalıdır. Genel müdürler ise, yardımcıları, müdürler, danışmanlar ve üst düzey uzmanlardan oluşan gruplara, üst düzey politika oluşturma, strateji geliştirme ve yenilik yapma amacına yönelik liderlik etmelidir. Üst yönetim tüm örgütü katılımcılığa motive etmeli, örnek olmalıdır.

2.5.1. Yönetime Katılım İçin Yapılması Gerekenler

Yönetime katılma uygulamaları için işletmelerde bazı değişimlerin oluşması gerekmektedir. Bu gereklilikleri sıralayacak olursak;

- Yöneticilik tanımının değişmesi,
- İletişimin değişmesi,
- Denetim sisteminin değişmesi,
- Otorite Anlayışının değişmesi,
- Endüstriyel ilişkilere olan yaklaşımın değişmesi (Türkmen, 1997)

2.5.1.1. Yöneticilik Tanımının Değişmesi

Günümüzde yönetim tanımını, mevcut sistemleri en iyi şekilde çalıştırarak, işyerinde sıkı bir disiplin ile insanların işlerini yapmalarını sağlayarak en yüksek oranda karlılığa ulaşmak şeklinde yapmak yanlış olacaktır. Bu tanım kontrol kültürünün yarattığı bir tanımdır ve yetersizdir. Bu tanıma yapan yaklaşımın yetersizliği yeni yönetim arayışlarına neden olmuştur. Artık yönetimin tanımı şu şekilde yapılmaktadır: Yönetim, mevcut sistemleri sürekli geliştirerek, çalışanların katılımını sağlayarak, daha yüksek kalite/verimlilik düzeylerini yakalamak ve sürekli bu düzeyleri aşma yolunda astlara liderlik yaparak onları değişime, kaliteye ve katılıma güdülemek, işletmeyi kar maksimizasyonundan pazar payı maksimizasyonuna yöneltmek ve tüm bu amaçlara ulaşabilmek için önce kendinden başlamak üzere tüm işletmede radikal değişimleri başarmaktır. Çalışanların yönetime katılımının sağlanması için, öncelikle yönetim tanımının günümüz koşullarına uygun olarak yapılması gerekir.

2.5.1.2. İletişim Yaklaşımının Değişmesi

Geleneksel iletişim uygulamalarıyla çalışanların yönetime katılımı mümkün olmaz. Bunun için örgütsel iletişim sistemi tek yönlüden çok yönlü bir yapıya dönüştürülmeli, bilgi içerikli bir iletişim ağı kurulmalı ve tüm çalışanlar bu iletişimde aktif olarak yer almalıdır. Sorunların çözümüne, süreçlerin geliştirilmesine yönelik katılıma motive olmuş çalışanların bireysel ve grupsal etkinliklerinde başarılı olması, bu çok yönlü bilgi içerikli iletişim sisteminin varlığına bağlıdır. Açık ve doğru iletişim, yönetimin çalışanlara güvenmesi, bilgi akışının çok yönlü olması katılımı arttıran unsurlardır.

2.5.1.3. Denetim Yaklaşımının Değişmesi

Klasik yönetim uygulamalarında denetim, suçluyu bulmak ve cezalandırmak amacına yöneliktir. Bu nedenle sorunların kaynağına inilemez. Ancak, bir işletmede ortaya çıkan sorunlar büyük ölçüde sistemden kaynaklanır. Sisteme değil de insana yönelik denetim anlayışı ile birileri cezalandırılır, ancak soruna neden olan sistem değiştirilemez ve aynı sorun zaman içinde tekrar oluşur. İnsana yönelik denetim anlayışının benimsendiği işletmelerde bilgiler ve sorunlar çalışanlarca saklanır. Bu şekildeki denetim, sorunlara çözüm bulmadığı gibi çalışanlarda korku da yaratır.

2.5.1.4. Otorite Anlayışının Değişmesi

Otorite genel kabul görmüş tanımı ile yönetime yasal olarak verilmiş karar verme ve başkalarının davranışlarına egemen olma gücü ve hakkıdır. Buna göre, her yönetici kendi yetki kapsamı içinde tekil karar verici konumundadır ve otoriteyi kullanmasında yasal sınırlamaları yoktur. Çalışanların yönetime katılımı uygulamalarında otorite anlayışı farklıdır. Otoriteyi, başkalarının irade ve davranışları üzerinde egemenlik olarak algılamak yalın üretim felsefesine terstir. Yalın üretimde otoriteyi, anlaşmaya yönelik iletişim ile ortak bir iradenin oluşturulması yetisi olarak tanımlamak gerekir. Buna göre, her düzeydeki yönetici kendi astları ile sorun çözme, süreç geliştirme, işin insancillaştırılması ve iş güvenliğinin sağlanması gibi konularda kararları ortaklaşa almalıdır. Burada en önemli şey, her astın bir üstün kararında etkili olmasıdır. Ancak bu etki, astın mesleki bilgi, beceri ve görev kapsamıyla sınırlıdır.

2.5.1.5. Endüstriyel İlişkilere Olan Yaklaşımın Değişmesi

Küreselleşme ve rekabetçi yaklaşımlar, bilgi teknolojisinin de etkisiyle işletmelerin esnek çalışma zorunluluğunu getirmiştir. Esnek şekilde çalışma endüstriyel ilişkileri de değiştirmiştir. Çalışanlarda örgütsüzleşme başlamış, taşeronlaşma hızlanmış, sendikalaşma gerilemiştir. Bu yeni gelişmeler uzun vadede işletme verimliliğini olumsuz etkileyebilir.

2.6. Yönetime Katılımda Önemli Olan Faktörler

Çalışanların yönetime katılımında önemli olan faktörleri sıralayacak olursak;

2.6.1. Esneklik

Yalın üretim, işgücünün beceri düzeyini yükselttiği için, bilimsel yönetim modelinin aksine işçiler yönetimle birlikte endüstriyel ilişkiler sistemine dâhil olup, emek süreçlerini tartışmakta, onlarla işbirliğine gitmekte, bu da işgücünün iş tatminini yükseltip endüstriyel çatışmaları azaltmaktadır (Özkalp ve Sungur, 1997).

Yalın üretim sisteminde çalışanlar, üretim miktarına ve ürün çeşidine paralel biçimde birden fazla işlevi yerine getirebilecek beceriye sahip olmalıdır. Bu durumda çalışanlar, üretim hedefleri doğrultusunda farklı üretim ünitelerinde kullanılır ve çalışanlardan maksimum ölçüde yararlanılır. Diğer bir deyimle, yalın üretim sisteminde çalışanlar, çok yönlü kafa ve kol becerisine sahip olduğundan üretim sürecinde birden çok fonksiyonu yerine getirebilmektedir. Bunun için, çalışanların işin gerektirdiği eğitime ve beceriye sahip olması önemlidir. Fonksiyonel esneklik olarak nitelendirilen bu özelliğe sahip olan çalışanların, iş güvenceleri ve ücretleri yüksektir. Teknik ve satış yöneticileri, dizaynırlar, kalite kontrol uzmanları, teknikerler fonksiyonel olarak esnek biçimde kullanılabilir çalışanlardır. Bu nitelikli çalışanlardan en fazla ölçüde yararlanma çabası içinde olunmalıdır. Bunlara baktığımızda işletmemizdeki esnek çalışanlar aşağıdaki özelliklere sahiptir.

- İşte sorumluluk
- Kişisel beceri
- Sorumluluk sınırlarının olmaması
- Yatay iş gücü takım laması
- Eğitime açıklık
- İş güvenliğinin artırılması

2.6.2. Çalışma Yaşamının kalitesi

Çalışma yaşamının kalitesi, çalışma koşullarının düzeyini ve çalışanların örgüt üyeliği ile ilgili algılamalarını ifade eden bir kavramdır. Çalışanların algılamaları ile ilgili olduğu için subjektiftir. Çalışma ortamının çalışanlarca, güvenli, tatminkar ve olumlu olarak algılanması onu kaliteli kılar. Çalışma ortamının kalitesi, çalışanın fiziksel, duygusal, ruhsal sağlığını koruyabileceği, kendini değerli ve önemli görebileceği, kendini ifade edebileceği koşulların oluşturulmasını içerir. Çalışma yaşamının kalitesini geliştirmek için, var olan koşulları ölçmek iş görenlerin istek ve beklentilerini saptamak ve bu beklentilere uygun olarak ortamı yeniden düzenlemek ve geliştirmek gerekir. Şu sorulara verilecek cevaplar çalışma yaşamının kalitesi hakkında ipucu verir.

- Çalışanlar gösterdiği çabanın karşılığını alıyor mu?
- Çalışma ortamının fiziksel koşulları insanca yaşamaya uygun mu?
- Çalışanların sağlık ve güvenliklerinin sağlanması için gerekli araçlar var mı?
- Çalışanın, çalıştığı yerde birey olarak düşünebilme, davranabilme, kişisel girişimcilik ve yetkilendirilme olanağı var mı?
- Çalışan işiyle ilgili düşüncelerini ifade edebiliyor mu?

Çalışma yaşamının kalitesi yönetim tarzına da bağlıdır. Demokratik yönetim tarzı ve bunun örgüte yansımaları çalışma yaşamının kalitesini artırır. Çalışma yaşamının kalitesini arttırmaya şu öneriler de yardımcı olabilir. İlk öneri, iş görenlerin istek ve beklentilerine karşı bir duyarlılık geliştirip, bu beklentileri öğrenmek için çaba göstermektir. İkincisi, çalışma yaşamının niteliğine ilişkin boyutların yalnızca iş görenlerin çıkarlarına hizmet edeceğini, işletmenin karılığını azaltacağını düşünmekten vazgeçerek; bu boyutların işletmenin başarısına da etki edeceğini anlamaktır. Üçüncüsü, sorun kaynağı olan boyutların öncelikle iyileştirilmesi için çalışmaktır (Saracel ve diğ. 1997).

2.6.3. Yaratıcılık

Birçok çalışan, sadece görevini başarılı bir şekilde yapmakla yetinmez. Aynı zamanda işini geliştirmeyi de ister. Bu yaratıcı bir yaklaşımdır. Yaratıcı yaklaşım çalışanı aşılabilecek zorluklar üzerinde yoğunlaştırır. “Yaratıcı yaklaşımın temelinde şu andaki gerçekliğiniz ile varmak istediğiniz yerin vizyonu arasındaki yaratıcı çekişme yer alır”. Yaratıcılık hem orijinal fikirler üretmek, hem de ilerlemeyi engelleyen problemleri çözmek için araç olarak kullanılabilir. Sadece değişim amaçlı bir yaklaşım değildir. Farklılaşmayı sağlayan ve belli yöntemlerle çözülemeyen problemleri çözmeye yarayan bir araçtır. Çalışan yaratıcılığına karşı yönetim duyarlı olmalı, teşvik etmeli ve korumalıdır. Çalışan yaratıcılığını arttırmak için şunların yapılması gerekir (Çetinkaya, 2000), (Braham, 1998).

- İşin amacının ne olduğunu belirten iş yönergeleri açıklayıcı nitelikte olmalı.
- Çalışanların, yaptıkları iş hakkında sorumluluk duygusu geliştirmelerine yardımcı olunmalı.
- Çalışanların fikir üretmelerine zaman tanınmalı.
- Fikirlerin geliştirilmesine ve gerçekleştirilmesine izin verilmeli.

2.6.4. Personeli Eğitime

Personeli eğitime ve geliştirme, mükemmel çalışanı oluşturma amaçlıdır. Geliştirme seviyesindeki çalışan ile işletme başarısı doğru orantılıdır. Personel geliştirme, örgütsel sosyalizasyon, kariyer, başarı değerlemesi, hizmet içi eğitim faaliyetleri gibi bileşenleri içerir. “Örgütsel sosyalizasyon, bir örgüte yeni katılan veya aynı örgütte farklı bir işe geçen çalışanların, kendilerinden beklenen tutum, değer ve davranışları öğrenmesi sürecidir”. Amacı, çalışanı örgütün etkili bir üyesi durumuna getirmektir. “Kariyer, seçilen bir iş hattında ilerlemek ve bunun sonucunda daha fazla para kazanmak; daha fazla sorumluluk üstlenmek; daha fazla statü, güç ve saygınlık elde etmektir”. Başarı değerlemesi, çalışanın kendisinden beklenen görevleri ne derece iyi gerçekleştirdiğini belirlemeye yönelik bir süreçtir. Amaçları değerlendirme ve geliştirme olarak iki grupta toplanabilir.

Değerleme amaçları; ücret ile ödüllendirme, yükseltme, rütbe düşürümü, işten uzaklaştırma gibi konularla ilgilidir. Geliştirme amaçları ise; yönetici geliştirme, başarının geliştirilmesi, geri bildirim, işgücü planlaması gibi süreçlerle ilgilidir. Hizmet içi eğitimin amacı ise, çalışanın istenen standartlara uygunluğunu sağlamaktır (Can ve diğ. 1998).

2.6.5. Disiplin Ve Eşitlik

Disiplin en geniş anlamıyla düzen demektir. İnsanın düzenli bir biçimde davranma ve çalışma çabasına disiplin denir. Örgütsel disiplin ise; örgüt standartlarına ve amaçlarına uymada iş görenin öz denetimidir". Disiplin bir işletme için oldukça önemli bir gerekliliktir.

Etkili bir çalışan katılımı için, gereksiz ve haksız kurallar ortadan kaldırılmalı, çalışanların aşırı kurallarla yüklenmesi engellenmelidir (Geylan, 1990). Çalışan katılımının sağlanması için; haksız ve bölünmelere sebep olabilecek personel politikaları uygulanmamalı, çalışanlar arasında eşitsizlik yaratacak her türlü idari davranışa son verilmelidir. Çalışanların eşitsizlik hissine kapılmaları dahi önlenmelidir (Emre, 1995).

2.6.6. Otonomi

Çalışan katılımının sağlanmasında sorumlulukların dağıtımı önemli bir prensiptir. Sorumluluk dağıtımı ile kendi kendini yöneten hücreli iş birimleri ortaya çıkar. Bunlar katılımı ve kontrolü sağlar. Sorumluluk dağıtımı çalışana şu yetkileri verir (Emre, 1995):

- Hattı durdurma yetkisi
- Malzeme çizelgeleme yetkisi
- Veri toplama yetkisi
- Problem çözme yetkisi

3. YALIN ÜRETİM ARAÇLARI

Temel olarak israfın elimine edilmesini hedef alan Yalın Üretim felsefesi bu amacını gerçekleştirmek için çeşitli araçlar geliştirmiştir ve geliştirmektedir.

Değinecek olduğumuz bu araçların her birisi üretimi çeşitli noktalarda etkileyerek israfı en düşük seviyede tutmaktır. 9. Madde olan bir dakikada kalıp değiştirme metodu olan SMED'i 6. Bölümde daha detaylı olarak işleyeceğim. Yalın Üretimdeki diğer araçları basitçe sıralayacak olursak;

1. Kanban ya da "Çekme" Sistemi
2. Karışık Yükleme ve Üretimde Düzenlilik
3. Tek-Parça Akışı
4. Makinalar/Atölyeler Arası Senkronizasyon
5. U-Hatları
6. Poka Yoke
7. Toplam Önleyici Bakım
8. Kalite çemberleri
9. Bir Dakikada Kalıp Değiştirme (Single Minute Exchange of Dies: SMED)

3.1. Kanban Sistemi

Yalın üretimin temel ilkelerinden biri olan her şeyi gerektiği an ve miktarda üretmek, sadece müşteri talebine en yakın zamanda ve talebin belirlediği miktar ve çeşitlilikte üretmek demek değildir. Aynı ilke bir fabrikanın kendi iç üretim akışı için de geçerlidir. Amaç, tüm üretim aşamalarının ya da üretim istasyonlarının gereksiz üretim yapmalarını önlemektir ve bu amaca ulaşmak için de her bir üretim istasyonunun ancak kendisinden bir sonraki istasyonun hemen işleme geçirebileceği miktarda parçayı "tam zamanında" üretmesi ilkesine göre çalışılır

Konvansiyonel kitle üretim sisteminde üretim akışı en sondan başlayıp öne, nihayet montaj hattına doğru ilerler. Yani bir önceki istasyon bir sonrakine işleyeceği parçaları Toyota'nın ünlü dehası Taiichi Ohno bu anlayışı tümüyle tersyüz etmiş ve hiçbir istasyonun gereğinden fazla üretmemesi için, bir önceki aşamanın neyi ne miktarda işleyeceğine bir sonraki aşamanın karar vermesi uygulamasına geçmiştir. Yalın üretime bu açıdan baktığımızda, üretim akışını bütünüyle bir “çekme” sistemi olarak tanımlamak mümkündür. Taiichj Ohno'nun öncülüğünü yaptığı sistem aslında son derece rasyonel ve basittir. Sistem tümüyle, bir sonraki üretim aşamasındaki bir işçinin, bir önceki aşamaya gidip, kendi üretim istasyonu için o an gereken miktarda parçayı “çekmesine” dayanır. Onun için bu parçaları çekmesi, yani alması, 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 çeşitlikte parça üretilecektir. Aynı ilişkiler, ikinci istasyonla kendinden önce gelen üçüncü istasyon arasında da gerçekleşir. Dolayısıyla hiçbir aşama, daha önce belirlenmiş miktarda parçanın bir sonraki istasyon tarafından alınmasından önce yeni parça üretimine geçmez ve üretim hiçbir zaman istenilenden fazla veya değişik olmaz. “Çekme” olayının başladığı yer son montaj hattıdır (final assembly), ve bu hattan başlayarak parçalar atölyeden atölyeye, ya da yan sanayiden ana sanayi fabrikasına çekilirler. Toyota sisteminde çekiş işini senkronize etmek için hem fabrika içi işleyişte, hem de yan sanayilerde çalışmada, Japonca 'da “kanban” denilen ve tümüyle bir iletişim sistemi olan kartlardan yararlanır. Bu sistemde her hangi bir aşamada üretilecek ve işleme geçecek her parçanın bir kanban kartı vardır. Aslında iki tür kanbandan yararlanılmaktadır. Birincisi “çekme kanbanı” (withdrawal kanban), diğeri de “üretim kanbanı” (production kanban)'dır. Çekme kanbanı, montaj hattından başlayarak değişik atölyeler arasında ve nihayet fabrika ile yan sanayiler arasında ürün/parça çekilmesi sırasında kullanılır. Üretim kanbanı ise, üretime geç sinyalini verir ve her bir atölyenin ya da yan sanayi firmasının kendi içinde üretimin gerçekleşmesi sırasında kullanılır. Kanban kartları, genellikle dikdörtgen biçimde plastik, karton veya metal olabilir.

Şu bilgileri içerir (Emre, 1995), (Çetinkaya, 2000):

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

U N I T	RECEIVING TICKET			13:34 01/12/2000
	PART #: AAC			DUE: 09/22/99
	DESC 1:MG AUXILIARY SWITCH			
	DESC 2: (U771)			UM ABC LT
	ORDER REF: HDMCC			EA 7
	CARD NOTE:			
	CONT: LRB		LOCN: S05061A01	
	QTY/CARD: 100		ORD QTY: 100	
	ORD # 46-52958 01049		BIN MIN:	
				QTY REC: 100

Şekil 3.1: Üretim Emri Kanban Kart Örneği

LEARNING & PRODUCTIVITY	
WITHDRAWAL KANBAN	001
GROUP A	
1234 567	890
Demo Part	
10	SL BIN
CUSTOMER 1	
PROCESS 1	
PROCESS A	
A	
12345678901234567890	

Şekil 3.2: Çekme Kanban Kart Örneği

3.1.1. Kanban Sisteminin Kuralları

Kanban sistemi, tam zamanında üretimin bir alt sistemidir. Kanbanların kullanımında bazı kurallara uyulması gerekir (Acar, 1992).

Kural 1: Sonraki üretim işlemi, önceki işlemlerden gerekli parçaları, gerekli miktarlarda ve gereken zamanda çekmelidir. Çok basit görülmekle beraber bu kural üretim sisteminin tümüyle değiştirilmesi anlamına gelir. Bu kuralın uygulanabilmesi için şunların yapılması gerekir (Çetinkaya, 2000), (Monden,1983):

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

Kural 2: Önceki üretim işlemi sonraki işlem tarafından çekilen miktar kadar üretim yapmak zorundadır. 1. ve 2. kanban kuralları yerine getirildiğinde tüm üretim süreçleri bir konveyör hattı gibi birleşmiş olacaktır. Süreçler arasında üretim zamanlarının dengelenmesi bu iki kurala uyularak sağlanabilir. Bu kuralın uygulanabilmesi için şunlara dikkat edilmeli:

- Kanbanların sayısından fazla üretim yapılmamalı.
- Eğer önceki işlemde farklı parçaların üretimi söz konusuysa, bunların üretimi kanbanların geliş sırasına uygun olarak yapılmalıdır.

Kural 3: Hatalı parçalar hiçbir zaman bir sonraki üretim işlemine geçirilmemelidir. Yalın üretimin sıfır hata amacına ulaşabilmek için, otomasyon uygulamalarından yararlanılır. Otomasyon, otonom hatta kontrolü olarak tanımlanmaktadır. Bu kavramın temelinde hataların tekrarını engellemek ilkesi yer alır. Hatalı ürünün bir sonraki üretim işlemine geçmesi toplam kalite anlayışı ile engellenebilir. Üretim sürecinin her safhasında toplam kalite anlayışı ile hareket edilmesi hatalı ürünün üreten tarafından tespit edilmesini sağlar. Bu durumda hatalı ürün bir sonraki üretim işlemine geçirilmez, hatanın tekrarı önlenir, zaman ve kalite kontrolü gerçekleşir.

Kural 4: Kanban sayısı en aza indirgenmelidir. Toplam kanban sayısı, sistem içindeki stok düzeyini belirler. Bu nedenle tam zamanında üretimde kanban sayısı en alt düzeyde tutulmaya çalışılır.

Kural 5: Kanban, talepteki ufak dalgalanmalar karşısında üretim hızını ayarlamak amacıyla kullanılmalıdır. Kanban sisteminin kullanıldığı üretim ortamlarında üretim çizelgeleri sadece son üretim istasyonuna gönderilir. Bu durumda üretim miktarlarındaki olası değişimlerde son üretim istasyonundan geriye doğru yansıtılır. Değişikliklerin yansıtılmasında kullanılan araç ise kanbandır. Ancak, kanban ile üretim hızının düzenlenmesi, talebin belli büyüklükteki değişimleri için geçerlidir. Talepte % 10-12 dolaylarında bir değişme olduğunda, toplam kanban sayısını değiştirmeden kanban transfer hızını değiştirerek üretim hızını ayarlamak mümkün olabilmektedir. Talepte daha büyük mevsimsel dalgalanmalar olması halinde ise, üretim hatlarının yeniden düzenlenmesi gerekir.

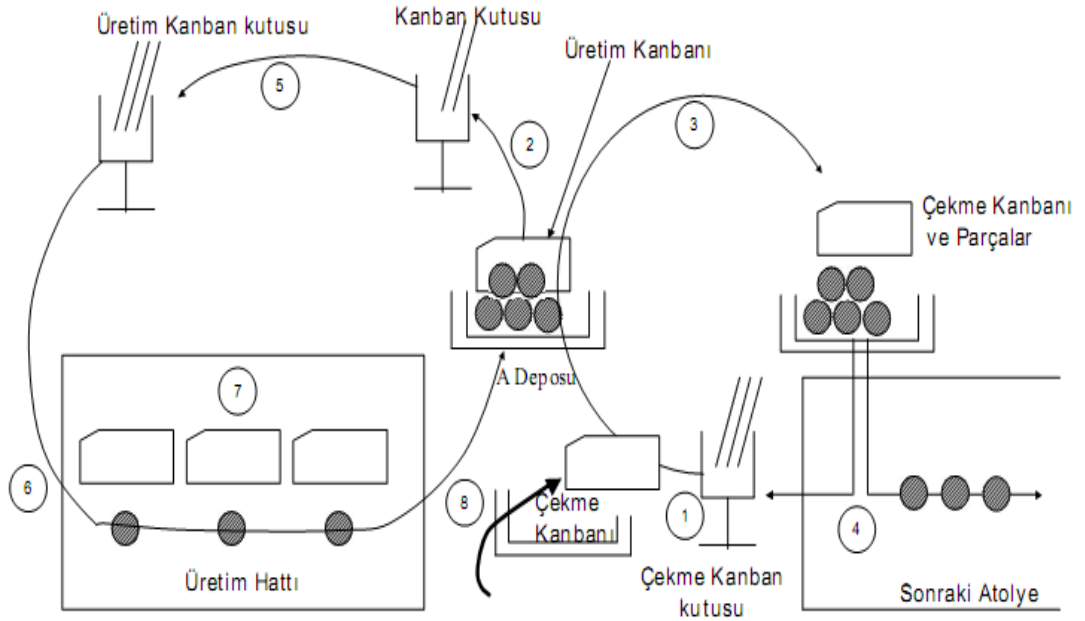
3.1.2. Kanban Sisteminin İşleyişi

Çekme kanbanı ve üretim kanbanları üretim sistemi içinde birbirini tamamlayan ve tetikleyen kartlardır. Çekme kanbanı, son süreçten başlayarak alt süreçlere ve sonrasında fabrika ile yan sanayiler arasında ürün çekilmesi sırasında kullanılır. Üretim kanbanı ise, üretime başlama sinyalini verir ve her bir atölyenin yada yan sanayi firmasının kendi içinde üretimin gerçekleşmesi sırasında kullanılır. Kanban sisteminin nasıl basit ve masrafsız bir üretim kontrol sistemi olduğunu aşağıda verilen akışı incelediğimizde daha net anlayabiliriz (Monden, 1983).

1.İkinci sürecin malzemecisi çekme kanban kutusundan aldığı kanban kartları ve boş kutularla birlikte bir önceki sürecin stok alanına gider. Bunu belirli zamanlarda yapar.

2.İkinci sürecin malzemecisi A deposundan malzemeleri çektiğinde, malzemelerin üzerinde bulunan üretim kanbanlarını kanban kutusuna bırakır. Boş paketleri de bu alana bırakır.

3.Malzemeci çıkardığı her bir üretim kanbanının yerine eline çekme kanbanlarını bırakır.



Şekil 3.3: Kanban Kart Akışı (Monden, 1983)

4. İkinci süreçte üretim başladığında çekme kanbanları, kutusuna bırakılır.
5. İlk süreçte üretim kanbanları belirli zaman aralıklarında ya da belirli miktarda üretim gerçekleşince üretim kanban kutusundan toplanır. Üretimler gerçekleştikçe kartlar paketlere iliştilirler.
6. Üretim, kanban kutusundaki kart sırasına göre gerçekleştirilir.
7. Parçalar ve kanban birlikte hareket ettirilmelidir.
8. Parçaların üretimleri tamamlandığında parçalar ve üretim kanban kartları A deposuna yerleştirilir. Böylece sonraki sürecin malzemecisi herhangi bir zamanda çekme işlemini gerçekleştirebilir.

3.2. Karışık Yükleme ve Üretimde Düzenlilik

Bilindiği gibi Japon üreticiler, özellikle Türkiye dâhil dünyadaki pek çok otomobil firması, aynı son montaj hattında karışık yükleme, yani değişik modelleri/ürünleri birbirini ardı sıra monte etme yöntemini kullanmaktadırlar. Karışık yüklemenin birincil ve en önemli işlevi, üretimin talep değişikliklerine hesapta olmayan bitmiş ya da işlenmekte olan ürün stoku ile karşılaşılmasızın kolayca adapte olabilmesini sağlamaktır. Ayrıca, aynı hatta birden fazla modelin/ürünün monte edilmesi, gereken toplam hat sayısını ve dolayısıyla toplam fabrika alanını da azaltır.

Karışık yüklemenin bir üçüncü işlevi de, ürünlerin bayilere/müşterilere istenilen sipariş bileşimine erişildikten hemen sonra sevk edilebilmelerini sağlayarak, üreticileri gereksiz stok alanı bulundurma zorunluluğundan kurtarmaktır. Ancak, karışık yükleme uygulamasında dikkat edilmesi gereken bir püf nokta vardır. Kanbanlar kanalıyla yan sanayinin ya da fabrika içi atölyelerin JIT üretime “çekilmeleri” söz konusu olduğunda, son montaj hattında karışık yükleme mutlaka belli bir düzen içinde gerçekleştirilmek zorundadır. Aksi takdirde, önceki üretim istasyonları ve yan sanayiler yedek stoku bulundurmak zorunda kalacaklar, sonuçta stoksuz çalışma ilkesine ters düşülecektir.

Örneğin, son montaj hattı bir önceki istasyonlardan A, B ve C tipi ürünlere ait parçaları, kanbanlar kanalıyla hep 2’şer palet halinde çekiyorsa, üretim kanbanları da önceki üretim istasyonlarının kanban kutularında bu adette ve sıralamada birikecek, dolayısıyla üretim de bu adet ve sıralamada gerçekleşecektir. Eğer bir sonraki devirde “çekme”, birdenbire 5’er palete çıkarsa, önceki istasyonlarda fazladan 3’er palet (stoksuz çalışıldığında) bulunmayacağına göre, üretim hemen aksayacaktır. Üretimin aksamaması için getirilebilecek tek çözüm, önceki istasyonlar ve yan sanayilerin yedek stoku tutmalarıdır. İşte yalın üretimde bu tür olasılıklarla karşılaşmamak için, son montaj hattında karışık yüklemenin her zaman belli bir düzen içinde gerçekleştirilmesi ve ürünlerin hattan mümkün olan en küçük tutamlarda çıkarılması esasına göre çalışılır. Karışık yükleme düzeninin ne olacağını tayin eden ise, (bayilerden gelen) müşteri talep miktarı ve bileşimidir.

Bu duruma örnek verecek olursak;

Bir firma, aylık sipariş bileşimine göre, bir ay içinde aynı montaj hattından çıkacak A, B ve C tipi ürünlerinden 6,000 palet A, 3,000 palet B ve 3,000 palet de C ürünü üretmek zorundadır. Ayda ortalama 20 çalışma günü olduğuna göre, söz konusu bileşim, günde 300 A, 150 B ve 150 C paleti üretilmesi anlamına gelir. Birçok firmada bu bileşim, o da iyimser bir tahminle, günün ilk yarısında sadece A, geriye kalan ilk 1/4'lük kısmında B ve son 1/4'lük kısmında da C paletleri üretmek şeklinde değerlendirilir. Yalın üretimde ise, ürünler son montaj hattından A, B, A, C, A, B, A, C. palet sıralamasına göre çıkarılır ve bu sıralama ilke olarak gün boyu korunur. Yani, bir yandan her üç ürünün de talep bileşimindeki paylarını yansıtacak frekansta üretilmeleri sağlanır; öte yandan da her bir üründen mümkün olduğunca birer palet (ya da otomobil gibi kompleks ürünler söz konusu olduğunda, birer adet) üretilir. Böylesi bir sistem, hem günlük üretim adetlerinin tutturulması zorunluluğuna ters düşmez, hem de bir önceki istasyonları, montaj hattının belli bir düzene dayanmayan “çekiş” yapması durumunda yedekte bulundurmaya zorunda kalacakları stoku tutmalarını önler.

İşte üretimin bir süreklilik ve düzen içinde yürütülmesine ve ürünlerin adet açısından birbirlerine oranlarının olabilecek en küçük birimlere indirgenerek üretilmelerine, yalın üretimde “üretimde düzenlilik” (production smoothing) denilmektedir. Üretimde düzenlilik ilkesinin en önemli avantajlarından biri, üretimin talep değişikliğine stok tehlikesine düşülmeksizin adapte olmasını sağlamaktır. Bu nokta çok da önemlidir, çünkü çoğu firma ani talep değişiklikleri karşısında adeta paralize olur, ne yapacağını şaşırır. Üretimde düzenlilik, bu konumdaki birçok firmaya “sihirli bir değnek” gibi gelecektir.

Yine yukarıdaki örneğimize dönelim ve herhangi bir gün ortasında bayilerden ya da müşterilerden gelen acil talep değişikliğine göre, günlük toplam ürün adedinin düşürülmesi gereği ile karşılaşıldığını varsayalım. Yine varsayalım ki, toplam adetteki düşüşe karşın, ürünlerin birbirlerine oranında bir değişiklik söz konusu değildir. Bu durumda, son montaj hattında yine A, B, A, C, A, B, A, C düzeni aynen devam eder ancak hat yavaşlatılır, yani, ürünler hattan daha uzun aralıklarla çıkarılmaya başlanır (hat yavaşlatmanın bir yolu, hattaki işçi sayısını düşürmektir).

Son montaj hattının yavaşlaması, otomatik olarak kanbanların önceki üretim istasyonlarında daha yavaş bir tempoda birikmesine yol açar ve üretim biriken kanban sayısına göre yürütüldüğüne göre, sonuçta aynı zaman birimi içinde üretilen/işlemden geçen ürün sayısı, tüm istasyonlarda hep birlikte düşer. Talebin azalması değil, aksine artması da hiçbir şeyi değiştirmez. Tek fark, üretimin son montaj hattından başlanarak yavaşlatılması değil, hızlandırılmasıdır. Peki, talep değişikliği adet değil, ürün bileşiminin değişmesi şeklinde gerçekleşirse ne olur? Örneğin, gün ortasında birdenbire ürün bileşiminin gün sonunda 100 A, 150 B ve 150 C paleti değil de, 150 A, 225 B ve 225 C palet olması gerektiği öğrenilirse sorun çıkmaz mı? Hayır, üretimde düzenliliğe göre bu durumda bile paniğe kapılmaya gerek yoktur. Gün ortasına gelindiğinde, hâlihazırda A, B, A, C, A, B, A, C düzenine göre, 150 palet A, 75 palet B ve 75 palet C üretilmiş olacaktır.

Kanbanla “çekişlerin” ideal olarak birer palet (hatta bundan sonraki bölümde de göreceğimiz gibi, her parçadan birer palet bile değil, birer adet) olduğunu ve setup’ların çok kısa sürdüğünü düşünürsek, son montaj hattı gün ortasından itibaren, rahatlıkla A tipi ürünü üretmeyi kesip, sadece B ve tiplerine yönelecek ve bir önceki istasyonlardan birer paletlik sadece B ve C ürünlerini çekmeye başlayacaktır. Bu değişikliğin etkisi, tüm istasyonların, dalga dalga ama kısa bir süre içinde B, C, B, C, B, C. sistemine geçmeleri şeklinde olacaktır.

Sistem baştan beri birer paletlik üretime göre işlediği için de, değişiklik hiçbir istasyonda stok birikmesine yol açmayacaktır. Hemen belirtelim ki, talep değişikliği, hem toplam adet hem de ürün bileşimini aynı anda kapsarsa da paniğe kapılmaya gerek yoktur. Bu durumda yapılacak olan, son montaj hattından başlamak üzere bir yandan üretim hızını yavaşlatmak ya da hızlandırmak, öte yandan da çekiş bileşimini değiştirmektir. (Serdaroğlu, 1997), (Ohno, 1998)

3.3. 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 tutamlarla 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 makinaların, parçaların işlenme akışına dayanarak birbiri ardı sıra yerleştirilmeleri ve parçanın bir önceki süreç için gereken makinadan bir sonraki süreçte kullanılacak makinaya hiç beklemeden geçmesi şeklindedir. Makinaların bu şekilde yerleştirilmelerine süreç-bazlı yerleşim ya da süreç-bazlı hat, ve parçaların süreçler arasında beklemeden teker teker aktarılmasına da tek parça akışı denilmektedir. Tek-parça akışını, süreçler/makinalar arası aktarma tutamının bir adete indirilmesiyle hat/makina yani stokun sıfırlanması olarak da tanımlayabiliriz (Serdaroğlu, 1997).

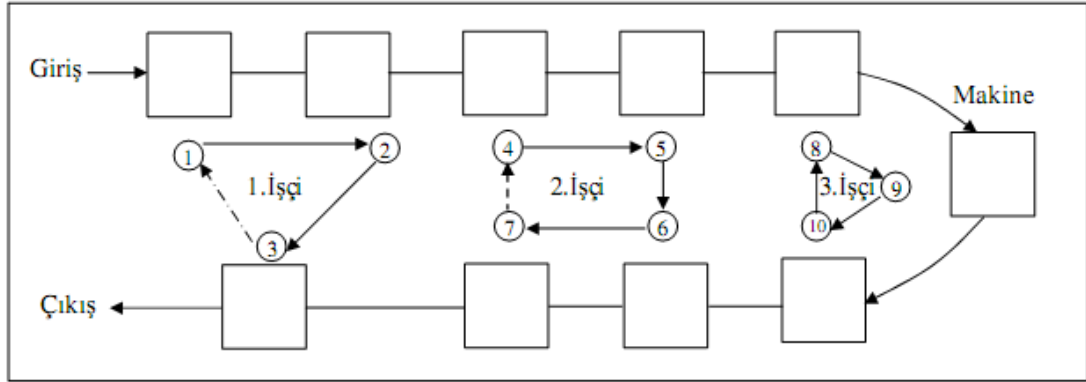
3.4. Makinalar/Atölyeler Arası Senkronizasyon

Tek parça akışının gerçekleştiği süreç-bazlı hat, makina ya da hat yani stokun sıfırlanması ya da mümkün olduğunca küçük miktarda tutulması için geliştirilmiş en etkin sistemlerden biridir. Ancak, nasıl ki kanbanın sınırlılıkları varsa, süreç-bazlı hatların kurulması da tek başına yeterli değildir. Süreç-bazlı hatların gerçekten etkin olabilmeleri için, aynı hattı oluşturan makinaların çalışma tempoları ya da kapasitelerinin, yani bir işlemi tamamlamaları için gereken sürelerin de denkleştirilmeleri gerekir. Örneğin, hattaki bir önceki makinanın parçayı işleme süresi 1 dakika, sonrakinin ise 4 dakika ise, bir sonrakinin tek bir parçayı işleme süresinde, bir önceki 4 parça birden işleyecek ve eğer makinalar durmadan çalışırlarsa, sonraki makinanın yanında öncekinden gelen parçalar giderek artan miktarlarda birikmeye başlayacaklardır.

Bu durumda beslemesiz üretim olan tek-parça akışı gerçekleşemeyecektir. İşte yalın üretimde bu sorun, hattaki makinaları birbirine senkronize ederek, yani tüm makinaların aynı süre içinde aynı miktarda parça işlemeleri sağlanarak çözülmüştür. Çözüm aslında çok da basittir: kapasitesi yüksek olan, yani herhangi bir parçayı işleme süresi diğerlerinden kısa olan makinalara, belli bir miktar (az bir miktar) parçayı işledikten sonra kendi kendini otomatikman durduran limit anahtarları yerleştirilmiştir. Diyelim hattaki bir sonraki makina, bu yüksek kapasiteli makinadan parçaları çektikçe ve nihayet parçalar tümüyle çekilince, yüksek kapasiteli

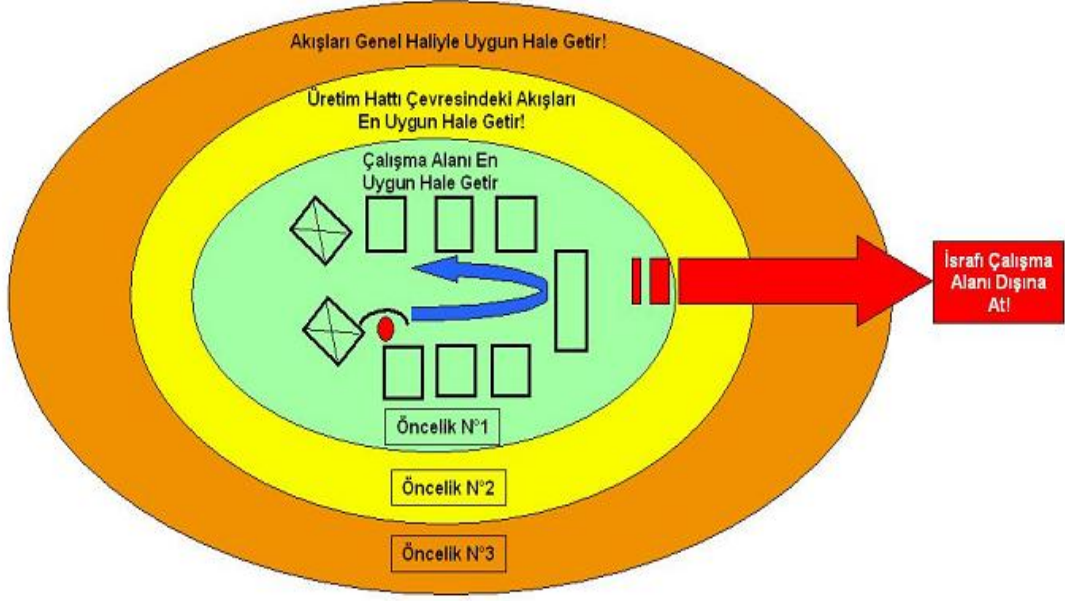
makinadaki limit anahtarı makinayı yine otomatik olarak başlatmakta, dolayısıyla makina gün boyu çalışma-durma seansı içinde işleyerek, kapasitesi düşük makinalara adapte olmaktadır. Yüksek kapasiteli makinaların, düşük kapasiteli makinalara bu şekilde senkronize edilmelerine (ya da makina kapasitelerinin birbirlerine yaklaştırılmasına) ise, yalın üretimde “toplam-iş denetimi” denilmektedir.

3.5. U Hatları



Şekil 3.4: Üretim Hücrelerinde U-Tipi Yerleşim (Roberta S.Russel, Bernard W.Taylor ,2000)

Yalın Üretimde üretim hatlarında oluşan israfları temel olarak yok etmek için U hatları geliştirilmiştir. Şekli nedeni ile U ismini alan hatlardan temel beklenti üretim hattı içinde ki malzeme ve insan hareketlerinin minimuma indirilmesi, hat dışında gerçekleşen faaliyetlerin optimize edilmesi ve kapasite dengelemede esneklik sağlanması olarak belirtebiliriz.



Şekil 3.5: Yalın Üretim Uygulama Stratejisi

Şekil itibari ile U hatları malzeme ve çalışan akışlarında daha fazla etkinliğe sahip olunmasını sağlamaktadırlar.

Birden fazla istasyonların bulunduğu U hatlarında malzeme transferleri istasyonlar arası mesafenin kısa olarak yapılandırılması ya da akışı kolaylaştıracak donanımın sağlanması durumunda rahatça yapılabilecektir. Ayrıca ergonomik ölçülere uygun olarak hazırlanan U hatlarında çalışan sayısı ayarlaması düz hatlara göre daha rahat olmaktadır. Çünkü U hatlarında çalışan sayısı azalsa dahi istasyonlar arası yürüme mesafesi düz hatlara göre daha kısa olduğu için verimlilik kayıpları çok yüksek olmayacaktır. Bu nedenle üretim kapasitesinde azalma görüldüğü zaman hatlarda eleman azaltılması hat kapasitesini azaltmasına karşın hat etkinliğinden çok fazla taviz vermemektedir.

Hatlarda maksimum eleman sayısı olarak istasyon sayısının bir eksiği en uygun olan sayıdır. Çünkü U hatlarından elde edilen etkinlik kazancının temel sebeplerinden birisi çalışanların bir biri ile yardımlaşabilmeleridir. En az bir istasyonun boş bırakılması durumunda çalışanlardan kendi istasyonunda işini ilk tamamlayan kişi boş istasyonda biriken işleri tamamlamaya geçebilir (Monden, 1983).

3.6. Poka Yoke

Poka-Yoke kavramı Japonya'da geliştirilmiştir. İlk defa 1986 yılında Dr. Shigeo Shingo tarafından açıklanmıştır. Poka-Yoke şu anlama gelmektedir:

Poka: Kaza ile herkesin yapabileceği hata (Görülmeven tesadüfi hata)

Yoke: Korumak (Azaltma)

Poka Yoke sisteminde otomatik sürekli kontrol sağlar. Eğer anormallikler ortaya çıkarsa sistemi geriye doğru incelemek ve harekete geçmek gerekir. Fakat prosesin tekrar başlayabilmesi için birisinin prosesi durdurması gerekir. Bundan sonra sistemin gelişimi incelenir. İstatistiksel kalite kontrol sistemlerinden farklı olarak ki bunlarda kontrol ve gerekli eylemin yapılması arasındaki süre oldukça uzundur. Poka yoke kusurları minimize eder bunu da kontrol ve eylemi seri olarak düşük maliyetli şekilde sağlar. Poka-Yoke tekniğinin temel felsefesi, hata kaynaklarının gerçekte yanlışlıklardan ve yanlışlıklardan ileri geldiği yaklaşımından oluşmuştur. Söz konusu yanlış ve yanlışlıklar şu şekilde örneklenebilir.

-Kariştirmek

-Unutmak

-Değıştirmek

-Yanlış anlamak

-Okuma hatası

-Bilgi ve iletişim eksikliği

Poka-Yoke'de her türlü hataya neden olabilecek sistem elemanlarının etkisiz bırakılarak üründe herhangi bir hata oluşumunun engellenmesine bağlı olarak "delicesine güvenilirlik" sağlanır. Poka-Yoke, üretim sürecinde olası her türlü hatanın eksiksiz belirlenmesini takiben uygulanır (www.akregroup.com/downloads/POKA_YOKE.doc).

3.7. Toplam Önleyici Bakım

Klasik üretim sistemlerinde, makineler önünde işlenmek üzere bekleyen parçalar kuyruklar oluştururlar. Bunların üretim işlemi tamamlanana kadar da üretimin sürdürülmesi gerekir. Bu durum önleyici bakımın zamanında yapılmasını engeller ve dolayısıyla arızaların ortaya çıkma olasılığını yükseltir. Klasik üretim sistemlerinde önleyici bakıma yer verilir, ancak arızalar karşısında tamir yöntemi daha fazla önem taşır. Oysa yalın üretim sisteminde önleyici bakım çok daha önemlidir. Çünkü yalın üretim sistemi, çekme sistemi esasına göre çalışır. Bu durumda, arıza yapan bir makine önündeki tüm makinelerin durmasına neden olur. Dolayısıyla tüm üretim sistemi durur. Ayrıca yalın üretim sisteminde üretim araçları daha kararlı üretim hızlarında çalıştırılmakta, aşırı yükleme yapılmamaktadır. Bu durum makinelerin arıza yapma olasılıklarını düşürür. Toplam önleyici bakım, çalışan katılımını gerektirir. Buna göre her çalışan makinelerin birer koruyucusu olmalıdır. Toplam önleyici bakım sonucunda, arıza sayısı, arızalardan doğan zaman kayıpları ve makinelerin çalışmama oranları azalır. Makine ve donanımın etkin olarak kullanımı sağlanır. Üretim sisteminin üretkenliği artar. Bir yalın üretim sisteminde basit ayarlamalar, yağlama, yağ düzeylerinin denetlenmesi, makinelerin temizlenmesi gibi bakım faaliyetleri çalışanlar tarafından yapılır. Basit tamirler ve yedek parça değişiklikleri gibi bakım faaliyetleri belli programlar dahilinde bakım ekibi tarafından yerine getirilir. Ayrıca uygun bir zamana programlanarak etkileri minimize edilen geniş kapsamlı ve makinelerin durmasına neden olan bakım faaliyetleri gerçekleştirilir (Üreten, 1998).

3.8. Kalite Çemberleri

Kalite çemberleri yurdumuzda olduğu gibi birçok ülke içinde oldukça yeni bir kavramdır. Kalite çemberini, İngilizce 'Quality Circle' in karşılığı olarak kullanılmaktadır. Fakat terminolojide kalite kontrol çemberleri, kalite çevrimi, kalite kontrol halkası, kalite geliştirme grupları gibi deyimler de kullanılmaktadır. Kalite çemberleri, bir insan kullanma yaklaşımından çok, insan oluşturma takım kurma yaklaşımıdır. Kalite çemberlerinin amacı, gruplar oluşturarak çalışanların kendi işleriyle ilgili katılımını sağlamak, işle ilgili problemlerin çözümünde çalışanların bilgi ve yaratıcılıklarından yararlanmaktadır. Uygulamada ilk ve en başarılı örneklerini gördüğümüz Japonya' da bu kümeler "Jisru Kanri" adı verilmektedir.

Jishu İngilizce self, Türkçe kendi, kanri ise yönetim, denetim sözcüklerinin karşılığıdır. Buradan, Japonca' da çalışanların oluşturduğu bu kümelerin adının “Özyönetim denetim” ya da “kendi kendini yöneten, deneten” olduğu görülmektedir. Kalite çemberi, genellikle sayıları 10' u geçmeyen aynı alanda ya da benzer işlerde çalışanların oluşturduğu, gönüllü olarak bir araya gelen, düzenli olarak problem çözmek için toplanan ve yönetime çeşitli çözümler öneren, çalışma gruplarıdır. Japon Kalite Kontrol Kurumu, kalite çemberlerini, aynı atölye içinde kalite kontrol faaliyetlerini yürüten, sorunlarını çözmek için kendi kendilerini örgütleyen ve genellikle 10-15 kişiden oluşan küçük bir grup olarak tanımlanmaktadır.

Kalite çemberleri, herhangi bir işyerinde, o işle doğrudan ilişkisi olan bir iş ekibinin tamamen gönüllülük ilkesine dayalı olarak, haftada ortalama bir kez toplanmak ve kalite, verimlilik, eşgüdüm gibi alanlarda karşılaşılan sorunları belirlemek, tartışmak ve çözümler getirmek amacı ile oluşturdukları kümeler olarak tanımlanabilir.

Kalite çemberleri, aynı işbölümünde çalışan, kalite kontrol çalışmalarının başarılabilmesi için kendi istekleriyle toplanan küçük bir grup çalışandan oluşmaktadır.

Kalite çemberi, kendi alanlarında kalite ve diğer sorunları saptamak, analiz etmek ve çözmek için düzenli aralıklarla gönüllü olarak bir araya gelen insan topluluğudur.

Kalite çemberi, iş gücünde mevcut olan yaratıcı ve yeni gücü kavramaya yarayan bir yoldur. Daha bilimsel olarak tanımlanacak olursak aynı alanda çalışan bir grup işçinin, sorunlarını tartışmak, nedenlerini araştırmak, çözüm yolları önermek ve kendi yetki alanlarını kapsadığı zaman kurtarıcı önlemlere başvurmak üzere her hafta bir araya gelmesidir. Kalite çemberleri, bir işletmenin verimlilik, etkinlik, kalite gibi çok çeşitli sorunlarını tartışmak ve çözümlenmek amacıyla oluşturulan küçük çalışma gruplarıdır (İ. Kavrakoğlu, 1992).

4. TAM ZAMANINDA ÜRETİM (JIT)

Tam zamanında üretim ilk defa Toyota başmühendisi Taiichi Ohno tarafından geliştirilerek uygulamaya konulmuştur. Japonların 2. Dünya Savaşı sonrasında içinde buldukları ekonomik şartlarda ortaya çıkmış bir yöntemdir. Savaştan sonra, zaten sınırlı olan doğal kaynaklara, iş gücü ve sermaye kaynaklarının da yetersizliği ilave edilince Japonya, iktisadi varlığını devam ettirebilmek için sınırlı olan kaynakları mümkün olan en düşük maliyetle kullanmayı öğrenmek durumunda kalmıştır. Bir felsefe olarak da ifade edilen tam zamanında üretimin ortaya çıkışında bu tür ihtiyaçlar önemli yer tutmaktadır. Dünya petrol krizi sonrasında JIT felsefesinin önemi diğer Japon işletmelerince de anlaşılmıştır ve ülke genelinde uygulama alanı bulmuştur. Bu felsefeye dayalı üretim 1980'lerin başından itibaren Amerika ve Avrupa'da da uygulanmaya başlanmıştır ve hızla bütün dünyaya yayılmıştır. Örneğin bugün dünyaca ünlü General Motors ve IBM firmaları bu yöntemi uygulamaktadırlar. Japon şirketlerinin başarılı olması, JIT üretim sistemine olan ilgiyi arttırmıştır. Ancak Japonya dışında bu sistem, genellikle bir stok kontrol sistemi olarak tanınmıştır. Oysa Tam zamanında üretim, basit bir stok kontrol metodu olmaktan çok bütüncül bir yönetim felsefesini ifade etmektedir ve bu yöntem; stoksuz, yani sıfır stokla üretime karşılık gelmektedir, dolayısıyla diğer stok kontrol sistemlerinden ayrılmaktadır. Tam zamanında üretim felsefesi, gerekli parçaları, gerekli miktarda, gerekli olduğu yerde ve zamanında, istenen kalitede üretmek olarak tanımlanabilir. Buna göre, tam zamanında üretim felsefesi sermaye, ekipman ve işgücü gibi üretim kaynaklarının kullanımını en iyi duruma getirme konusunda basit ve etkin bir üretim sisteminin işletilmesidir. JIT'i, şirketin tüm bölümlerini etkileyen satın alma, mühendislik, pazarlama, personel, kalite-kontrol, müşteri ve satıcı arasındaki ilişkiyi de belirleyerek israfı azaltıp verimliliği artıran bir üretim sistemi olarak da tanımlamak mümkündür. Görüldüğü üzere JIT bazen bir felsefe, bazen bir üretim sistemi, bazen de bir yönetim tarzı olarak ifade edilmektedir (Acar, Nesime, 1995), (Şimşek, M. Şerif ve Akın, H. Bahadır, 2003).

4.1. Tam Zamanında Üretimin Genel Unsurları

Tam zamanında üretim, bir talebe göre üretim sistemidir. Bir ürünü ihtiyaç duyulduğunda ve sadece müşteriler tarafından talep edilen miktarlarda üretmek temel unsurlarındandır. Bu sistemde talepteki kısa dönemli artışlar fazla mesai yapılarak karşılanmaktadır. Bunun için vardiyalar arasındaki boş zamanlar kullanılmaktadır. Talebin azalması durumlarında ise, bir işçinin kullandığı makine sayısı arttırılarak geçici işçiler çıkarılmaktadır. Yine de boş kalan işçi olursa stok için üretim yapmak yerine, işçiler başka hatlara transfer edilir, kalite kontrol çemberleri toplantıları düzenlenir yada daha önce fason olarak yaptırılan parçaların üretilmesi yoluna gidilir.

Tam zamanında üretimin ortadan kaldırdığı bir diğer muda olan fazla girdi stoku, paranın bağlanması, fazla yer, fazla eleman, fazla idari masraflar ve piyasa şartlarının değişimi halinde stoktaki ürünün elde kalması demektir. JIT yönteminin benimsenmesi, girdi stoklarının her zaman belirli ve arzu edilen seviyelerde tutulabilmesi açısından önemlidir. Gereksiz hareketler adı verilen muda ise, ürün için gerekli malzemelerin, gereksiz yere taşınması nedeniyle ortaya çıkan zaman kaybıdır. JIT metodu, üreticilerden gelen malzemenin doğrudan üretime yönlendirilmesi nedeniyle büyük yarar sağlamaktadır. Son muda ise, hatalı üretimdir. Hatalı üretim o ana kadar harcanan zaman, malzeme ve işgücünün kaybıdır ve kesinlikle önlenmelidir. Maliyet indiriminin ilk adımları ve israfın nedenleri bu şekilde belirlendikten sonra yapılması gereken, sorunların üzerine giderek çözümlenmelidir. Tam zamanında üretim sistemi yedi mudaya karşı altı sıfır önermektedir. Bunlar; sıfır stok, sıfır hata, sıfır çelişki, üretimde sıfır ölü zaman, sıfır kağıt (sıfır bürokrasi ve sıfır gereksiz iletişim) ve müşteri için sıfır bekleme süresidir.

Tam zamanında üretim (JIT), bütün hammadde, girdi veya yarı mamullerin üretim sürecine tam gerekli oldukları zaman ulaşıp stoklamaya gerek kalmadan hemen üretime sokulmasını sağladığından, hem ana girdi stoklarını hem de iş istasyonları arasındaki tampon stokları kaldırarak maliyetleri büyük ölçüde aşağıya çekmektedir. Ayrıca bir istasyonda yapılan işin bekletilmeden hemen yandaki istasyona geçirilmesi ile üretimde büyük bir akıcılık sağlanmakta, hem ana girdilerde hem de üretim sırasında ortaya çıkan hatalı üretim, bir sonraki üretim aşamasında derhal fark

edilmektedir. Ayrıca böyle bir olay yaşandığında bant durdurulur, tüm işçiler devreye girer, olaydan herkes haberdar edilir ve hatalı parça iade edilir.

Tam zamanında üretimde hatalı imalatın söz konusu olması halinde, tüm çabalar boşa gidecektir. Minimum stok düzeyiyle çalışan bir sistemde hatalı bir parçanın çıkması, diğer tüm işlemleri dalga dalga etkileyecektir. Bu nedenle JIT sisteminde, siparişi yapılarak tedarikçilerden teslim alınan ve dahili olarak imal edilen tüm parçaların kusursuz olması gerekir.

Çünkü JIT sistemi içerisinde, birini bırakıp öbürünü alabileceğimiz miktarda malzeme stoku bulunmamaktadır. JIT sisteminde kalite kontrol konusunda özellikle toplam kalite kontrol ile ilgili esaslar bu hedefe ulaşmada önemli rol oynamaktadır. Bunun dışında tam zamanında üretim sistemi, kalite çemberleri, uygun teknoloji kullanımı, sürekli gelişme, insan kaynakları yönetimi gibi stratejileri de devreye sokarak kapsamlı bir içerik kazanır.

Tedarik edicilerle yakın ilişki içine girmek tam zamanında üretimin bir diğer yararlarıdır. Tam zamanında üretim felsefesi, iletişim düzeyini arttırarak uzun dönemde imalatçı ve tedarik edicilerle olan ilişkiyi geliştirir. Sistemin bir diğer yararı, sürekli geliştirme (kaizen) olasılığını sağlamasıdır. Tam zamanında üretimde stokların minimize edilmesi ve işçilerin yeteneklerinin geliştirilmesi arasındaki bağlantı kaizen ile yürütülmektedir.

Tam zamanında üretim sistemi, kalitenin mamul içinde oluşturulması prensibine dayanmaktadır. Böylece üretim sonrası kalite denetimi anlayışı da ortadan kalkmaktadır. Mamul içinde kaliteyi oluşturma hedefi, iki faktörü ortaya çıkarmaktadır: Etkin işçi-yönetici iletişim kanalları ve kendi kendini disipline eden çalışanlar. Gerekli bir diğer faktör ise, çalışanların ortaya çıkabilecek problemleri önleme ve bunları çözümü konusunda sorumluluk alabilmeleridir. Tam zamanında üretim, ayrıca zaman tasarrufu ve işgücünden ekstra verimlilik sağlamaktadır (Dikmen, Nedim, 1999), (Akgeyik 1998),(Ohno, Womack, James P. ve Jones, Daniel T 1996).

4.2. KAIZEN

Toplam kalite yönetiminin önemli ilkelerinden biri olan sürekli gelişme, işletmelerin yoğun iç ve dış rekabetle karşılaştığı günümüz koşullarında ayakta durabilmeleri ve diğer işletmelere karşı rekabet üstünlüğünü elde edebilmelerinin temel koşullarındandır. Japonca 'da KAI, değişim; ZEN ise iyi, daha iyi anlamına gelmektedir. KAIZEN de, bu yoldan hareketle daha iyiye ulaşma, gelişme yada genel kullanımıyla sürekli gelişme demektir. Daha kapsamlı olarak tanımlamak gerekirse Kaizen, işletmenin hedeflerine ulaşabilmek için yürüttüğü faaliyetlere ilişkin tüm süreçlerde, varılan sonuç ne olursa olsun, bununla tatmin olunmayıp sürekli daha iyiye ulaşma çabasının işletmenin iç ve dış çevresini oluşturan tüm unsurlarının katkılarıyla gerçekleştirilmesidir.

Kaizen metodunun amacı, teknolojik gelişmelerle ve alınabilecek diğer önlemlerle israfın önlenmesi ve kalitenin artırılması yoluyla maliyetlerin düşürülmesidir. Kaizen ile kıt kaynakların etkin kullanma yolları bulunur, israf edilen kaynaklar kurtarılabilir. Rekabet ortamı ve müşterilerin beklentileri, sürekli değişen kalite hedeflerinin takip edilmesini gerektirir. Dolayısıyla daha kaliteli sonuç elde etmenin sonu olmadığından, hedefler devamlı gelişmektedir. Bu gelişmeler nedeniyle, örgütler sürekli gelişme ile hizmet kalitesini iyileştirmeye yönelirler. Dolayısıyla sürekli gelişme de sıfır hata gibi toplam kalitenin en önemli faaliyetlerindendir. Ayrıca rekabet gücünü de arttırmanın temelinde yine sürekli gelişme vardır.

Kaizen metodunu ortaya çıkaran Masaaki Imai, 1986 yılında Kaizen Enstitüsünü kurarak, batılı şirketlerin de bu metodu tanımasına yardımcı olmuştur. Batılı şirketlerin Kaizen metodunu tanımasında Imai'nin 1986'da yayımladığı, Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success adlı kitabının da etkisi büyüktür. Batılı şirketler için üretim sisteminin dili şimdi Japoncadır.

Kaizen'in önündeki en büyük engel "3 zararlı M" dir. Üst bölümlerde anlattığımız; Muda, Mura ve Muri'dir. Yani, israf, istikrarsızlık ve aşırı yüklemedir (Acar, Nesime, 2002).

Tam Zamanında Üretim (JIT) ve Toplam Kalite Yönetiminin işletmelere rekabet gücü sağlamasına yol açan sonuçları şu şekilde sıralanabilir:

- 1- Sipariş hazırlama süresini kısaltarak hız temelinde rekabet avantajı sağlamaktadır.
- 2- Daha küçük lotlarda üretim yapılması mümkün olmaktadır.
- 3- Teslim süresini kısaltmaktadır.
- 4- Departmanlar arasında daha hızlı feed-back alınmasını mümkün kılarak, iç ve dış müşteri tatminini arttırmaktadır.
- 5- JIT stok kontrol sistemi, gereksiz stokları elimine etmekte; stok taşıma ve depo maliyetlerini düşürmektedir (Efil, 1999).

5. YALIN ÜRETİMİN YARARLARI VE SORUNLARI

Yalın üretim sisteminin doğru bir şekilde kurulup işletilmesi halinde, pek çok avantaj sağlayacağı muhakkaktır. Sağladığı avantajları yakalayabilmek için mutlaka işletme çapında bir uygulama gerekli değildir. Kısmi uygulamalar ile de bazı yararlar ulaşılabilir. Yalın üretimin sıralanabilecek avantajlarından en önemlisi, doğrudan üretime yönelik sabit varlık niteliğindeki kaynakların en iyi biçimde değerlendirileceği çabalara yönelmesidir. Yalın üretimin uygulanması durumunda ulaşılabilecek sonuçlar şunlar olabilir (Yüzü güllü, 1990) :

- Sistemin çeşitli safhalara göre bölümlenmesi ve her bir işin yapılacağı iş merkezinin tanımlanması sonucunda, hangi işin nerede yapılacağı bilinir.
- Üretim sisteminde ortaya çıkan problemler ve bu problemlerin kaynakları kolay ve çabuk bir şekilde saptanır.
- Safhaların önünde ve arkasında yaralan düzenli ara stoklarla üretim sistemindeki karışıklıklar önlenir.
- Kanban sistemi ile atölye, ana üretim programına ilişkin talebi kendi kendine malzeme ve parça çekimi ile karşılar.
- Sadece gereken üretim yapılır. Böylece istenmeyen parçalar üretilmez, gereksiz kaynak harcaması olmaz ve gereksiz ara stoklar oluşmaz. Ayrıca sermaye de gereksiz yere bağlanmaz.
- Gereken üretim, gereken miktarda ve küçük partiler halinde yapıldığı için, ara stok oluşumu az ya da hiç yoktur. Bu nedenle de stok maliyetleri düşüktür.
- Kanban sistemi ile safhalar arası üretim emri malzeme ve parça akışları pratik bir şekilde olur

Yalın üretimde ana amaç, değer yaratma faaliyetlerini mükemmelleştirme ve değer eklemeyen faaliyetleri elimine etmektir.

Değer yaratan faaliyetler, proje geliştirmeden başlayarak, imalat, montaj, satın alma, dağıtım ve müşteri güvencesine kadar uzanan bütünleşmiş bir bütündür. Bu nedenle yalın üretimin etkileri bu bütün içinde kendini gösterir. Yalın üretimi uygulayan işletmeler kalite, maliyet, esneklik, hız ve güvenilirlik

boyutlarında önemli rekabet avantajı kazanırlar. Yalın üretim uygulaması ile sağlanacak tüm yararlar şunlardır (Üreten, 1998) :

- Sistemde her türlü israf azalır, hatalar görünür hale gelir ve ortadan kaldırılır.
- Stok düzeyleri önemli ölçüde düşer, hatta bazı durumlarda sıfıra iner.
- Stoksuz çalışma nedeniyle üretimle ilgili sorunlar görünür hale gelir.
- Stoksuz çalışıldığı için stok denetim sistemlerine de ihtiyaç duyulmaz, yarı mamullerin izlenmesi gerekmez. Bu nedenle atölye denetimi kolaydır.
- Sistem, aynı ürün ailesinde yer alan üründen birinden diğerine kolaylıkla geçilebilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu özellik sistemde çeşit esnekliği yaratır.
- Ürün kalitesi ve verimlilik artar, fireler azalır. Firelerin azalmasının nedeni, küçük partiler halinde üretim sayesinde hatalı parçaların erken tespit edilmesi ve sürekli iyileştirme yaklaşımı ile hatalı üretim nedenlerinin ortadan kaldırılmasıdır.
- Küçük partiler halinde üretim nedeniyle, stokların ve malzeme taşıma araçlarının kapladığı alan azalır.
- İş merkezlerinin birbirine yakın olması nedeniyle, çalışanlar birbirleriyle daha kolay iletişim kurabilir, gerektiğinde başka işlere kaydırılır.
- Çalışanların çok fonksiyonlu olması verimliliği artırır.
- Stoksuz çalışma, ilk seferinde hatasız üretim, toplu koruyucu bakım gibi özellikleri nedeniyle, yalın üretim sisteminde üretim düşük maliyetle gerçekleşir.
- Ürünlerin üretim süreleri olabildiğince kısadır. Bu nedenle talebe hızlı cevap verilir, taahhütler zamanında yerine getirildiği için rekabet üstünlüğü sağlanır.

5.1. Yalın Üretimin Kaliteyi Artırmasındaki Yararı

Kaliteyi arttırma, maliyetleri düşürme, geçiş sürelerini kısaltma amaçlarına yönelik olan yalın üretimin etkileri şöyle sıralanabilir (Cesur, 1997):

- Müşterinin karşılaştığı kalite problemlerini sıfıra indirgeme düşüncesiyle azaltma
- Üretim sürecinde karşılaşılan hataları sıfıra indirmek düşüncesiyle azaltma
- Yeni ürün geliştirme sürelerini yarı yarıya azaltma
- Sipariş geçiş sürelerini yarı yarıya ya da daha fazla azaltma
- Stokları yarı yarıya ya da daha fazla azaltma
- Küçük sayılarda değişik tiplerde üretimi yüksek sayıdaki üretim ile aynı düzeyde maliyetle gerçekleştirme
- İşletme donanımı, takım ve aparatlara yapılacak yatırımları azaltma
- İşletmedeki alan ihtiyacını azaltma
- Tüm süreç içerisindeki personel sayısını azaltma

5.2. Yalın Üretimdeki Sorunlar

Yalın üretimin yararları yanında, birçok güçlükleri ve potansiyel problemleri bulunmaktadır. Yalın üretime geçişte her şeyden önce, yerleşimde, üretim denetim yöntemlerinde, satıcılarla olan ilişkilerde bazı değişiklikler yapılması gerekmektedir. Bunların da kısa bir sürede gerçekleştirilmesi mümkün değildir.

Yalın üretim uygulamalarında karşılaşılan sorunları şu şekilde sıralamak mümkündür (Üreten, 1998) :

- Yalın üretim, tekrarlamalı üretim sistemlerine uygulanabilir ve planlama dönemi süresince kararlılık gösteren bir talep gerektirir.
- Stokların ortadan kaldırılabilmesi için, öncelikle stok bulundurma nedenleri ortadan kaldırılmalı. Bu yapılmazsa stoksuz çalışma, sisteme yarardan çok zarar sağlar. Örneğin, hazırlık sürelerinin azaltılmadığı durumlarda ve satıcılar ile ilişkilerin sisteme uygun olmadığı durumlarda, yalın üretimin uygulanması mümkün değildir.

•Yalın üretim, disiplini gerektirir ve uygulaması için gerekli ideal koşulların hepsinin birden oluşturulması oldukça güçtür. Örneğin, parça ve malzemelerin zamanında gelmemesi, hatalı üretimin yapılması gibi nedenler üretimin durmasına neden olur.

•Yalın üretim, çalışanlar, yöneticiler, satıcılar ve müşteriler arasında işbirliği ve güven ilişkisinin kurulmasını gerektirir.

•Yalın üretim, çekme üretim mekanizmasına göre çalışır. Eğer işlem sürelerinde değişkenlik söz konusu ise bu mekanizma uygulanamaz. Çünkü bir işlemin süresinde değişkenlik olması, stok oluşumuna ve atıl kapasiteye neden olur.

•Yalın üretim, değerlendirme ölçülerinde değişiklik gerektirir. Örneğin, gerektiği anda üretimi öngörür. Ancak, bu durum düşük kapasite kullanım oranını doğurur. Bunun da maliyetleri arttıracığı endişesi vardır.

•Özellikle ülke dışından sağlanan parçaların küçük partiler halinde sık sık temin edilmesi mümkün değildir.

•Süreçlerin iyileştirilmesi için stokların sistematik olarak azaltılması, kısa dönemde sürecin ve müşteriye verilen hizmetin aksamasına neden olur.

Yalın üretim uygulamalarında karşılaşılan sorunları şu başlıklar altında da inceleyebiliriz.

Değişime karşı olan kültürel tepkiler: Sendikaların karşı çıkması, üretim, mühendislik ve orta kademe yöneticilerinin değişime karşı tepkileri, başarıya olan inançsızlık.

Kaynak eksikliği: Yeterince kaynak araştırması ve altyapı hazırlığının yapılmaması, eğitim ve araştırmanın eksikliği, sistemi anlamadan uygulamaya başlama ve çok yönlü uygulama.

Yönetimin desteklememesi: Tepe yönetiminin desteklememesi, yalın üretim için gerekli değişikliklerin ve uygulama yöntemlerinin yeterince anlaşılması.

Performans ölçümü: Performans ölçüm metotlarının yalın üretime uygun şekilde yapılmaması.

Satıcıların desteklememesi: Satıcıların işbirliğine yanaşmaması, satıcılardan alınan malzemelerde yaşanan kalite sorunu.

Düşük ürün kalitesi: Satıcılardan istenen kalitede malzeme temin edilememesi nedeniyle üretimin yavaşlaması veya durması.

Nakliye firmalarının yeterince destek vermemesi : Nakliye firmalarının yalın üretime uygun sevkiyat için işbirliğine yanaşmaması. Mühendislik desteğinin eksikliği: Satın alınacak malzemenin teknik özelliklerini hazırlamakla sorumlu tasarım mühendislerinin satın alma ile yakın ilişki kuramaması nedeniyle satıcı firmalarla yaşanan diyalog sorunu.

İletişim eksikliği: İletişim sisteminin yalın üretime uygun şekilde geliştirilip, uygulanamaması.

Malzeme teslim süresi: Satıcıların uzun teslim süresine sahip olması, bunun sonucunda ara stok yapma mecburiyetinin oluşması. (Çetinkaya, 2000)

6. SMED- TEKLİ DAKİKALARDA KALIP DEĞİŞİMİ

SMED'in ilk düşünceleri Shigeo Shingo tarafından 1950 yılında MAZDA Hiroşima fabrikasında 350, 750 ve 800 ton preslerin kalıp değişiminde oluşturulmuştur. Shingo 19 yıl sonra, 1969' da Toyota Motor Company'deki çalışmaları ile 4 saat olan ölçü değişim süresini 3 dakikaya indirmiş ve bu çalışmalardan sonra SMED kavramını yaratmış ve adını koymuştur. Setup süresini 10 dakikanın altına düşürmek için uygulanır. Adını İngilizce Single Minute Exchange of Die kelimelerinin baş harfinden alır.

Amacı

- Makine kullanım zamanının optimize edilmesi
- Küçük parti büyüklüklerinin uygun hale getirilmesi
- İmalat içi sürenin azaltılması
- Makinenin boş durma süresinin azaltılması
- Tek seferde yapılan makine ayarı ve hazırlık işlemi,
- Esnek üretim ve teslimatın zamanında yapılmasına olanak verir
- Stokların azaltılması (www.tpmdanismanlik.com/kaizen/smed_nedir.pdf)

6.1. SMED' in Tarihsel Gelişimi

Seri üretimin hükmünü sürdüğü yıllarda, üreticiler aynı tüp ürünü uzun süreler boyunca üreterek stoklarlar, daha sonra farklı bir modele geçerek üretip stoklamaya devam ederlerdi. Bu durumda müşteri istediği ürün stokta varsa hemen alır, yoksa üretim sırası gelene kadar beklemek zorunda kalırdı. Fakat zamanla piyasa ortamında rekabetin artması ile ürün çeşitliliği arttı, stok tutmak maliyet getirir hale geldi, en önemlisi de müşteri önem kazanmaya başladı. Müşteri istediği ürünü istediği zamanda almak istedikçe seri üretim yapan firmalar stoklu çalışmaktan kurtulamadılar ki bu tür firmalar günümüzde de oldukça fazla bulunmaktadır.

Oysa hem verimli çalışarak rakiplere fark atmak ve para kazanmak, hem de müşterinin sesini dinleyerek müşteri memnuniyeti yaratmak sanıldığı kadar da zor değildir. Yapılması gereken model değişim sürelerini kısaltarak, istenen ürünü istenen zamanda, küçük partiler halinde üreterek, hem müşteriye ayak uydurmak, hem de bu şemalarla daha verimli çalışma şekillerini bulabilmektir ki bunun yolu SMED sisteminden geçmektedir. Yalın Üretim' in uzmanı olarak bilinen Shigeo Shingo' da SMED' i yalın üretim teknikleri arasında en önemli teknik olarak tanımlamaktadır. Yukarıda belirtilen çıkmazın yaşandığı dönemlerin başında, 1950'lerde Shigeo Shingo Honda'nın Hiroşima'da triportör üreten fabrikasını ziyaret etmiştir. Fabrikada triportör gövdelerini basan 800 tonluk preste kapasite sıkıntısı yaşanmaktadır. Kendisinden yardım istenen Bay Shingo' nun çözümü, iç set up' ı dış set up' tan ayırt ederek, dış set up' ın süresini toplam set up süresinden düşmek olmuştur. O tarihte henüz SMED fikri doğmamış olmakla birlikte, SMED' in kalıp değiştirme süreci içinde ilk akla gelebilecek uygulaması, iç set up' ı dış set up'tan ayırma fikri bulunmuştur. Böylece stoksuz üretim için birinci koşulun makine hazırlık sürelerinin kısaltılması olduğunu görmüş ve SMED adı altında geliştirdiği tekniği birçok şirkette uygulayarak, hazırlık sürelerini ciddi oranlarda indirmiş ve radikal gelişme sağlamıştır (Shingo Shigeo,1985).

Hızlı kalp değiştirme tekniği olarak da bilinen SMED (Single Minute Exchange of Die) adını İngilizce isminin bas harflerinden almıştır ve Türkçe' ye Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi ya da Hızlı Kalıp Değişimi olarak geçmiştir. Burada tekli dakikalardan kasıt, on dakikanın altındaki tek haneli dakikalardır. (Ör: 2 dk. 9 dk. gibi). Fakat SMED yaklaşımının isimlendirilmesi ve yeni bir teknik olarak benimsenebilmesi için 1969 yılının beklenmesi gerekecektir. Bu tarihte Toyota'da yapılan bir preste kalıp bağlama iyileştirmesi sırasında eksik olan taslar da yerine oturmuştur ve Shigeo Shingo bulduğu yeni tekniğe SMED (Single Minute Exchange of Die) adı verilmiştir.

SMED tekniği bir işlemin saatlerden dakikalara indirilmesini olanaklı hale getirmektedir ve bunu yaparken aşağıdaki noktaların farkında olarak geliştirme sağlamaktadır.

- Model ve takım değişimindeki ustalık uzun dönemli deneyim, yetenek ve çalışma gerektirmektedir.

•Büyük partili üretim ayar ve kalıp değişimi zamanlarının kaybını azaltır fakat klasik ayar ve kalıp değişim yöntemleri çalışanların uzun zaman alarak, çalışanların isinde kesinti yaratır. Bunun yanı sıra pratik metotlar ve birleştirici işlemler ayar ve model değişim zamanlarını kısaltarak verimli çalışmayı sağlar ve üretim kapasitesini artırır.

•Büyük partili üretim envanter ve stok artısını da beraberinde getirmektedir. Küçük partilerde üretim yapabilmek için üreteceğimiz ürün çeşidi kadar model değişimi ve ayar yapılması gerekmektedir. Kombine ve çok işlevli araç gereç ve modelle bu işlemler azaltılabilir fakat bu her zaman mümkün olmamaktadır. Burada odaklanılması gereken nokta zamanın nasıl azaltılabileceğidir. Bu çalışmalar ilk olarak Toyota işletmesinde geliştirme çalışması yaparken başlamıştır ve iki çeşit takım operasyonunun olduğu fark edilmiştir;1957 yazında Bay Shingo Mitsubishi tersanesinde yaptığı bir çalışmada motor yatağını planlayan bir tezgâhta, merkezlenme ve boyutlandırma işleminin makinenin üzerinde değil, yakınındaki ikinci bir tablada yapılabileceğini fark etti. Böylece iç set up' ın bazı faaliyetlerinin dış set up' a kaydırılabilir olduğu ortaya çıktı. Sadece makine kapalı iken yapılabilen kalıbın içten değiştirilmesine “iç set up” ve makine açık iken de yapılabilen kalıbın dıştan değiştirilmesine “dış set up” adı verilmiştir (Kâğıt Gıda Ambalajı F. 2003,). Burada anlatılan tüm bu konuların farkına varılması ve SMED sisteminin geliştirilmesi yaklaşık olarak 19 yıl almıştır. Şimdi, SMED Toyota Üretim Sistemi'nin ayrılmaz bir parçasıdır.

SMED yıllarca süren deneyim ve çabaların sonucunda ortaya çıkan ve yalın üretimin fabrikalarda uygulanabilmesi için gerekliliği en önde gelen tekniklerden biridir. Sürekli değişen müşteri taleplerine tam zamanında cevap verebilmek için her fabrikanın her tezgâh veya operasyonunda uygulanması söz konusudur. SMED tekniği yalnızca yeni bir teknik değil, aynı zamanda yeni bir düşünce sistemi olarak ortaya çıkmıştır. Özellikle Japonlar tarafından endüstride oldukça kullanılmış ve geliştirilmiştir. Halen dünyada hızla yayılan ve başarı ile uygulanan bir tekniktir (The Productivity P.D.T.1996).

6.2. Temel SMED İlkeleri

SMED yaklaşımını şekillendiren, uygulamasına yön veren ana ilke, yalın üretimin diğer tekniklerinde de gördüğümüz, “gereksiz zaman harcamalarından kurtulmaktır”. Tüm SMED yaklaşımında, SMED’in alt ilkelerinde bu anlayışın hakim olduğunu söyleyebiliriz.

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

A. İlk olarak hali hazırdaki uygulamada hangi işler makina durduğunda, hangilerinin makina çalışırken yapıldığı saptanmalıdır.

B. Bunlar içinde bazı işler rahatlıkla ve önemli bir değişikliğe gidilmeden makina çalışırken de yapılabilir olmalarına karşın, hali hazırda makina durduğu zaman yapılıyorlarsa, bu büyük bir zaman kaybıdır. Bu tür işlemler mutlaka makina çalışırken yapılmalıdır.

C. İlk yapılan bu görece basit değişikliklerle de yetinmemek gerekir. Israrla daha ve daha çok işlemin makina çalışırken yapılabilmesi sağlanmalıdır. Bunun için kalıplar ve kullanılan takımlar dahil donanımda ne gibi modifikasyon yapılabilir araştırılmalı ve çözümler geliştirilerek uygulamaya geçirilmelidir.

2. Kalıp değiştirmede hem bir önceki kalıbın çıkarıldıktan sonra üzerine hemen yerleşeceği, hem de aynı anda bir sonraki kalıbı taşıyan ve yerine takılmasını kolaylaştıran sistemler ya da taşıyıcılar (arabalar) kullanılmalıdır. Bu tür “mekanizasyon” bir kalıptan ötekine geçiş süresini kısıltacaktır.

3. Kalıp bağlama sırasında makinayı ayarlama gereğini önlemek de zaman tasarrufu sağlayacaktır. Bunun için bağlama sürecinde kullanılan kalıp ve makine bölümlerinde standartlaşmaya gitmek önemlidir.

Örneğin, kalıpların makinaya bağlantı kısımları standart hale getirilirse (yani aynı boyut ve şekilde olursa), kalıplar bağlanırken aynı bağlayıcılar (jigs) ve takımlar kullanılabilir. Böylece standartlaşan kalıp değiştirme işi daha az süre tutacaktır.

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

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

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

Shingo sisteminin temel hatları bu şekilde özetlenebilir. Shingo SMED’le gerçekten de adeta mucizeyi sonuçlar elde etmiştir. Örneğin, 1990’ların başında Türkiye’de otomotiv ana sanayiinde kullanılan büyük pres makinalarında setup süresi hala yaklaşık 45 dakika tutarken, Shingo daha 1971’de Toyota’da bu işlemi 3 dakikaya indirmeyi başarmıştır (www.scribd.com/doc/44905268/Yalin).

6.3. SMED’ in Sağladığı Faydalar

SMED’ in yararları aşağıdaki gibi sıralanabilir,

- Esneklik: Küçük partilerde üretim yapabilmeansı veren bu teknik ile müşteri ihtiyaçları, stok oluşturmadan karşılanabilmekte, yeni ürünlere hızlı adaptasyon sağlanabilmektedir.

•Kalitede artış: Ayar esnasında ve üretim başlangıç denemelerinde ortaya çıkan fireler azalır ya da ortadan kalkar, ürün depolamaya gerek olmadığından hem hatalı üretilen ürünlerin depolanması önlenir, hem de depolama sırasında oluşan hasarlar ortadan kalkmaktadır. SMED çalışmalarına ilk başlandığı zamanlarda hatalı ürün oranları artsa da zaman içerisinde yüksek oranlarda düşüş gözlemlenmektedir.

•Hızlı teslimat ve müşteri memnuniyeti: Küçük partili üretim yapılması ile birlikte, ürünler daha kısa sürede üretilmektedir. Müşteri ürününü istediği zamanda temin edebilmektedir. Bu durum müşterinin memnuniyetini de arttırmaktadır.

•Üretkenlikte Artış: Model değişimi ve ayarların kısa sürede olması, ürün modelleri arasındaki geçişlerde israf zaman ve israf işlemlerin ortadan kaldırılması ile birlikte, daha etkin ve daha verimli üretim gerçekleştirilmektedir.

•Stok maliyetleri: Hızlı model değişimi ne derecede başarılı uygulanırsa, ürün stokları da o oranda az tutulacağından, stok maliyetleri de bu tekniğin uygulanması ile orantılı olarak düşüş gösterecektir.

•Rekabet gücünde artış: SMED tekniğinin uygulanması ile elde edilen getiriler işletmelere rekabet gücü ve is güvencesi kazandırmaktadır.

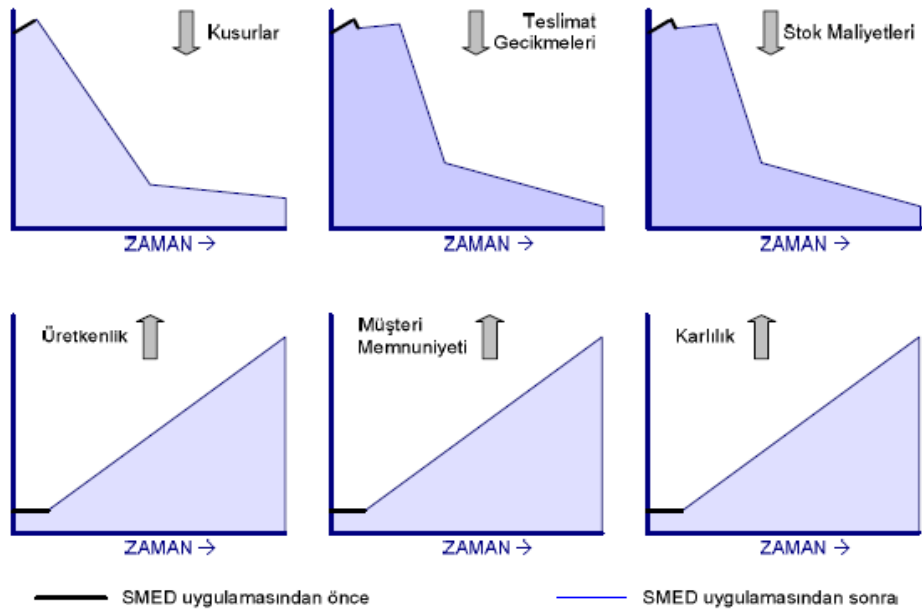
•Alanların verimli kullanımı: Model değişimi ve ayar işlemlerinde hareketlerin minimuma indirilmesi ve envanterlerin azaltılması ile iş yerlerinde yeni alanlar kazanılabilmektedir. Bu durum şirketin hareket kabiliyetini arttırmaktadır.

•İş güvenliği: İşlemler basitleştirildiğinden dolayı, hem daha az fiziksel güç kullanılmakta, hem de güvenli işlemler sayesinde sakatlanma ya da yaralanma riskleri azalmaktadır.

•Çalışanların gelişimi: Bu tekniğin uygulanması ile çalışanlar hem bilgi ve tecrübelerini geliştirmekte, hem de yaratıcılıklarını kullanarak kendilerini ifade etme sansı bulmaktadırlar. Yapılan hataların azalması ile birlikte çalışanlarda kendilerine güvenme duygusu gelişmektedir.

•Düzen: SMED tekniğine geçmeden önce uygulanması gereken teknik 5S' tir. 5S sayesinde model değişiminde ve ayar sırasında kullanılan alet ve takımlar birleştirilebiliyorsa birleştirilir, kombine ekipmanlar kullanılır. Çalışma düzeni standartlaştırılır. Böylece hem daha az ekipman ile birden çok iş görülebilir hem de ekipmanların takip edilerek korunması sağlanmaktadır.

•Karlılık: İşletmelerin nihai amacı kar elde etmektir. Bu teknik büyük yatırımlar yapmadan, eldeki iş gücünü ve envanteri kullanarak, kısa sürede ve büyük oranlarda kara geçmeyi sağlamaktadır.



Şekil 6.1: SMED' in Sağladığı Faydalar (The Productivity P.D.T. 1996)

6.4. SMED Yaklaşımında “Kalıp” Tanımı

Shigeo’ nun ilk SMED uygulaması, mekanik pres makinesinin değiştirilebilir bir parçası olan kalıbının ayar süresinin düşürülmesi çalışmasıydı. Burada bahsi geçen “kalıp”, aynı makine üzerinde yeni bir ürün üretileceğinde değiştirilebilen ekipmanın parçası olarak tanımlanmaktadır (Roberto O. Agustin, Fely Santiago,1996).

6.5. Üretim Sürecindeki Kavramlar

Üretim sürecinin 4 temel adımı mevcuttur ve aşağıdaki gibidir:

- İşlem: Şekil verme, monte etme, takma, sökme gibi ürün üzerinde ya da ürünü üretebilmek için planlanmış konumda gerçekleştirilen adımlardır.
- Kontrol: Bir standartla karşılaştırma ve uygunluğuna bakma işlemidir.
- Taşıma: Bir yerden başka bir yere götürmek, yer değiştirmektir.
- Depolama: Ürünün hiçbir işlem, nakliye veya kontrole tabi tutulmadığı, bir işlemi ya da kullanılmayı beklediği zaman periyodudur. Bu dört maddeden SMED yaklaşımının en yakından ilgilendiği adım, işlem adımıdır. İşlem adımı kendi içerisinde ikiye ayrılır:

1.Gerekli Operasyonlar: Malzeme üzerinde değer yaratan, uygulanmadığı zaman ürünün istenilen özelliklerde olamayacağı adımlardır.

2.Ayar Operasyonları: Ürünün üretilebilmesi için her parti ya da ürün çeşidi üretiminden önce ya da sonra yapılan hazırlıklar ve ayarlamalardır.

Ayar işlemleri ürüne direkt değer katmazlar fakat ürünün üretilebilmesi için gerekli işlem adımlarıdır. İki tip ayar işlemi vardır:

1.İç Ayar (Internal Set up): Bu tip bir hazırlık ve ayarlar yalnızca makine kapalıyken gerçekleştirilir. Örneğin bir kalıbın makinenin plakalarına bağlanması ancak makine kapalıyken yapılabilen bir işlemdir.

2.Dış Ayar (External Set up): Bu tip bir hazırlık ya da ayar işlemi makine çalışırken yürütülebilir. Örneğin kalıbın makineye bağlanmasında kullanılacak olan civataların kalıbın üzerine yerleştirilmesi makine açıkken yapılabilir.

6.5.1. Ayar İşleminin Temel Adımları

SMED tarafından iyileştirilmemiş tüm ayar işlemleri dört adımdan oluşmaktadır. Bu dört adım:

1. Hazırlık, süreç sonrası ayarları, malzeme ve araçların kontrol edilmesi
2. Bıçakların, aletlerin ve parçaların takılması
3. Ölçümler, ayarlar ve kalibrasyonlar
4. Deneme ve ayarlamalar

Yukarıda belirtilen dört aşamanın, SMED uygulamayan işletmelerdeki ayar süreleri içindeki payları Tablo 6.1’de gösterilmektedir.

Tablo 6.1: SMED Uygulamayan İşletmelerde Ayar İşlemlerinin Toplam Ayar Zamanı İçindeki Oranları (Shingo Sheigo, SMED, 1985)

Set up Aşamaları	İşlemlerin ayar süresi içindeki oranları
Hazırlık, süreç sonrası ayarları malzeme ve araçların kontrol edilmesi	% 30
Bıçakların, aletlerin ve parçaların takılması	% 5
Ölçümler, ayarlar ve ölçümleme	% 15
Deneme ve ayarlamalar	% 50

SMED yaklaşımında amaç, yukarıdaki adımlarda geçen süreleri minimuma indirmektir. Bunu başarabilmek için hazırlık aşamasında, tüm parça ve aletlerin yerli yerinde ve kullanıma hazır olduğundan emin olunmalıdır. Bunu sağlayabilmek için de kullanılmış ve işi bitmiş alet ya da cihazların, tanımlanan yerlerine, temizlenmiş ve kullanılabilir bir şekilde bırakılması gerekmektedir. Bu işlemler makine açıkken yapılabilen işlemlerdir. Parçaların ve aletlerin takılması olan ikinci asama, makineler kapalıyken gerçekleştirilmektedir. Bu işlem toplam ayar zamanı içerisinde en düşük orana sahiptir, fakat pratik yollar bulunarak, işlemler kısaltılabilir. Ölçüm ve ayar işlemlerinde genellikle makineler kapatılır, faka SMED sistemi bu işlemlerin

makineler çalışırken yapılabilmesine olanak tanımaktadır. Son ayar işlemi olan deneme ve son ayar işlemi, yapılan tüm ayar işlemlerinin sonucunun görüldüğü ve toplam zaman içinde en çok payı alan işlemdir. Bu adımın doğru yapılmaması, ürünün doğru üretilmemesi anlamı taşımaktadır bu nedenle üzerinde oldukça uğraşılan bir işlemdir. SMED makine çalıştırılır çalıştırılmaz bu aşamanın iyi ürün verecek şekilde düzenlenmesini sağlamaktadır. Ayar işlemlerini kolaylaştıracak diğer öneriler aşağıdaki gibi sıralanabilir (Acar, Nesime ,2002):

- Bir kalıptan diğer bir kalıba geçerken, makine çalışırken yapılan işler ve makine durduğunda yapılan işler belirlenmeli, belirlenen işler analiz edilerek mümkün olduğunca işlerin makine çalışırken yapılmasına gayret edilmelidir. Çünkü makine çalışırken yapılabilecek işler, makine durduğunda yapılıyor ise, bu zaman kaybından başka bir şey değildir. Bu sağlandıktan sonra, iç set up olarak yapılan işler değişik tasarım değişiklikleri ve modifikasyonlarla nasıl dış set up haline getirilebilir diye düşünülmelidir.

- Kalıp değişiminde, çıkarılan kalıbın üzerine hemen yerleşebileceği, aynı zamanda da takılacak olan kalıbı taşıyan ve yerine takılmasını kolaylaştıran taşıyıcılar ya da sistemler geliştirilmelidir. Bu yöntem sayesinde kalıp değişimindeki taşıma zamanından tasarruf edilmiş olunacaktır.

- Kalıpların bağlanması sırasında, makine ayarlama işlemi de zaman alan işlemlerdendir ve ne derece önlenirse, o kadar zaman kazandıracaktır. Bunun için makinede kullanılan kalıplar için standartlaştırma yöntemine başvurulabilir. Böylece kalıplar bağlanırken aynı takım ve aparatlar kullanılacak ve ince ayara gerek kalmayacaktır.

- Bağlayıcı ve mengene gibi yardımcıları, vida ve civata kullanımına gerek kalmayacak şekilde tasarlamak, yine zamanda büyük kazanç sağlayacaktır. Bu sayede çalışanlar monte işlemini çok daha kısa zamanda yapabileceklerdir.

•Kalıp değişimi sırasında zaman alan bir diğer işlem ise, kalıp takıldıktan sonraki deneme ve ayarlama çalışmalarıdır. Kalıp tek takışta olması gerektiği gibi yerine oturursa bu işlemlere de gerek kalmayacaktır. Bunu sağlayabilmek için ise, kaset sistemleri ya da limit anahtarları kullanılabilir.

• Zaman kaybına neden olan bir diğer işlem ise tasımadır. Bu nedenle çok kullanılan kalıplar mümkün olduğunca makinelerin hemen yanlarında bulunmalıdır. Böylece tasıma için zaman kaybedilmemiş olacaktır.

6.6. Ayar İşlemlerinin Analiz Edilmesi

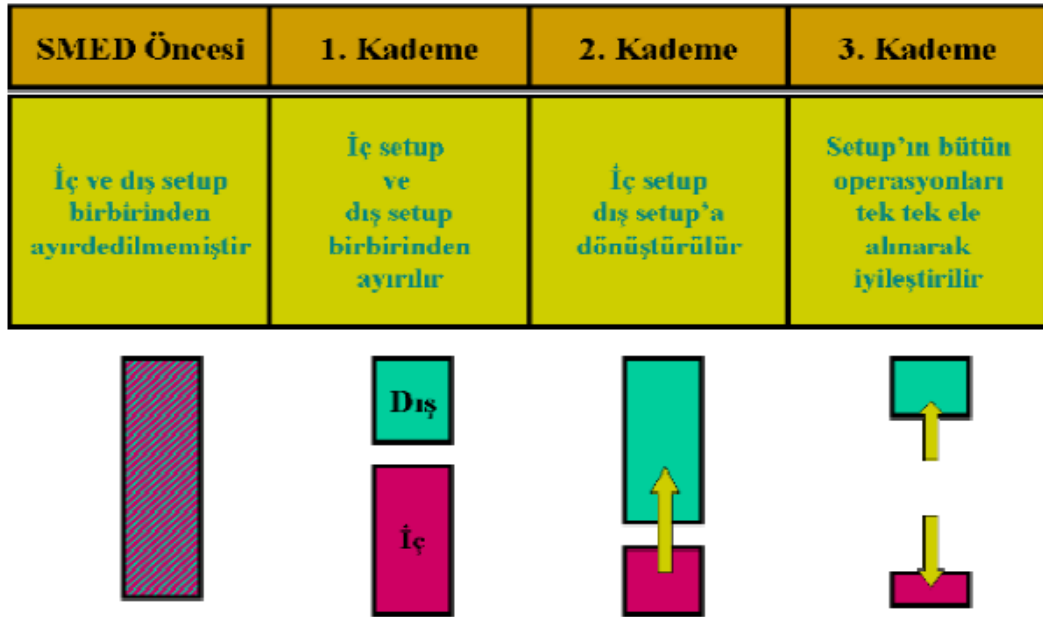
Yalın retim uygulamayan işletmelerde ayar işlemlerinin uzun sürmesinin başlıca sebebi i ve dış ayarların ayrıştırılmamasıdır. Makine çalışırken yapılabilecek pek çok is makine kapalıyken yapılmaktadır. Aşağıda açıklanmış olan SMED' in üç aşaması model değişimlerinin basitleştirilmesini ve kısaltmasını sağlamaktadır. Fakat SMED uygulamalarına geçmeden önce, ayar işlemlerinin nasıl yapıldığı ve ne kadar vakit aldığı incelenmelidir. Bu adıma ayar analizi adı verilmektedir. Ayar analizi üç ana adımdan oluşmaktadır:

- 1.Ayarı yapan kişi ve ayar işlemi en ince detaya kadar kameraya kaydedilir. Özellikle el, göz ve vücut hareketlerine odaklanılır.
- 2.Çekimler ayarı yapan kişiye ve başka çalışanlara gösterilir ve yapılan işlemlerle ilgili grubun fikrini alınır. Ayarı yapan kişiye bazı noktaları açıklaması istenebilir.
- 3.Ayarın tüm adımları ve tüm hareketler dahil olacak şekilde zaman not edilerek çekim incelenir. Analiz işlemi bir tek video çekimi ile değil farklı yöntemlerle de gerçekleştirilebilmektedir. Bunlardan bir tanesi isi çok iyi bilen bir usta veya operatörün sorgulanması ve önemli ipuçlarının aranmasıdır. Bir diğeri ise, bir sorumlunun elde kronometre ile is analizi yapmasıdır. Fakat bu yntemlerdense video çekimi yönteminin tercih edilmesinin sebebi, objektif olması, kişisel analiz hatalarının bulunmaması yani güvenilir olmasıdır (nn Kaan. 2003).

6.7. SMED Uygulamasının Aşamaları

Önceki bölümlerde anlatılan hazırlıklar tamamlandıktan sonra, SMED uygulamasına geçildiğinde, uygulanması gereken 3 adım karşımıza çıkmaktadır.

1. Aşama: İç ve Dış Ayarların birbirinden ayrılması
2. Aşama: İç ayarların Dış Ayarlara dönüştürülmesi
3. Aşama: İç ve Dış Ayar operasyonlarının her açıdan ayrı ayrı incelenmesi



Şekil 6.2: SMED' in Aşamaları (Kâğıt Gıda Ambalajı Sektöründeki U. F. 2003)

SMED yaklaşımı genel olarak önemli bir yatırım gerektirmeksizin, sadece probleme (hızlı model değiştirememeye) bakış tarzını değiştirerek elde edilebilecek büyük bir gelişmedir. 1. ve 2. adımlarda hemen hemen hiçbir yatırım harcaması gerekmezken, 3. kademe bazı özel teçhizat ve araçların satın alınması gündeme gelebilir.

6.7.1. İç ve Dış Ayarın Birbirinden Ayrılması

SMED' in bu ilk adımında makine çalışırken yapılabilecek olan işlerin ve makine kapalı iken yapılabilecek işlerin birbirinden ayrılması gerekmektedir. Çoğu firmada birçok iş, makine kapalı iken gerçekleştirilebilecekken, iş yapma düzeninin plansızlığı nedeni ile makine çalışırken yani iç ayar olarak gerçekleştirilmektedir. Oysa kullanılacak olan parça ve aletlerin hazırlanması, tamiratların yapılması ya da kullanılacak alet, takım ve kalıbın ekipmanın yanına getirilmesi makine çalışmazken gerçekleştirilebilir. Bu yönde gelişme kaydedilirse, %30-50 oranlarında zamandan tasarruf edilebilir.

Bu aşamada dikkat edilmesi gereken diğer noktalar, taşıma işlemleri ve mesafeleri, kullanılacak olan malzeme, araç ve gerecin hasarsız ya da eksiksiz olması, bağlantı elemanlarının pratik olması, gerekli üretim bilgisinin (prosedürlerin) tam ve doğru geldiğinden emin olunmasıdır.

Bu noktalar düzgün planlanmadığında oldukça zaman alan ve ekipmanı fazladan meşgul eden israflara neden olmaktadır. Geleneksel olarak, mühendis ve çalışanlar işlerini en iyi şekilde yaptıklarını düşünmektedirler. Fakat her gün defalarca yapılan ve alışkanlık haline gelen işlere bu kadar basit bir bakış açısı ile bakmak bile, yapılan isteki israflar açıkça ortaya çıkmaktadır. Bu aşamada işlemlerin üzerinde tartışılması sonucunda iç ve dış ayarların ayrıştırılabilmesi elbette oldukça önemlidir, fakat önemli olan bir diğer nokta, çalışanların alışkanlıklarını değiştirerek, yeni yaklaşımı uygulayabilmeleridir. Bunu sağlayabilmek için uygulanabilecek bazı yaklaşımlar aşağıda açıklanmaktadır (SMED, Eğitim Notu,2008).

6.7.1.1. Kontrol Listelerinin Kullanılması

İşlemlerin yapılması süresince, gerekli olan tüm parçaları, operasyonların ayarı ve yürütülmesi için gerekli olan her şeyi içeren bir liste hazırlanmalıdır. Listede bunların yanı sıra, kullanılacak aletler, parça özellikleri, sorumlu kişiler ve gerekiyorsa çizimler ve olması gereken ortam koşulları belirtilmelidir. Makine kapatılmadan önce listedeki her maddenin kontrol edilmesi gerekmektedir. Operatörün kısa bir süre için bu tabloya bakarak, durumu kontrol etmesi, ileride olabilecek hatalar ortadan kaldırdığı için kontrol listeleri oldukça kullanışlı ve faydalı araçlardır. Aksi halde unutulan ya da atlanan herhangi bir iş ayara geçildiğinde makinenin gereksiz yere durmasına sebep verebilmektedir. Kontrol listesinin kullanımı hem hataları ve hem de bir sürü deneme üretimini ortadan kaldırmaktadır. Genel kontrol listeleri karışıklığa yol açabileceğinden, kaybolmaya müsait olduğundan ve göz ardı edilebileceğinden dolayı her makine ve işlem için ayrı ayrı hazırlanmalıdır.

6.7.1.2. Fonksiyon Kontrollerinin Gerçekleştirilmesi

Bir kontrol listesi operasyon için gerekli tüm aletlerin sağlandığından emin olmaya yardımcı olmaktadır fakat ayar işlemlerinin problemsiz yürüyebilmesi için tek başına yeterli değildir. İkinci adım olarak yapılması gereken kontrol fonksiyon kontrolüdür. Bu kontrol parçaların, sorunsuz olarak çalışıp çalışmadığını belirlemek ve bir sorun var ise, ayar işlemine geçmeden sorunu gidermek amacıyla gerçekleştirilebilir.

Fonksiyon kontrolleri ayar başlamadan önce yapılmalıdır ki herhangi bir şey doğru çalışmadığında tamiri hemen gerçekleştirilebilsin. Çatlak ya da kırık olan kalıp, parça ve pimler deneme üretimi yapılmadan fark edilemezlerse iş ayar sırasında zaman kaybına yol açacaktır. Parçalar yerine yerleştirilmeden ve takım çalıştırılmadan önce, her şeyin doğru çalıştığından emin olunursa büyük oranda zaman tasarrufu sağlanmış olacaktır.

6.7.1.3. Taşıma İşlemlerinin İyileştirilmesi

Model değişimleri sırasında, kalıplar, jigler, ölçüm cihazları gibi ekipmanlar depolandıkları alanlar ile makineler arasında getirilip götürülmektedir. Makinelerin kapalı tutulduğu süreleri kısaltmak için, bu taşıma işlemi makineler çalışır haldeyken yapılmalıdır. Bununla birlikte isi biten parçalar ve aletler, yeni parça ve aletler yerine yerleştirilip makine çalışır hale gelmeden depoya taşınmamalıdır.

Eğer makine otomatikleştirilmişse operatör taşıma işlemini tek basına ele alabilmeli diğer hallerde ise parçaların ve aletlerin taşınması görevlendirilmiş kişilerin koordinasyonu ile yürütülmelidir.

6.7.2. İç Ayarların Dış Ayarlara Dönüştürülmesi

Birinci aşamada makine çalışır durumda iken gerçekleştirilebilecek işlemlerle makine kapalı iken gerçekleştirilebilecek işlemler birbirinden ayrılmakta ve bu sayede zamandan çok büyük kazançlar sağlanması beklenmektedir. Fakat birinci aşama iç ayar süresini tekli dakikalara indirmekte yeterli gelmemektedir.

Bunun için iç ayar süresinin dış ayara dönüştürülmesi gerekir ve bu asama iki önemli adımı içermektedir (Richard Macintosh ve diğerleri, 2007):

1. Mevcut iç ayardaki işlemlerin gözden geçirilerek herhangi bir adımın yanlışlıkla iç işlem olarak uygulanıp uygulanmadığının incelenmesi,
2. Bu iç ayar adımlarının dış ayara dönüştürülmesi için gerekli olan yolların aranması.

İç ayarın dış ayara dönüştürülmesine örnek olarak, enjeksiyon döküm kalıbının makineye bağlandıktan sonra değil makine basında üretime geçilmeden önce ısıtılması verilebilir.

Bu adımın uygulanabilmesi için, çalışanların alışkanlıklarını bir kenara bırakıp, hedef için yoğunlaşmaları gerekmektedir.

6.7.2.1. Hazırlık Aşamasının Düzenlenmesi

Hazırlık iyileştirmesi yapılmamış bir ayar süreci izlendiğinde, çalışanların önemli bir süreyi hazırlık için harcadıkları görülmüştür. En çok da gerekli alet edevatı bulmak için zaman kaybedildiği tespit edilmiştir. Bu konuda 5s sisteminden de yardım alınabilir.

Hazırlık aşamasında yapılan işlemler tekrar incelenerek, bu işlemlerin daha az zaman harcayacak şekilde düzenlenmesi yapılabilir. Video çekimi yapılırken, bir tek makine basında yapılan ayar işlemleri değil, hazırlık aşamasında yapılan işlemler de çekilmeli ve irdelenmelidir (Shingo Shigeo, 1985).

6.7.2.2. Fonksiyonların Standartlaştırılması

İkinci adımda mevcutta yapılan iç ve dış ayarların incelenmesi sonucu dış ayarlar, iç ayar haline dönüştürülmektedir. Bu adımın etkin bir şekilde uygulanabilmesi için farklı kalıplara ait ayar işlemlerinde yapılan işlerin mümkün olduğunca standart hale getirilmesi önem taşımaktadır. Böylece model ya da kalıp değişimlerinde yapılacak işlem sayısı ve işlem süreleri kısaltılabilecektir. Fonksiyonel standardizasyon denildiğinde, bağlanacak kalıpların;

- İlgili boyutlarının,
- Merkezlenmelerinin,
- Bağlanıp sabitlenmelerinin,
- Makineden sökölme yönlerinin,
- Tutma gibi özelliklerinin aynılaştırılması anlaşılmalıdır.

6.7.2.3. Çok Fonksiyonlu Jiglerin Kullanımı

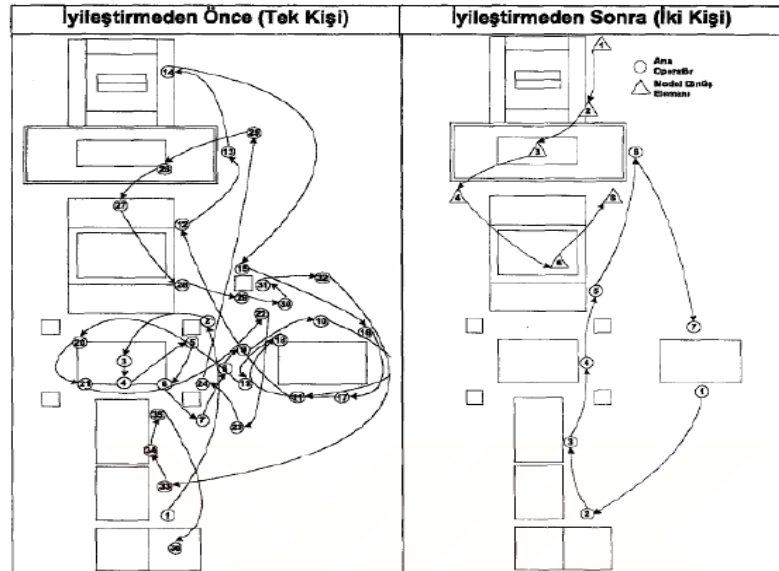
Kalıpların merkezlenebilmesi için kullanılan yüzeylere jig adı verilmektedir. Ayar işlemlerinde en çok kullanılan araçların, çok fonksiyonlu olmasına özen gösterilmelidir. Çok fonksiyonlu jigler birçok modele uyum sağlayabilecektir. Böylece model ya da kalıp değişimlerinde, farklı jiglerin ya da kalıpların takılıp çıkarılması işleminden ve bu işlemlerde kaybedilen zamandan tasarruf edilmiş olunacaktır.

6.7.3. İç ve Dış Ayar Sürelerinin İncelenerek Kısaltılması

SMED uygulamasının ilk adımında iç ve dış ayarlar birbirinden ayrılmıştır. İkinci aşamada iç ayarların dış ayar haline getirilmesi çalışması yapılarak makinenin üretim yapmadığı süre kısaltılmaya çalışılmıştır. Fakat SMED' in hedefi sadece ayar süresini kısaltmak değil, bu süreyi tek haneli süreler indirmektir. Bu nedenle uygulanması gereken 3. bir adıma daha ihtiyaç duyulmaktadır ve bu aşamada, makinelerin kapalı tutulmasını gerektiren ayar operasyonlarını kısaltmak ya da tamamen makine çalışırken yapılmasını sağlamak hedeflenmektedir (Richard Macintosh ve diğerleri, 2007).

6.7.3.1. Paralel Operasyonların Geliştirilmesi

Bu adımda uygulanabilecek yöntemlerden bir tanesi, işlemlerin paralel halde yapılabilirliğini incelemektir. Eğer bir iş bir kişi yerine iki kişi ile yapıldığında, toplam adam saat oranı düşüyorsa, bu işlem paralel hale getirilebilir demektir. Örneğin bir işi 1 kişi 20 dakikada yapıyorken, 2 kişi 5 dakikada yapıyorsa burada bir kazanç durumu vardır ve planlar değiştirilebilir. Şekil 6.3'de farklı bir örnek gösterilmiştir.



Şekil 6.3: Paralel Operasyonlarla Ayar Süresinin Kısaltılması (The Productivity Press Development Team, SMED, 1985)

6.7.3.2. Fonksiyonel Kelepçelerin Kullanılması

Bu adım için yapılabilecek uygulamalardan bir diğeri ise, uzun zaman alan saplama, cıvata ya da somun gibi bağlantı elamanlarının yerine daha kullanışlı ve pratik, tek seferde bağlantıyı yapabilecek yöntemlerin geliştirilmesidir. Bu yöntemde en çok kullanılanlar, kelepçeler ya da armut şekilli ve geçmeli bağlantı elemanlarıdır. Bu bağlantı elemanlarına genel olarak fonksiyonel kelepçe adı verilmiştir.

6.7.3.3. Ayar İşlemlerinin Kaldırılması

Ayar işlemlerinde işlemlerin kısaltılmasının yanında yapılabiliyorsa, işlemler birleştirilebilir ya da küçük tasarım değişiklikleri ile ayar işlemi kaldırılabilir. Bu durum makinenin kapalı kalma süresini çok büyük oranda azaltacaktır. Bu gibi durumlarda, ilk uygulamalarda hata oranı fazladır fakat uygulama oturtulduğunda kazanılan zaman ve dolayısı ile maddi getiri, yapılan hataları fazlası ile tolere etmektedir.

6.7.3.4. Mekanizasyon

Mekanizasyon bu asamaya kadar yapılan çalışmalara destek amacı ile uygulanmaktadır. Amaç kullanılan mekanik aksamın düzenlenerek, kullanımının kolaylaştırılması ve daha pratik hale getirilmesi, buna bağlı olarak da zamandan tasarruf edilmesidir.

6.7.3.5. Kalıpların Hazır Vaziyette Tutulması

Makinelere bağlanacak kalıplar veya diğeri teçhizat stok kullanıma hazır durumda bekletilmelidir. Aksi takdirde acilen yapılacak bir set up işleminde kalıp bağlandıktan sonra büyük aksaklıklar ortaya çıkabilir, kalıp üzerindeki onarımların makine dururken yapılması gerekebilir. Ayrıca kalıplar kolay ulaşılabilir ve kolay tanımlanabilir olmalıdır. Bunun için kalıp stok raflarında ve kalıp üzerinde renk ve numaralarla çok iyi işaretleme ve adresleme yapmak gerekmektedir.

Bu şartlar sağlanabildiğinde, doğru kalıbın, çalışabilir vaziyette, en kısa yoldan ve set up süresine etki etmeyecek biçimde, ihtiyaç duyulan makine basına getirilebilmesi sağlanabilir (Ersoy Ahmet, 2007).

6.7.3.6 Renklerin Kullanılması

Araç gerecin aranması ve düzensizlik nedeni ile kaybedilen zaman görsel yolların, özellikle de renklerin kullanımı ile kazanılabilmektedir. Kalıplara ve kalıpların üzerine bağlanacak elemanlara kolay ulaşım için bu parçaların belirlenen renklerde boyanması faydalı olacaktır. Kalıplara makineye bağlandıklarında, genellikle yağ, hidrolik ve elektrik bağlantıları gibi bağlantıların yapılması gerekmektedir. Bağlantıların makine üzerinde yapılması gerektiğinden, iç set up zamanının önemli bir bölümünü bu tür işlemler almaktadır. SMED' in üçüncü kademesinde hortum ve kablo bağlantılarının mutlaka kolaylaştırılması şarttır. İşte bu sırada renk faktörünün hortum, kablo ve bağlanacağı kalıp bölgelerinde kullanılması ile bağlantılar doğru ve daha hızlı yapılabilecektir

6.8. SMED Yaklaşımında Kullanılan Diğer Yardımcı Teknikler

6.8.1. Spagetti Diyagramı

SMED çalışmasında sıkça kullanılan çokça yararlı bir diyagramdır.

Üzerinde çalışılan makinenin üstten görünüşüne ve yakın çevresine odaklanmış bir yerleşim planında, makinede değişimi gerçekleştiren operatörün gidip geldiği her yol ve nokta bu plan üzerine islenir. İşin bitiminde gidip gelmeler çok fazla görüleceğinden bu diyagram bir spagetti tabağına benzetilmekte ve teknik ismini buradan almaktadır. Bu tekniğin amacı diyagramın oluşturulması ile birlikte, is yapılırken hangi noktalarda yoğunlaşma olduğunu görerek, buralara odaklanmak ve sonra yapılacak iyileştirme faaliyetleri ile büyük çoğunluğu “muda” olan bu gidip gelmelerden kurtulmaktır. Birden çok operatörün bulunduğu set up işlemlerinde, her bir kişi için ayrı ayrı gözlem yapıp, ayrı spagetti diyagramları hazırlamak ileride diyagramın analizi için faydalı olacaktır. Set up başlangıcında operatörün ilk hareketi “1” numaralı yörüngede verilebilir.

Bundan sonraki hareketleri takip eden sayılarla gösterilir. Çalışma sırasında operatörün bir araç gereç taşıırken yaptığı hareketler ile bos yaptığı hareketlerin iki değişik renk ile işaretlenmesi de tavsiye edilmektedir (Kâğıt Gıda Ambalajı Sektöründeki Uygulama Fabrikası, 2003).

6.8.2. Set Up Operasyon Adımları Zaman Çizelgesi

Mevcut durumu daha net anlayabilmek ve set up süresini kısaltmak için kullanılan bir diğer çizelge de “Set up Operasyon Adımları Zaman Çizelgesi” dir. Bu çizelge is etüdü gibi kronometre ile yapılan gözlemlerin sonuçlarının islenmesiyle, önce mevcut durumu ve iyileştirilmeye açık yönleri görmeye yaramaktadır. Dış set up’a kaydırılabilecek bazı faaliyetlerin tespit edilebilmeleri kolaylaştırmaktadır.

6.8.3. Eliminate Combine Rearrange Simplify Analizi

Kısaltması ECRS Analizi olan bu analiz metodu SMED uygulamalarının başlıca tekniklerindedir. Adını elimine etmek, birleştirmek, azaltmak ve basitleştirmek kelimelerinin İngilizce hallerinin baş harflerinden almaktadır. Amacı set up zamanını azaltmaktır. Set up sürecinde var olan işlemler sıralanarak, bu işlemlerin birbiriyle birleştirilip birleştirilemeyeceği, işlemlerin yok edilip edilemeyeceği, işlem sürelerinin azaltılıp azaltılamayacağı ve işlemlerde basitleştirme yapılıp yapılamayacağı incelenir. Araştırılan her bir adım set up zamanını kısaltmaya hizmet etmektedir. Kullanımı oldukça basit ve oldukça faydalı bir tekniktir.

6.9. Enjeksiyon Makinelerinde Kalıp Değişim Süresi

Kalıp değişiminde 2-6 saat civarında bir süre normal sayılmaktadır. Pek çok firma bu değişim süresinin maliyetini parti bazlı üretim ile azaltma yolunu seçmiş, böylece stok maliyeti ile tanışmışlardır. Bu konuda mühendislerin ortak görüşü yukarıda belirtilen saatlerin doğruluğunu teyit etmektir.

Öncelikle kalıp değişimindeki süreleri şöyle bir gözden geçirelim. Kalıp değişimi sırasında harcanan zamanı incelediğimizde karşımıza şunlar çıkmaktadır;

- Kalıbın ısınma ve soğuma zamanı
- Kalıbın hazırlanması zamanı
- Kalıp üzerinde olası sorunlar
- Yeni kalıbın makineye, çıkan kalıbın makineden uzağa taşınması
- Anahtar, malzeme vb. şeylerin getirilmesi, aranması
- Bağlama şekli (Pabuç, hızlı bağlama)
- Şartlandırıcı bağlantıları
- Hidrolik bağlantıları
- Makine etrafında yürüme
- Makine programında değişiklikler

Sizde aynı incelemeyi yaptığınızda göreceksiniz ki, bu zamanların pek çoğu kalıbı bağlamak ve sökmek için harcanmayan zamanlardır. Çoğu zaman yürümek, beklemek, aramak, getirmek ve götürmekle geçmektedir. Bunları ortadan kaldırmak için aşağıdakileri uygulamanız yeterli olacaktır.

6.9.1. Yürümenin yok edilmesi

Yürümenin yok edilmesi, işlemlerin sıralı olarak yapılmasına bağlıdır. Elemanlar genelde her zaman farklı sırada yaptıklarından çoğu kez bir kez gitmeleri gereken yere bir kaç kez giderler ve ek zaman harcarlar. Bunu önlemek yalnızca prosedürel bir değişiklikten ibarettir. Yani işleri sıralayarak kayıpları önleyeceksiniz. Bunun dışında önceden hazırlık değişim sırasında zaman kazandırır. Yani gerekli malzeme ve ekipmanları önceden hazırlamanın bir yolunu bulmalısınız. Böyle değerli zamanınızı değişim sırasında gereksiz yürüme ile harcamış olmazsınız. Olanaklı ise birden fazla operatörün makinenin uygun yerlerinde değişiklik yapması yürümelerini engelleyecektir.

6.9.2. Beklemenin yok edilmesi

Beklemek herkesin hemen görebileceği bir olgu değildir. Çoğu zaman çalışanları bir şeyler yaparken görürüz. Bu onların beklemediği anlamına gelmez.

Anahtar kelime gerekli iş yapıp yapmadıklarıdır. Görevleri model değişimi olduğuna göre makine durmakta iken değişim dışında yapılan işler bekleme sınıfına girer.

Beklemenin yok edilmesi neyi beklediğinizle yakından ilgilidir. Örneğin; Kalıbın soğumasını veya ısınmasını bekleme esnasını ele alalım. Bu durumda kalıbı soğutmadan veya ısıtarak bağlamak veya indirmeyi denemeniz gereklidir. Malzeme gelmesini bekliyorsanız, ön hazırlık ve sonradan hazırlık çalışması yapmalısınız.

6.9.3. Aramak, getirmek ve götürmek işlemlerinin yok edilmesi

Aramanın yok edilmesi 5S seviyesi ile ilgilidir. Bunun için firmanızda 5S çalışmasını başlatıp tüm elemanları uygulamalarda başarılı olmaları için teşvik etmelisiniz. 5S size önemli ölçüde kalıp değişim zamanı kazandıracaktır.

Arama, getir götür işlerinin yok edilmesi aynı zamanda ön hazırlık ile ilgili çalışmalara bağlıdır. Ön hazırlık ve son hazırlık yapmak getir götür işlerini en az seviyeye indirecektir.

Burada anlatılan yöntemler oldukça basit, kolay yöntemlerdir. Ancak bu yöntemler yardımıyla 2-6 saatin 75% 'ini hemen hemen hiç harcama yapmadan ortadan kaldırmanız mümkündür. Burada yapılan değişiklikler yalnızca prosedürel değişikliklerdir, harcama gerektirmez (www.yalinuretim.gen.tr/smed/89-enjeksiyon-makinelerinde-kalp-deiim-sueresi.htm).

6.10. Model Değişim Süresinin Azaltılması İçin Ayarlama Örneği

Bu örnek uygulamada bir makinede ürün konarak ve bazı vidalar gevşetilerek yapılan bir ayar basitleştirilmiştir. Burada hem ayar gereği ortadan kaldırılmış hem de alet kullanımı ortadan kaldırılmıştır. Böylece yapılması gereken model değişimi her hangi bir operatör tarafından bir kaç saniyede yapılabilir hale gelmiştir.

Aşağıdaki Şekil 6.4’de görüleceği gibi operatör model değişimi için bir kaç vidayı gevşetmek ve koyduğu ürün yardımıyla değişimi tamamlayabilmektedir. Bu da model değişimi süresinde ciddi uzamalara neden olmaktadır.



Şekil 6.4 Model Değişim Süresinin Azaltılması Örneği (www.yalinuretim.gen.tr)

Aşağıdaki ikinci resimde görüleceği üzere model değişimi komple bloğun çıkarılarak öteki pime takılması ile tamamlanmaktadır. Değişim için ürün üretmek, deneme yapmak, ayar yapmak veya ayrıntılı teknik bilgi ve alete ihtiyaç yoktur.(www.yalinuretim.gen.tr/ornek-uygulamalar/61-ayar-ortadan-kaldirma.html)



Şekil 6.5 Model Değişim Süresinin Azaltılması Örneği (www.yalinuretim.gen.tr)

7. BİR ÇELİK BORU ÜRETİM FİRMASINDA YAPILAN HAZIRLIK SÜRELERİ DÜŞÜRME ÇABALARI

Altıncı bölümde anlatılmış olan SMED teorisini uygulayacağımız bu çelik boru fabrikası, Türkiye’de ve Dünyada boru imalatı sektöründe faaliyet gösteren firmalar arasında söz sahibi bir firmadır. Bu fabrikada ki ürün çeşitleri şunlardır: Dikişli hassas çelik borular: Özellikle otomotiv endüstrisi için dikişli hassas çelik boru üretimi yapılmaktadır.

Soğuk çekilmiş hassas çelik borular: Çelik borularda çok hassas toleransların sağlanması, yüzey kalitesinin yükseltilmesi ve şekillendirme özelliklerinin kazandırılması amacıyla soğuk çekim prosesi kullanılır. Bu proseste kullanılan 2 tip malzeme vardır. Dikişli veya dikişsiz çelik borular

Soğuk çekimde kullanılacak dikişli ana borular müşteri taleplerinde belirtilen özellikler doğrultusunda kaynak hatlarında üretilir ve gerekli testlerden geçirilerek soğuk çekim işleme hazırlanır. Dikişsiz ana borularsa yine istenilen özellikler doğrultusunda dikişsiz boru üreticilerinden tedarik edilir.

İşlenmiş borular: Üretilen tüm borular müşteri istekleri doğrultusunda talep edilen boylarda kesilmektedir. Burada, istenilen teknik özelliklere uygun olarak boy kesimi, iç veya dış pah kırma, delme, pres ve özel yüzey kaplama gibi işlemlerle, müşteri ihtiyaçlarına uygun kesilmiş borular hazırlanmaktadır.

7.1. SMED Çalışmasının Yapıldığı Dilme Hattının Tanımlanması

Dilme hattında amaç, kaynak yolunda üretebilmek için gelen sacların önceden belirlenen standartlara uygun olarak dilimlenme işlemlerinin yapılması ve kontrolünü sağlamaktır.

Dilme hattındaki iş akışı kısaca şöyledir:

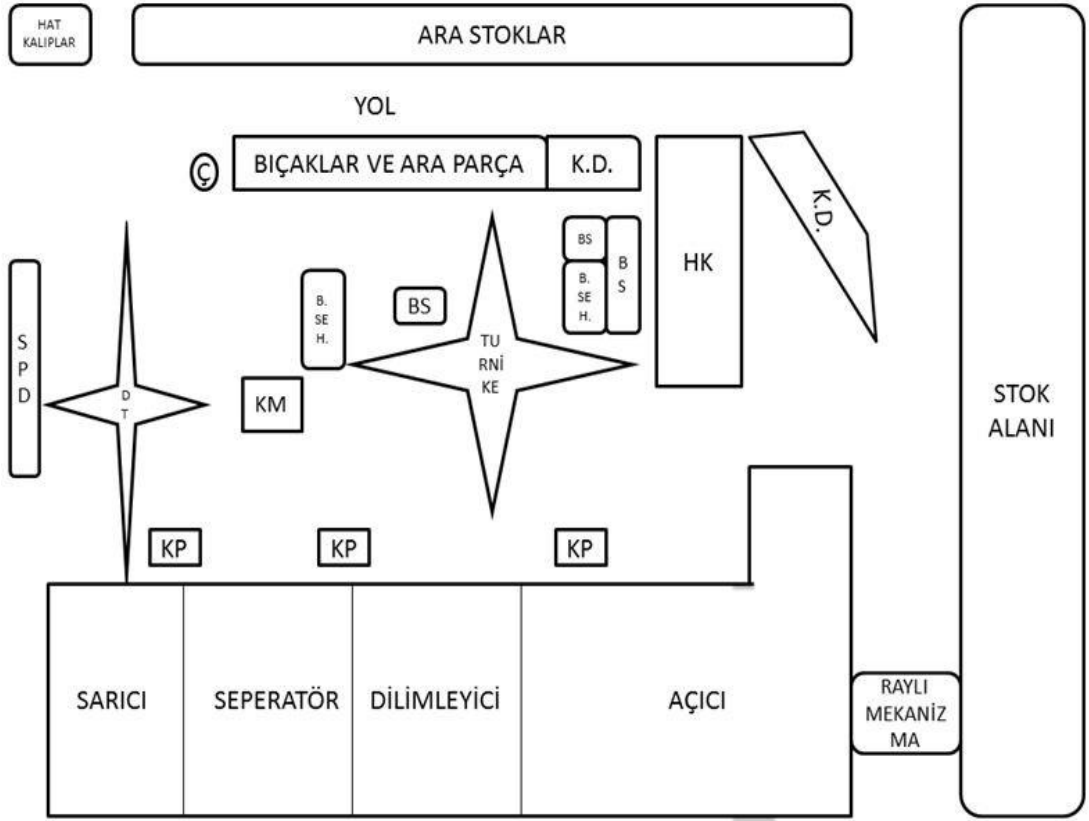
Üretim planlama departmanından gelen iş emrine göre stok alanından belirlenmiş barkot numarasına göre sac rulosu bulunur.

Bu rulo vinç yardımıyla dilme hattındaki açıcı makinesine getirilerek yerleştirilir. Bu esnada başka bir operatör tarafından iş emrinde tanımlanmış olan sac şeritleri ve kalınlık toleranslarına göre kalıp ve bıçak değişimi yapılır.

Kalıp ve bıçak kombinasyonu gerçekleştirildikten sonra turnikeden dilimleyiciye bu kalıplar ve bıçaklar aktarılır. Kontrol panelleriyle tüm hat yönetilerek dilme işlemi gerçekleştirilir.

Dilimlenmiş saclar seperatörden geçirilerek sarıcıya aktarılır. Sarma işlemi kontrol panelleri kullanılarak gerçekleştirilir.

Sarma işlemi biten her dilim rulosu çemberlenir ve tüm dilim ruloları turnikeye aktarılarak işlem tamamlanır. Bu dilimlenmiş rulolar buradan ara stok alanlarına veya kaynak hattına gönderilir.



Şekil 7.1: Dilme hattının yerleşim planı

Şekil 7.1 de görüldüğü üzere dilme hattının basit planı çizilmiştir. Burada;

Ç: Çöp

K.D : Kauçuk dolabı

H.K : Hurda kutusu

B.S: Bıçak sandığı

B.SEH : Bıçak Sehpa

KP : Kontrol Paneli

K. M. : Kontrol Masası

D.T : Dilim Turnike

S.P.D : Seperatör Parçası Dolabı

7.2. SMED Adımlarının Dilme Hattına Uygulanması

İlk adım olarak içsel ve dışsal hazırlıkların belirlenmesi amacıyla dilme işlemi için gerekli olan hazırlık safhası ve dilme işleminin tümü videoya kaydedilmiştir. Farklı günlerdeki dilme işlemleri kayda alınmıştır. Bu videolar izlenerek, iş adımları, katma değerli ve katma değersiz işler belirlenmiş; hangi operatörlerin hangi işleri yaptıkları gözlenmiştir.

Dilme hattındaki içsel hazırlıklar şunlardır:

- 1)Gelen iş emrine stok alanından istenen özelliklere sahip sac rulusunun bulunması
- 2)İstene özelliikteki dilme işleminin gerçekleştirilmesi için turnikeye uygun kalıp dizimi
- 3)Dizilen kalıpların dilme makinesine aktarılması ve sabitlemek amacıyla rulmanın sıkılması
- 4)Sac rulusunun açıcıya yerleştirilmesi
- 5)İstene boyutlardaki sac dilimlerine uygun olarak seperatör kalıplarının dizilmesi
- 6)Dilme işlemi başladıktan sonra başta, ortada ve sonda olmak üzere üç kez makine durdurularak dilimlerin boyutlarının uygunluğunun kontrol edilmesi
- 7)Sac dilimleri seperatöre ulaşınca kadar dilme gerçekleştirilir. Daha sonra makine durdurularak dilimlerin seperatöre yerleştirilmesi
- 8)Sac dilimlerinin işlem süresince düzgünlüğünü koruyabilmek için makinenin durdurularak seperatöre takoz, keçe veya köpük konulması

Dilme işlemi gerçekleşir, makineler çalışır durumdayken makine verimliliğini artıracak herhangi bir dışsal hazırlık işlemi yapılmamaktadır. Eğer vardiyada iki personel çalışıyorsa iş adımları Tablo 7.1’de gösterilmiştir.

Tablo 7.1: Yalnız iki operatör çalıştığı zamanki iş adımları

No	Yapılan iş	Kim	Nasıl	Kime/Nereye
1	İş emrinin çıkması	Murat Bey	Ağ üzerinden kontrol ederek	
2	İş emrinin operatöre iletilmesi	Murat Bey	Odasına çağırarak	Operatör A
3	Operatörün iş emrine göre diğer operatörü bilgilendirmesi	Operatör A	Yanına giderek	Operatör B
4	Operatörün iş emrindeki ruloyu bulması	Operatör A	Stok alanında arayarak	
5	Operatörün seperatör dilimlerini ayarlaması	Operatör B	Seperatör üzerindeki parçaları çıkarıp istenilen düzene göre dizilerek	
6	Operatör ruloyu taşıması	Operatör A	Vinçle	Beton takozlara
7	Operatörün sarıcı dilimlerini ayarlaması	Operatör B	Sarıcı üzerindeki dilimlerin sökülüp istenilen düzene göre dizilerek	
8	Operatörün bıçakları ayarlaması	Operatör A	Turnike üzerinde iş emrinde istenilen dilimlere göre bıçakların kombine olarak dizilmesi ile	
9	Operatörün ruloyu açıcı aparata yerleştirilmesi	Operatör B	Raylı mekanizma ile	Açıcıya
10	Rulonun açılması ve düzeltilmesi	Operatör B	Rulonun başlangıç kısmının açıcıya giren kısmının bir metal çubuk yardımıyla düzeltilmesi	
11	Bıçakların dilimleyiciye yerleştirilmesi	Operatör A	Turnike mekanizması ile bıçakları yerleştirme	Dilimleyiciye
12	Bıçakların sıkıştırılması	Operatör A	Bir somun takılarak levye ve çekiçle sıkıştırılması	
13	Bıçakların kontrol edilmesi	Operatör A	Bıçak ile kauçuğun üst üste gelmesini kontrol etme	
14	Rulonun baştan yaklaşık 50 cm lik kısmının dilimlenmesi	Operatör A	Kontrol paneliyle	
15	Dilimlenen rulonun kontrolü ve uçlarının bükülmesi	Operatör A	Et kalınlığını mikrometreyle, el ile kesim kontrolü	
16	Dilimlerin seperatöre kadar sürülmesi	Operatör A	Kontrol paneliyle	
17	Gelen dilimlerin seperatör dilimlerine yerleştirilmesi	Operatör B	Metal bir çubuk ile	
18	Dilimlerin sarıcıya kadar sürülmesi	Operatör A	Kontrol paneliyle	
19	Dilimlerin sarıcı kanallarına yerleştirilmesi	Operatör B	El ile kaldırarak	
20	Dilimlerin sarıcıda yaklaşık 1-2 tur döndürülmesi	Operatör A	Kontrol paneliyle	
21	Seperatörün arkasına tahta ve keçe ile gerdirme işleminin yapılması	Operatör B	Tahtayı ve keçeyi seperatöre yerleştirerek	
22	Dilimleyici ve seperatör küreklerini aşağı indirerek çukuru oluşturma	Operatör A	Kontrol paneliyle	

Tablo 7.1:(devamı) Yalnız iki operatör çalıştığı zamanki iş adımları

23	Sarıcı çalıştırmadan dilme işlemini gerçekleştirerek dilimlerin çukura düşmesi	Operatör A	Kontrol paneliyle
24	Sarıcıyı da çalıştırarak seri bir şekilde dilimleme	Operatör A	Kontrol paneliyle
25	Çapakların hurda çukuruna düzgün bir şekilde birikmesi	Operatör B	Ayağıyla
26	Sarıcıyı kademe kademe yükseltme	Operatör B	Kontrol paneliyle
27	Rulo bitmeye yakın makineyi yavaşlatma	Operatör A	Kontrol paneliyle
28	Rulonun açıcı aparatından çıkmasıyla işlemi durdurma	Operatör A	Kontrol paneliyle
29	Sarıcı yavaş devirde çalıştırma ve kürekleri kaldırma	Operatör A	Kontrol paneliyle
30	Dilimleme küreğinin başındaki merdanenin indirilmesi	Operatör A	Kontrol paneliyle
31	Sarıcıyı kontrollü bir biçimde çalıştırma	Operatör B	Kontrol paneliyle
32	Sırasıyla biten dilimlerde sarıyı durdurup dilimleri çemberleme	Operatör B	Çember geçirek sıkıştırma makinesiyle
33	Kalan dilimleri sarma	Operatör B	Kontrol paneliyle
34	Sırasıyla biten dilimlerde sarıyı durdurup dilimleri çemberleme	Operatör B	Çember geçirek sıkıştırma makinesiyle
35	Kalan dilimleri sarma	Operatör B	Kontrol paneliyle
36	Sırasıyla biten dilimlerde sarıyı durdurup dilimleri çemberleme	Operatör B	Çember geçirek sıkıştırma makinesiyle
37	Kalan dilimleri sarma	Operatör B	Kontrol paneliyle
38	Sırasıyla biten dilimlerde sarıyı durdurup dilimleri çemberleme	Operatör B	Çember geçirek sıkıştırma makinesiyle
39	Kalan dilimleri sarma	Operatör B	Kontrol paneliyle
40	Sırasıyla biten dilimlerde sarıyı durdurup dilimleri çemberleme	Operatör B	Çember geçirek sıkıştırma makinesiyle
41	Kalan dilimleri sarma	Operatör B	Kontrol paneliyle
42	Sarmanın işleminin bitmesi	Operatör B	Kontrol paneliyle
43	Sarma makinesinin raylı sistemi ile dilimlenen ruloları çıkartıp dilim turnikesine yerleştirme	Operatör B	Kontrol paneliyle
44	Dilimlenen ruloları bandrollenmesi	Operatör B	Çıkan bandrolleri yapıştırarak
45	Dilimlenen ruloları gerekli yerlere taşıma	Operatör A	Vinçle
46	İşlem sonu		

Eğer vardiyada üç personel çalışıyorsa her personelin ayrı ayrı iş adımları, adım sayıları ve kat ettikleri yol uzunlukları aşağıdaki tablolarda şu şekilde gösterilmiştir:

Tablo 7.2 : Operatör A'nın yaptığı işler ve adım sayıları

No	Yapılan iş	Kim	Adım Sayısı
1	Sehpa 1den Bıçaklar ve Ara parça Dolabına	Operatör A	24
2	Sehpa 1den Kauçuk Dolabı 1e	Operatör A	56
3	Sehpa 1den Turnikeye	Operatör A	
4	Bıçak ve Ara Parça Dolabından Sehpa 1e	Operatör A	30
5	Sehpa 1de Sehpa 2ye	Operatör A	11
6	Bıçak ve Ara Parça Dolabı Sağdan Sola	Operatör A	12
7	Sehpa 1den Turnike Ortasına	Operatör A	18
8	Sehpa 1den Kauçuk Dolabına	Operatör A	15
9	Bıçak ve Ara Parça Dolabından Turnike Ortasına	Operatör A	8
10	Sehpa 1den Turnike © Koluna	Operatör A	20
11	Sehpa 1den Bıçak sehpa 1e	Operatör A	2
12	Bıçak Sehpa 2den sehpa 1e	Operatör A	16
13	Bıçak Sehpa 1den Dilimleyiciye	Operatör A	42
14	Dilimleyiciden Sehpa 1e	Operatör A	35
15	Kontrol Paneli 1den Kontrol Paneli 2ye	Operatör A	72
16	Kontrol Paneli 2den Dilimleyiciye	Operatör A	16
17	Kontrol Paneli 1den Dilimleyiciye	Operatör A	48
18	Kontrol Masasından Dilimleyiciye	Operatör A	24
19	Bıçak Sehpa 2den Dilimleyiciye	Operatör A	20
20	Dilimleyiciden Açıcıya	Operatör A	10
21	Açıcıdan Kontrol Paneli2ye	Operatör A	14
22	Dilimleyiciden Sarıcıya	Operatör A	8
23	Sarıcıdan Açıcıya	Operatör A	29
		Toplam adım	530
		Toplam metre	318

Tablo 7.3: Operatör B'nin yaptığı işler ve adım sayıları

Yapılan iş	Operatör	Adım Sayısı
1 Kontrol Masasından Seperatöre	Operatör B	4
2 Seperatör çevresinde	Operatör B	4
3 Seperatörden Seperatör Parçası Dolabına	Operatör B	23
4 Seperatörden Kauçuk dolabına	Operatör B	4
5 Sarıcı çevresinde	Operatör B	8
6 Sarıcıdan seperatör parçası dolabına	Operatör B	18X2
7 Sarıcıdan seperatör parçası dolabına	Operatör B	18X2
8 Sarıcıdan Bıçak sehpaşına	Operatör B	14
9 Bıçak sehpaşından turnikeye	Operatör B	12
10 Bıçak sehpaşından Sarıcıya	Operatör B	14
11 Sarıcıdan raylı sehpaşa	Operatör B	4
12 Sarıcıdan Seperatör Parçası dolabına	Operatör B	9
13 Seperatör parçası dolabından Kontrol paneli 1'e	Operatör B	38
14 Kontrol paneli 1'den açıcıya	Operatör B	8
15 Kontrol paneli 1'den vince	Operatör B	40
16 Vinçten dilimleyiciye	Operatör B	50
17 Dilimleyiciden stok alanına	Operatör B	5
18 Stok alanından turnikeye	Operatör B	38
19 Turnikeden bıçak sehpaşısı 1'e	Operatör B	18
20 Bıçak sehpaşısı 1'den bıçak sehpaşısı 2'ye	Operatör B	8
21 Bıçak sehpaşısı 2'den çöp kutusuna	Operatör B	20
22 Çöp kutusundan bıçak sehpaşısı 1'e	Operatör B	12
23 Bıçak sehpaşısı 1'den kauçuk dolabına	Operatör B	34
24 Bıçak sehpaşısı 1'den kauçuk dolabına	Operatör B	34
25 Bıçak sehpaşısı 1'den kauçuk dolabına	Operatör B	34
26 Bıçak sehpaşısı 1'den dilim küreğine	Operatör B	14
27 Bıçak sehpaşısından kauçuk dolabına	Operatör B	34
28 Bıçak sehpaşısından kontrol paneli 1'e	Operatör B	7
29 Kontrol paneli 1'den turnikeye	Operatör B	3
30 Turnikeden bıçak sehpaşısı 1'e	Operatör B	20
31 Turnikeden dilimleyiciye	Operatör B	4
32 Dilimleyiciden kauçuk dolabı 1'e	Operatör B	14
33 Kauçuk dolabı 1'den turnikeye	Operatör B	9
34 Turnikeden dilimleyiciye	Operatör B	4
35 Turnikeden kontrol paneli 2'ye	Operatör B	7
36 Kontrol paneli 2'den seperatör küreğine	Operatör B	4
37 Kontrol paneli 2'den kontrol paneli 3'e	Operatör B	10
38 Kontrol paneli 2'den seperatöre	Operatör B	14
39 Kontrol paneli 2'den seperatör küreğine	Operatör B	6
40 Kontrol paneli 2'den dilimleyiciye	Operatör B	12

Tablo 7.3: (devamı) Operatör B'nin yaptığı işler ve adım sayıları

41	Dilimleyiciden sarıcıya	Operatör B	13
42	Sarıcıdan kontrol paneli 2'ye	Operatör B	8
43	Kontrol paneli 2'den açıcı küreğine	Operatör B	5
44	Açıcı küreğinden kontrol paneli 2'ye	Operatör B	12
45	Kontrol paneli 2'den kontrol paneli 3'e	Operatör B	12
46	Kontrol paneli 2'den sarıcıya	Operatör B	10
47	Sarıcıdan kontrol paneli 3'e	Operatör B	3
48	Kontrol paneli 3'ten bıçak sandığı 2'ye	Operatör B	28
49	Bıçak sandığı 2'den kontrol paneli 2'ye	Operatör B	22
50	Kontrol paneli 2'den dilimleyiciye	Operatör B	16
51	Dilimleyiciden sarıcıya	Operatör B	17
52	Sarıcıdan kontrol paneli 3'e	Operatör B	8
53	Sarıcıdan kontrol paneli 3'e	Operatör B	8
54	Sarıcıdan kontrol paneli 3'e	Operatör B	8
		Toplam adım	803
		Toplam metre	481,8

Tablo 7.4: Operatör C'nin yaptığı işler ve adım sayıları

N	Yapılan iş	Operatör	Adım Sayısı
1	İş emrinin gelmesi	Operatör C	
2	İş emrine göre istenilen ruloyu bulmak için stok alanına gitme	Operatör C	55
3	İstenilen ruloyu bulma	Operatör C	10
4	Vinci rulonun üstüne getirme	Operatör C	
5	Eğer rulo alttaysa vinci üstündeki ruloya takma	Operatör C	4
6	Taktığı ruloyu kaldırıp yarım tur döndürme	Operatör C	4
7	Ruloyu başka bir yere götürüp yerleştirme	Operatör C	12
8	Vinci çıkarma ve istenilen ruloya götürme	Operatör C	14
9	Vinci istenilen ruloya takma	Operatör C	4
10	Ruloyu vinçle kaldırma	Operatör C	
11	Vinçle ruloyu stok alanının başlangıcına getirme	Operatör C	45
12	Ruloyu indirme ve tahta takozların üzerine oturtma	Operatör C	2
13	Vinci rulodan ayırma	Operatör C	8
14	Rulonun barkodunu sökme	Operatör C	
15	Rulonun koruma kılıfı çemberlerinin sökülmesi	Operatör C	12
16	Çıkan metal kılıfı ayakla ezerek hurdaya atılması	Operatör C	24
17	Kontrol masasına gidilmesi	Operatör C	50
18	Masada bir şeyler aranması	Operatör C	
19	Rulonun yanına gelme	Operatör C	60
20	Vinci ruloya yerleştirme	Operatör C	5
21	Ruloyu kaldırma ve raylı mekanizma bloklarından ilkinе götürme	Operatör C	30
22	Ruloyu bloğa indirme ve yarım tur döndürme	Operatör C	6
23	Vinci rulodan çıkarma	Operatör C	4
24	Vinci stok alanına götürme	Operatör C	24
25	Rulo parçasından kalan kılıfları ezerek hurda bölmesine atma	Operatör C	24
26	Rulodan çıkan muşambayı 6 nolu iş bölgesine götürme	Operatör C	32
27	Rulodan çıkan çemberleri hurda kutusuna götürme ve atma	Operatör C	40
		Toplam adım	469
		Toplam yol (m)	281,4

Yapılan incelemede Tablo 7.2, Tablo 7.3 ve Tablo 7.4 te görüldüğü üzere operatörler bazı iş adımlarını gerçekleştirmek için diğer işlere göre daha fazla adım atmakta ve zaman kaybetmektedir. Bunun sebebi yerleşimin yanlış yapılması ve bazı alet ve malzemelerin gelişigüzel yerlere bırakılması, sabit bir yerlerinin olmamasıdır.

7.2.1. Yapılan işlerin Analizi

Tablo 7.5: Operatör A'nın yaptığı işler ve sürelerinin incelenmesi

sa. Aralığı	Yapılan iş	Süre (dk.)	KD durumu	Operatör
00-20	Bıçak dizimi	20	kd	A
20-25	Bıçak dizemlerinin son kont. Yapılışı	15	kd	A
25-48	Dilme işleminin gerçekleştirilmesi ve süreç kont.	23	kd	A
48.	Dilme işleminin sonlanması		kd	A
50-60	Sarma işlemi	10	kd	A
60.	Alandan çıkış			A
				A
92-100	İş emri kontrolü	8	kds	A
103-109	Yeni kalıpların kesiciye yerleştirilmesi	6	kd	A
109-112	İş emrinin kontrolü	3	kds	A
112-125	Bıçak dizimi	13	kd	A
125-132	Kalıpların kesiciye yerleştirilmesi	7	kd	A
132-135	Yeni dilme için makine ayarlarının yapılması	3	kd	A
135-139	Rulmanı çekiçle sıkma	4	kds	A
139-145	Yeni dilme için makine ayarlarının yapılması	6	kd	A
145-159	Bıçak dizimi	4	kd	A
159-162	İş emri kontrolü	3	kds	A
162-166	Dilme işlemi için son kontrol	4	kds	A
166.	Dilme işleminin başlatılması			A
172-184	İş emri kontrolü	12	kds	A
190.	Dilme işleminin tam olarak başlatılması			A
190-200	Dilme hattının kontrolü	10	kd	A
200.	Sarma işlemi		kd	A

Tablo 7.6 : Operatör B ve C'nin yaptığı işler ve sürelerinin incelenmesi

0-8	1. sarıcı kalıplarının dizimi	8	kd	B
8-13	2. sarıcı kalıplarının dizimi	5	kd	B
32-48	Dilme işleminin gerçekleşmesi ve süreç kontrolü	16	kd	B
50-60	Sarma işlemi	10	kd	B
60.	Alandan çıkış			B
90-94	Sarılmış dilimlerin taşınması	4	kds	B
94-100	İş emri kontrolü	6	kds	B
103-115	Sarıcı kalıplarının dizimi	12	kd	B
115.	Alandan çıkış			B
137.	Alana giriş			B
137-139	Rulmanın çekiçle sıkılması	2	kds	B
139-145	Yeni dilme için makine ayarları	6	kd	B
145.	Alandan çıkış			B
153.	Alana giriş			B
155-161	Rulonun açıcıya yerleştirilmesi	6	kd	B
161-166	Dilme işlemi için son kontrollerin yapılması	5	kd	B
166-172	Sac uçlarının seperatöre yerleştirilmesi	6	kd	B
172-184	İş emri kontrolü	12	kds	B
184-190	seperatöre tahta ve keçenin yerleştirilmesi ve kontrolü	6	kd	B
200-220	Sarma işlemi ve çemberleme	20	kd	B
220-222	Dilimlerin raylı sistemle turnikeye yerleştirilmesi	2	kd	B
11-23	Açıcıya rulonun yerleştirilmesi işlemi	12	kd	C
23-32	Makine ayarlarının yapılması	9	kd	C
32.	Alandan çıkış			C
35.	Alana giriş			C
35-48	Dilme hattının kontrolü	13	kd	C
50-60	Stok alanından rulo seçimi	10	kds	C
60-65	Bekleme	5	kds	C
65.	Alandan çıkış			C

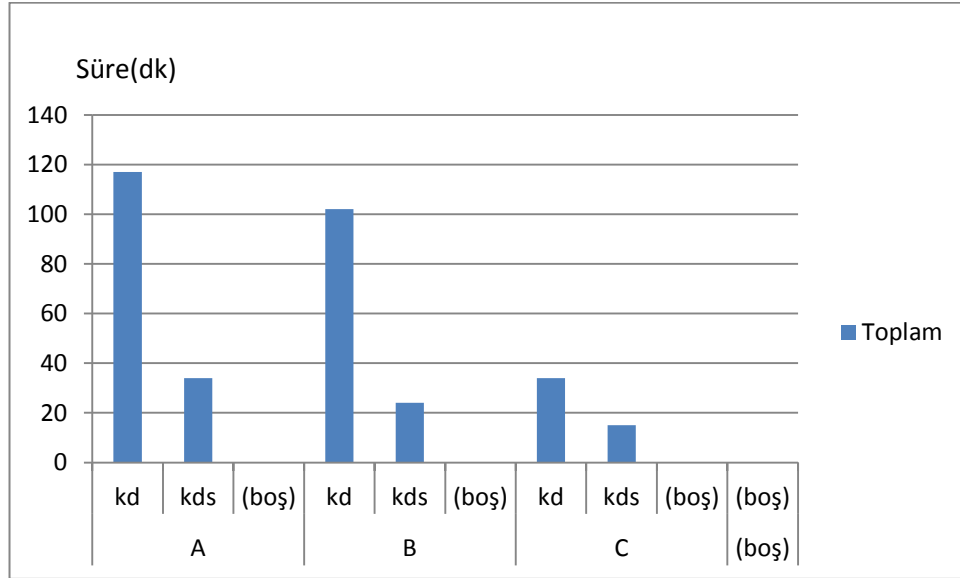
Tablo 7.5 ve 7.6'da dilme işlemi süresince hangi operatörlerin hangi işleri ne kadar sürede yaptıkları ve bu işlerin katma değerli ve katma değersiz olarak ayrımı gösterilmiştir. Burada katma değersiz olarak tanımlanan bazı işler, makineler çalışırken operatörlerin boş kalması sebebiyle yaptıkları ve sürece hiçbir katkısı bulunmayan işlerdir. İş emrinin kontrolü işlemi sürekli tekrarlanmaktadır. Bu tekrarların büyük kısmı operatörlerin makineleri bekleme anında yaptıkları işlerdir.

Aynı şekilde yine katma değersiz olarak tanımlanan rulmanı çekiçle sıkma işlemi makineler durdurularak veya makinelerin çalışmadığı zamanlarda yapılmaktadır. Bu sebeple bu işlem içsel hazırlık işidir. Dilimleyicide bıçakların sabit tutulması için yapılan bu işlem beden gücüyle sağlanmakta ve hazırlık sürecine ekstra zaman kaybı yaratmaktadır. Bu durum için beden gücünden bağımsız ve daha teknolojik sistemler kullanılırsa buradaki kayıp en aza indirilebilir. Piyasada bu işlem için bazı hidrolik sistemler bulunmaktadır.

Bir diğer katma değersiz işlem olan rulonun stok alanında bulunması işlemi de içsel hazırlık işlemidir. Aynı zamanda hazırlık sürecinde büyük bir darboğaz oluşturmaktadır. Çünkü stok alanında bir adresleme sistemi yoktur ve rulolar gelişigüzel konumlandırılmıştır. Üretim planlamadan gelen iş emrine bağlı olarak istenen rulo bu stok alanından bulunurken rulolar tek tek kontrol edilerek barkot numaralarına bakılması gerekmektedir. Bu nedenle bu işin süresi her seferinde değişmekte ve zaman zaman 20 dakikaya kadar yükselmektedir. Eğer uygun bir adresleme sistemi oturtulabilirse bu süre kısaltılabilir. Bu adresleme sistemi iş emrinde de yer almalıdır. Şu barkotlu rulo şu adreste diye belirtilmeli, bu sayede arama işlemi minimize edilmelidir. Operatörlerin yapmış oldukları katma değerli ve katma değersiz işlemlerin süreleri Tablo 7.7’de belirtilmiştir.

Tablo 7.7 : Operatörlerin Katma Değerli ve Katma Değersiz İşlem Süreleri

Operatör	Toplam süre (dk.)
A	151
kd	117
kds	34
B	126
kd	102
kds	24
C	49
kd	34
kds	15
Genel Toplam	326



Şekil 7.2 : Operatörlerin katma değerli ve katma değersiz işlem süreleri grafiği

Şekil 7.2’de görüldüğü üzere operatör A,B,C katma değer ve katma değersiz işlem süreleri karşılaştırılmaktadır.

Tablo 7.8: Operatör A,B,C'nin yaptığı işlerin süreleri ile incelenmesi

sa. Aralığı	Yapılan iş	Süre (dk.)	KD durumu	Operatör
0-5	Bir önceki dilme işleminin kalıplarının çıkarılması	5	kd	C
5-18.30	Dilme işlemi için bıçak dizimi	15,5	kd	C
18.30-20	Turnikeden dilimleye bıçakların aktarılması	1,5	kd	C
20-22	Bekleme	2	kds	C
22-26	Dilimleyicinin son kontrollerinin yapılması	4	kd	C
26.	Alandan çıkış			C
30.	Alana giriş			C
30-31	Bekleme	1	kds	C
31-31.30	Rulmanın sıkılma işlemi	0,5	kds	C
31.30-34.30	Bekleme		kds	C
34.30	Alandan çıktı			C
35.30	Alana giriş			C
35.30-36.30	Rulmanın sıkılma işlemi	1	kds	C
36.30-44.30	Operatör A ile konuşma	8	kds	C
44.30-46.30	Açıcı başında bekleme	2	kds	C
46.30-48.30	Rulonun çemberlerinin açılması	2	kd	C
48.30-50	Bekleme	1,5	kds	C
50-51.30	Dilinmeye başlayan sacların uçlarını düzeltme	1,5	kds	C
51.30-55	Hattın kontrolü	3,5	kd	C
55-57	Bekleme	2	kds	C
58-70	Dilme hattının panellerle kontrolünün sağlanması	3	kd	C
70-77	Sarıcıda sarma işlemi ve çemberleme	7	kd	C
77-79	Dilimleri turnikeye yerleştirme	2	kd	C
79-82.30	İş emri kontrolü	3,5	kd	C
82.30-90	Seperatörün kalıplarının değişimi	7,5	kd	C
90-102	Bekleme	12	kds	C
102-105	Makinaların dilme için hazırlanması	3	kd	C
105-112	Rulonun açıcıya yerleştirilmesi ve çemberlerinin açılması	7	kd	C

Tablo 7.8: (devamı) Operatör A,B,C'nin yaptığı işlerin süreleri ile incelenmesi

112-115	Sac uçlarının düzeltilmesi	3	kds	C
0-7	Sarıcı kalıplarının dizilmesi	7	kd	B
7-13	Sarıcı ayarlarının yapılması	6	kd	B
13-15	Seperatör için keçe hazırlığı	2	kds	B
15.	Alandan çıkış			B
42.30-46.30	Rulonun alınıp taşınması	4	kds	B
50.	Alana giriş			B
50-51.30	Kontrol paneliyle makine ayarlarının yapılması	1,5	kd	B
51.30.	Dilmenin başlaması			B
51.30-57	Kontrol paneli ile hattın kontrolü	5,5	kd	B
57-59	Dilinmiş sacların turnikesinin döndürülmesi	2	kds	B
59-60	İş emri kontrolü	1	kd	B
60.	Alandan çıkış			B
80-83	Rulonun açıcıya getirilmesi	3	kds	B
48.30-57	Bıçak dizimi	8,5	kd	A
57-62	Çalışma masasında bekleme	5	kds	A
62-72	Bıçak dizimi	10	kd	A
72-73.30	Rulmanı sökme	1,5	kds	A
73.30-77	Bıçak dizimi	3,5	kd	A
77.	Alandan çıkış			A
77-80	Turnikeyi çalıştırma ve bıçakları yerleştirme	3	kd	A
84.	Alana giriş			A
84-85	Dilimlere barkot yapıştırma	1	kd	A
85-90.30	Turnikeyi çalıştırma ve iş emri kontrolü	5,5	kd	A
90.30-93.30	Bıçakların kontrolü	3	kd	A
93.30-100.30	Turnikenin tekrar dilimleyiciye yönlendirilmesi	7	kd	A
100.30-103.30	Rulonun takılması ve sıkıştırılması	3	kd	A
103.30-105	Makinaların hazırlanması	1,5	kd	A
105-111	Çalışma masasında bekleme	6	kds	A

Tablo 7.8'de de görüldüğü gibi bıçak dizim işlemi katma değerli bir iş olmasına rağmen makinalar çalışmazken yapılmakta bundan dolayı içsel hazırlık işlemleri içinde bulunmaktadır.

Bir sonraki dilme işlemi için gerekli olan kalıplar önceden belli olmadığından, makineler bir dilme işlemini gerçekleştirirken aynı anda operatörde yeni kalıbın bıçaklarını dizememektedir.

Ayrıca bıçak dizim işlemi tamamen operatörün hızına ve maharetine bağlı bırakıldığından bu işlem 45-50 dakikalara varan uzun süreler gerektirmektedir. Bu iki sebepten dolayı bıçak dizimi, hazırlık aşamasındaki en büyük darboğazı oluşturmaktadır ve en çok zaman kaybı bu safhada gerçekleşmektedir.

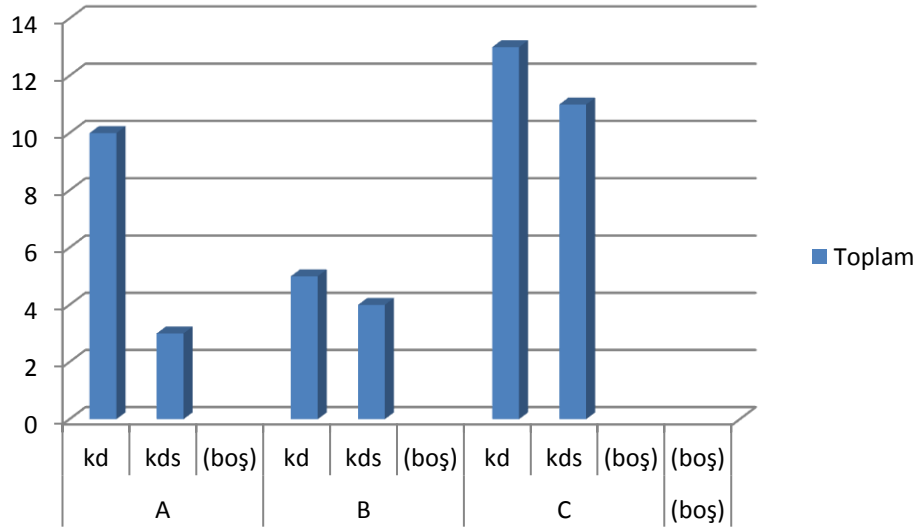
Operatör, bıçak dizimi kombinasyonlarını, iş emrinde belirtilen toleranslara göre hesaplar yaparak oluşturur ve dizer. Bu sıradaki düşünme payı uzun sürmekte bu da tüm sürece zaman kaybı olarak yansımaktadır. Bu kısıtı ortadan kaldırmak için bir program tasarlanabilir. Bu programa istenilen özellikteki sac dilimlerinin kalınlık ve toleransları girilerek gerekli olan kalıp kombinasyonları elde edilebilir. Böylelikle operatörün ekstra düşünme payını ve bu sebepten doğan zaman kaybını ortadan kaldırmamız mümkündür.

Son aşama olarak gerçekleşen sarma işlemi her dilim için eş zamanlı olarak bitmediğinden (sürtünme, dilimlerin aynı hızla gelmemesi, makinenin özelliklerinden vs. kaynaklanan) sarıcı defalarca durdurulup tekrar çalıştırılmaktadır. Bu işlem sürece oldukça zaman kaybettirmekte ve darboğaz oluşturmaktadır. Çemberleme işlemi tek operatör tarafından yapıldığında zaman kaybı daha da artmakta bu süre 20 dakikaya kadar varmaktadır. Bu süreyi biraz olsun kısaltmak için iki operatör kullanılmalıdır. Sarma işleminden kaynaklanan zaman kaybı da teknolojik yenilikler yapılarak ancak giderilebilir.

Dilimlenmiş sacların çemberleme işlemi bittikten sonra turnikeye aktarımı sırasında dilimlerin dengesinin sağlanması, zarar görmeden sağlıklı bir şekilde turnikeye aktarılabilmesi için operatörün süreci kontrol paneliyle yönetmesi gerekmektedir. Bu işlemde katma değersiz olup, fazladan zaman kaybına sebep olmaktadır.

Tablo 7.9 : Operatörlerin Katma Değerli ve Katma Değersiz İşlem Süreleri

Operatör	Say süre (dk.)
A	13
kd	10
kds	3
B	9
kd	5
kds	4
C	24
kd	13
kds	11
Genel Toplam	46



Şekil 7.3 : Operatörlerin Katma Değerli ve Katma Değersiz İşlem Süreleri Grafiği

7.3. Uygulama İçin İyileştirme Önerileri

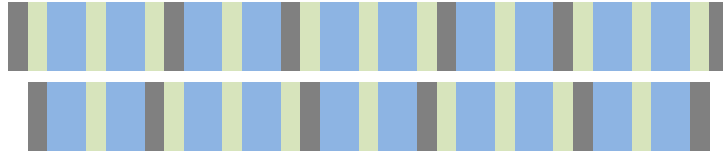
7.3.1. Bıçakların Dizilimi İçin Öneriler

Dilimleme hattı boyunca çalışanların ve bizim gözlemlerimize göre en çok zaman harcanan işin rulonun kesilmesi sağlayan bıçakların gelen iş emrine göre belirli bir kombinasyon ile dizilip hatta yerleştirme işlemidir. Video analizlerinden de görülebileceği gibi bu süreç 15 ile 20 dakika arasında gerçekleşmektedir. Bu sürecin aşamalarını ise şöyle açıklayabiliriz:

- 1.Aşama=İş emrinde belirtilen rulonun hangi kalıptaki bıçaklarla dilineceğinin belirlenmesi
- 2.Aşama=İş emrinde belirtilen dilim genişliklerine göre bıçaklar ve kauçuklar arasındaki boşlukları ve kesme boşluğunun belirlenmesi
- 3.Aşama=Eğer üzerinde çalışılacak turnike kolu doluysa turnike kolundaki bıçakları, kauçukları ve ara parçaları (spacer) ıkarma
- 4.Aşama=Turnike kolu üzerinde bıçakları, kauçukları ve ara parçaları dizme işlemi
- 5.Aşama=Hat üzerindeki bir önceki iş emrine göre dizilen bıçakların turnikenin boş kollarından birine çıkarılması
- 6.Aşama=Turnikeyle yeni emre göre dizilen bıçakların hat üzerine yerleştirilmesi
- 7.Aşama=Hatta dizilen bıçakların kaymasını engelleme için somunların el ile sıkılması
- 8.Aşama=Üst taraftaki dizilen bıçaklarla alt tarafta dizilen bıçakların üst üste gelmemesi için kontrol etme

Aşama aşama değerlendirme yapacak olursak 1. Aşama, iş emrinde kesilmesi istenen rulonun et kalınlığına göre operatörlerin elindeki tabloya bakarak, o et kalınlığına uygun bıçağın ve kauçuğun ölçüsünün belirlendiği aşamadır. 2. Aşama ise rulonun kesilmesi istenilen dilimlerin genişliklerine göre bıçakların ve kauçukların aralarındaki mesafenin ve kesmeyi sağlamak için kesme boşluğunu et kalınlığına göre tablodan okumadır. Bu aşama biraz karmaşıktır. Çünkü dizme işlemi turnikenin üst kolu için tam – yarım – tam – yarım ölçü olarak başlar ve devam eder.

Bu tam ve yarım olayını açıklayacak olursak tam ölçü demek iş emrinde verilen dilimin ölçüsü demektir. Örneğin iş emrinde ilk dilimin ölçüsü 200mm ise tam ölçüde 200mm'dir. Yarım ölçü ise iş emrinde verilen dilim ölçüsünden veya tam ölçüden rulonun et kalınlığına göre belirlenen kesme boşluğunun çıkarılması ile oluşan ölçüdür. Örneğin tam ölçüsü 150mm ve kesme boşluğu 0,5mm olan bir dilimin yarım ölçüsü 149,5mm'dir. Bıçak dizimi üst koldan tam ölçü ile başlamışsa alt kol üst koldaki tam ölçüye göre düzenlenen yarım ölçüyle başlayacaktır. Daha sonra üst kısım tam ile başladığı için bir sonraki dilim için iş emrinde verilen dilimin ölçüsüne göre yarım ölçü olmaktadır. Alt tarafına gelen ölçü ise tam ölçüdür. Üst koldaki tam ölçü ile alt koldaki yarım ölçünün hizalanması sonucu rulonun dilim kesimi gerçekleşmektedir. Teorik olarak örnek bir sıralama aşağıdadır:



Şekil 7.4 : Teorik Bıçak Dizim

Şekilde görüldüğü gibi tam ölçü üst kolun sol tarafından başlamış olup daha sonra yarım, tam, yarım ve tam ölçü olarak bitmiştir. Alt kol ise sol taraftan yarım ölçü ile başlamış olup daha sonra tam, yarım, tam ve yarım ölçü olarak bitmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi tam ölçüyü oluşturan elemanlar sırasıyla kauçuk, ara parça, kauçuk, ara parça ve kauçuktur. Bu parçaların genişlikleri toplamı tam ölçü değerini vermektedir. Kauçuk kullanımının iki sebebi vardır; birincisi bıçakların yanına konulan kauçuklar alt tarafta aynı hizada bulunan bıçakların üstüne gelmesi içindir. İkinci ise ara parçaların arasında kullanılan kauçuk ise kesilen dilimin bastırarak düzgün bir şekilde ilerlemesine yardımcı olmaktadır. Yarım ölçü ise bıçak, ara parça, kauçuk, ara parça ve bıçaktan oluşmaktadır. Bu parçaların genişlikleri ise yarım ölçünün değerini vermektedir. Yarım ölçüde bırakılan kesme boşluğu ise üst taraftaki bıçakla alt taraftaki bıçağın üst üste gelip kırılmasını engellemek ve dilme işlemini gerçekleştirmektir.

3.aşama bıçakları, kauçukları ve ara parçaları turnike kolundan çıkarıp daha sonra kullanmak üzere parça stoklarına kaldırılmasıdır.

4. Aşama ise diğer aşamalara göre en çok zaman kaybına neden olan aşamadır. Operatöre fiziksel işlemlerin yanında zihinsel işlemlerde gerçekleştirir. Zihinsel işlemleri gerçekleştirmesinin nedeni tam ölçü ve yarım ölçünün ara parçalarını koymak için hesap yapma işlemidir. Bu işlemin aşamalarını açacak olursak, öncelikle operatör bir dilim ölçüsü için belirlenen tam ölçü ve yarım ölçüye göre kullanacağı bıçakları ve kauçukların ölçülerini belirleyip geriye kalan ara parçaların ölçüsünü hesaplar. Ara parçaların ölçüsünün hesabı tam ölçüde, kullanılan 3 adet kauçuğun et kalınlığına göre belirlenen genişliklerinin toplamının tam ölçüden çıkarılmasıyla hesaplanır. Örneğin tam ölçüsü 200mm ve bir kauçuk genişliği 20mm olan bir dilimin ara parçaların ölçüsü $200\text{mm} - 3 * 20\text{mm} = 140\text{mm}$ 'dir. Yarım ölçüde ise 2 adet bıçak ve 1 adet kauçuğun genişliklerinin toplamının yarım ölçüden çıkarılmasıyla bulunur. Üstteki örnekte verilen tam ölçüsü 200mm, bıçak ve kauçuk genişlikleri 20mm ve kesme boşluğu 0,5mm olan bir ölçünün yarım ölçüye göre ara parçalarının ölçüsü $200\text{mm} - 0,5\text{mm} - 3 * 20\text{mm} = 139,5\text{mm}$ 'dir. Bu bulunan ara parçaların ölçüsü ise teorik olarak ikiye bölünür. Çünkü araya konulan kauçuğu genel olarak ortalamak istenmektedir. Ancak bu pratiğe döküldüğünde her zaman uygulanması büyük güçlükler doğurmaktadır. Çünkü yarıya bölündüğünde ortaya çıkan ölçüler için konulacak ara parçalar her ölçüyü karşılayamamaktadır. Ara parça sayısı ve çeşidi, bıçak dizme işlemi için bir kısıttır. Bu yüzden dolayı ara parçalar arasında kalan kauçuğun yeri 0,5mm ile 3mm arasında yer değiştirebilmektedir ve bu bir sorun teşkil etmemektedir. Operatör için ise sorun yaratan kısım ara parçaların bir yarısında oluşacak kesirli sayının ara parçayla doldurulması olmaktadır. Bunun için zihinsel çaba gerekmektedir.

5. aşama ise kontrol panelini kullanarak turnikenin dilimleyici üzerindeki bıçakları almak için hareket ederek bıçaklara yanaşması ve dilimleyici tarafından bıçakların turnike koluna aktarılması işlemidir. Bu işlem makineler tarafından gerçekleştirilmektedir. Operatör sadece kontrol panelinde işlemleri gerçekleştirir.6. aşama da operatör gene kontrol panelini kullanarak bu sefer turnike kolundaki bıçakları dilimleyici üzerine yerleştirir.

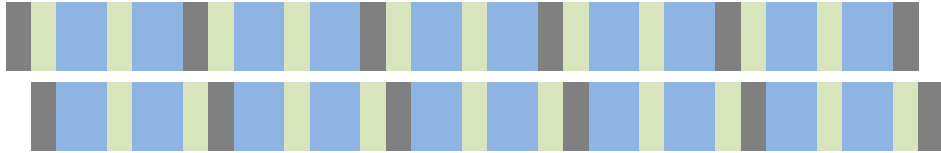
7. aşama ise dilimleyici üzerine yerleştirilen bıçakların kaymasını engellemek için baş kısımlarına somunlar geçirilerek bu somunları sıkılmasıyla sağlanır. Bu somunların sıkılma işlemi ise büyük bir fiziksel çaba sarf edilmesini gerektirmektedir. Normalde somunlar hidrolik olarak sıkılabilmekte olmasına rağmen işlem süresi uzun olduğu için daha kısa sürmesi amacıyla somunların boyuna göre bir sıkma anahtarı ve bir çekiç yardımıyla yapılmaktadır.

Son aşamamız olan 8. Aşama da ise operatör sıkma işlemini tamamladıktan sonra üst koldaki bıçaklarla alt koldaki bıçakların arasındaki aralığı azaltarak üst bıçaklarla alt bıçakların çakışıp çakışmadığını kontrol eder. Amaç, bir kayma söz konusu olursa bıçakların kırılmasını engellemektir.

7.3.1.1. Önerilen Durum

Öncelikle önerimiz olarak operatörün zihinsel çabasını minimuma indirerek hem zaman hem enerji tasarrufu sağlamaktır. Bu nedenle 1. Aşama, 2. Aşama ve 4. Aşama da zihinsel çabayı indirmek için bu aşamada yapılacak işlemlerin operatör tarafından değil daha öncesinde bir bilgisayar yardımıyla iş emrinde belirtilmesi gerekmektedir. 1. aşamada yapılan işlem tablo yardımıyla yapıldığı için ve tabloda sabit bir şekilde kullanıldığı için yazacağım programa kesilecek rulonun et kalınlığı girildiğinde kaçlık bıçak ve kauçuk kullanacağını otomatik olarak hesaplayacaktır.

2.Aşama ve 4. Aşama için ise mevcut durumda ortaya çıkan tam ve yarım ölçü olayının çok karmaşık bir işlem olduğunu görmekteyiz. Bu işlemleri analiz etmeye çalışırken bu durumdan daha kolay bir durum olabileceğini düşünerek dizme işlemini baştan ele aldığımızda tam yarım olayına gerek kalmadan da yapılabilecek teorik bir dizim oluşturduk. Bu oluşumu şekil 7.5 üzerinde gösterelim:



Şekil 7.5: Teorik Bıçak Dizim Örneği

Şekilde 7.5 te görüldüğü gibi üst kol ile alt kol dizimi birbirine benzemekte olup alt kol üst kolun ters çevrilmiş hali gibidir. Bu dizilişte üst koldaki dilimin genişliği ile alt koldaki dilimin genişliği aynıdır. Yani üst ölçüden kesme boşluğunu çıkarıp alt ölçü değeri bulunmasına gerek yoktur. Üst koldaki dilimlerin ölçüsü oluşturan parçalar ise sırasıyla kauçuk, ara parçalar, kauçuk, ara parçalar ve bıçaktır. Alt koldaki dilimlerin ölçüsü ise sırasıyla bıçak, ara parçalar, kauçuk, ara parçalar ve kauçuktan oluşmaktadır. Eski dizilişten farklı olarak bir dilim için üst ve alt kolda 2 adet olmak üzere toplamda 4 adet kauçuk kullanılmalıdır. Eski sistemde ise eğer üst kol tam ölçü ise 3 adet kauçuk, yarım ölçü ise 1 adet kauçuk konulmaktaydı. Üst kolla alt kol aynı olduğu için ara parçalar için ölçüler bulunurken üst tarafın ölçüsüyle alt tarafın ölçüsü bir olacaktır. Bu da dizme işlemi sırasında kolaylık sağlayacaktır. Ayrıca kesme boşluğu, alt kolun başından veya üst kolun bitiş yerinden verilebilmektedir.

Bu yeni sistemi oluşturduktan sonra operatörün ara parçaları nasıl dizmesi gerektiğinin hesabını yapmasını engellemek için iş emrinde belirtilen dilim genişliklerini, et kalınlığını kullanarak geriye ne kadarlık bir ara parça ölçüsünün kalacağını bulmak ve daha sonra kalan bu iki ara parçayı sistematik olarak ikiye bölmek ve oluşan ölçülere göre elimizde bulunan ara parçalar stokundan en az hangisini kullanarak ara parça ölçüsüne geçmek için bir program yazmamız gerekmektedir. Bu program iki kısımdan oluşacaktır. Birinci kısım matematiksel işlemlerle ara parça ölçüsünün hesaplanması ikinci kısım ise en az ara parça ile istenilen ölçünün tamamlanmasıdır. Birinci kısım için yapılacak matematiksel işlemler sırasıyla şöyledir:

Öncelikle dilim genişliği ve et kalınlığı verilen rulonun kullanılacak bıçak ve kauçukların ölçüsünün belirlenip bunların toplamının dilim genişliği ölçüsünden çıkartılırsa ara parçaların tamamının ölçüsü bulunur. Ara parçaların ölçüsü bulunduktan sonra aradaki kauçuk ara parçaları ikiye ayırdığı için ara parçaların ölçüsü yarıya bölünür. Çıkan sonucun tam sayı değeri alınarak bir taraf tam sayılı kısım, diğer tarafta çıkan sonuçtan tam sayı değerinin çıkarılmasıyla elde edilir. Bu bize kaç tane ara parça kullanılması gerektiğinde şöyle bir kolaylık sağlayacaktır; elimizde yeterince küçük milimetrelerin ara parçası yoktur ve bu yarıya bölme işlemi

sonun çok küçük milimler elde edilebilmekte ve bunların tamamlanabilmesi mümkün olamamaktadır. Bu durumu engellemek amacıyla böyle bir düzenlemeye gidilmiştir.

İkinci kısım ise her bir yarım ara parça için hesaplanan ara ölçüleri, oluşturmuş olduğumuz matematiksel modele yazdığımızda model, minimum ara parça kullanarak ölçüyü oluşturacaktır ve hangi ara parçaların kullanılması gerektiğini gösterecektir. Oluşturduğumuz model şöyledir:

Tablo 7.10: Matematiksel Modelleme

$$\text{min: } X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21} + X_{22} + X_{23};$$

$$1 * X_1 + 1.05 * X_2 + 1.1 * X_3 + 1.15 * X_4 + 1.2 * X_5 + 1.25 * X_6 + 1.3 * X_7 + 1.4 * X_8 + 1.5 * X_9 + 1.6 * X_{10} + 1.7 * X_{11} + 1.8 * X_{12} + 2 * X_{13} + 3 * X_{14} + 4 * X_{15} + 5 * X_{16} + 8 * X_{17} + 10 * X_{18} + 15 * X_{19} + 20 * X_{20} + 25 * X_{21} + 40 * X_{22} + 80 * X_{23} = \text{ara parça ölçüsü};$$

$X_1 \leq 79;$	$X_9 \leq 88;$	$X_{17} \leq 25;$
$X_2 \leq 59;$	$X_{10} \leq 12;$	$X_{18} \leq 79;$
$X_3 \leq 54;$	$X_{11} \leq 25;$	$X_{19} \leq 24;$
$X_4 \leq 60;$	$X_{12} \leq 21;$	$X_{20} \leq 53;$
$X_5 \leq 53;$	$X_{13} \leq 67;$	$X_{21} \leq 28;$
$X_6 \leq 59;$	$X_{14} \leq 71;$	$X_{22} \leq 62;$
$X_7 \leq 17;$	$X_{15} \leq 77;$	$X_{23} \leq 60;$
$X_8 \leq 18;$	$X_{16} \leq 76;$	

Yukarıdaki tablo 7.10 da ki matematiksel modellemeyi açıklayacak olursak X_1 den X_{23} e kadar olan kısım ara parça adetlerini temsil etmektedir ve alt taraftaki kurulan eşitlikler ise bizim elimizde o ara parçadan ne kadar olduğunu göstermektedir. Üst taraftaki modelde ise X_1 lerin çarpılmış olduğu sayılar, sahip olduğu genişlik ölçülerini mm cinsinden ifade etmektedir.

Yani X_1 ara parçasının genişliği 1mm'dir.Bu modelde ara parçanın son ölçüsü yerine yazıldığında hangi bıçaktan kaç adet alınacağı görülecektir.

Bu modeli LP Solve IDE programına yazarak örnek bir çözüm sonucu çıkan sonuç aşağıdaki Şekil 7.6'da görülmektedir.

Variables	MILP Fea...	MILP Bet...	MILP Be...	result
X_1	0	0	0	0
X_2	0	0	0	0
X_3	0	0	0	0
X_4	0	0	0	0
X_5	0	0	0	0
X_6	0	0	0	0
X_7	0	0	0	0
X_8	0	0	0	0
X_9	0	0	0	0
X_10	0	0	0	0
X_11	1	1	1	1
X_12	0	0	0	0
X_13	0	0	0	0
X_14	1	0	0	0
X_15	0	0	0	0
X_16	1	0	0	0
X_17	0	1	1	1
X_18	1	1	0	0
X_19	0	0	1	1
X_20	1	1	0	0
X_21	1	1	0	0
X_22	0	0	1	1
X_23	0	0	0	0

Şekil 7.6 LP Solve IDE Çözüm Sonucu Sayfası

Bu örnek 64,7 mm ölçüsüne sahip olan bir ara parça kısmı için yapılmış olup en iyi sonuçları “result” kısmında göstermektedir. Buna göre X_11 den 1, X_17 den 1, X_19 dan 1 ve X_22 den 1 ara parça kullanılması gerektiğini göstermektedir. X_11 ara parçasının ölçüsü 1,7mm, X_17 ara parçasının ölçüsü 8mm, X_19 ara parçasının ölçüsü 15mm ve X_22 ara parçasının ölçüsü ise 40mm'dir.Bu ölçüleri topladığımızda ise 64,7 değerini elde edebilmekteyiz.

Oluşturduğumuz bu program sonrasında iş emrinde oluşacak yenilikleri şöyle tekrar edersek, zihinsel çabayı en aza indireceğimiz için kesilecek rulonun et kalınlığına göre kullanılacak bıçakların ve kauçukların genişliklerinin belli olması, hangi ara parçaların kullanılması gerektiği ve diziliminin nasıl olacağını gösteren bir hal olacaktır.

Bu iş emrine göre operatör dizme işlemini gerçekleştirdiğinde hem önceden kullanacağı malzemeyi tek seferde alarak parça almak için gidip gelme işlemini bir sefere indirecek, hem daha az zihinsel çaba sarf ederek hata yapma yüzdesini düşürecek hem de dizme işlemini eski sisteme göre yarı yarıya hızlandıracaktır.

3. aşama, 5.aşama ve 6. aşama kontrol panelini kullanarak turnikenin hareket ederek dilimleyiciye yanaşmasıyla gerçekleşir. Burada insan gücü yoktur. Tüm işlemleri makine halleder. Bu durumu incelerken turnikenin hareket etmesinin gereğinden yavaş olduğunu hissettik.

Ancak bunun hızlandırılması makine üzerinde gerçekleştirilemeyecektir. Bu yüzden teknolojik bir yenilik gerçekleşmesi gerekir. Ama bununda maliyeti yüksek olup, bize kazandıracığı zamanda uzun zamanda bu maliyeti karşılayamayacağı için bu öneriden vazgeçilmiş olup eski sistemin kullanılmasına devam edilmesi gerekir.

Ancak oluşturduğumuz bu sistemde dilimlerde oluşacak çapakların eski sistemde oluşan çaplara göre farklılık olacaktır. Eski sistemde çapak yönlerinin her ikisi de aynı yöne olmakta iken önerdiğimiz sistemde çapak yönleri birbirine ters olacaktır. Bu durum dilimleme işlemi için sorun yaratmamaktadır. Ancak dilimlenen rulodan oluşturulacak boruların kaynak kalitesini değiştirecektir.

Teorik olarak çok az bir etki olacağı varsayılsa da uygulamada nasıl bir kalite göstereceği uzun denemeler sonucu görülebilecektir. Bunun bilgisi işletmeye verilmiş olup deneme işlemlerinin en kısa zamanda yapılacağı söylenilmiştir.

7.aşama ise fiziksel çabanın çok olduğu bir aşamadır. Kol gücü kullanılmaktadır. Burada yapılabilecek iyileştirmeler ergonomik önerilerde açıklanmıştır.

7.3.2. Stok Alanı İçin Öneriler

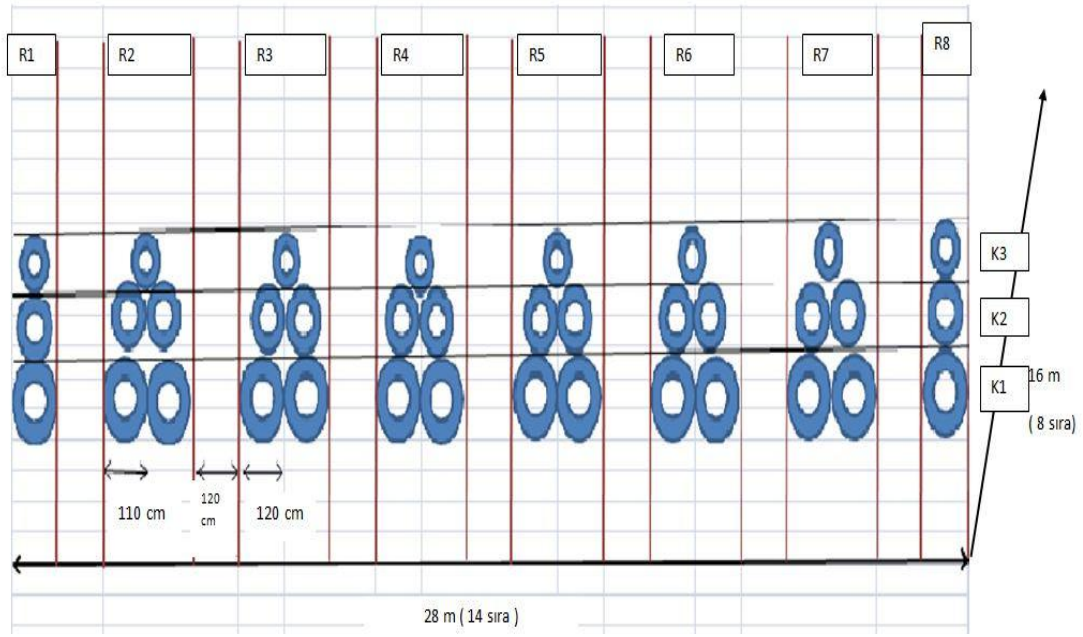
Dilme işleminin başlayabilmesi için gelen iş emrine göre stok alnından uygun rulo bulunur, bu işlem mevcut stok alnında bir adresleme sistemi bulunmadığından toplam süreci uzatmaktadır. Sac rulolarının bulunması işlemini kısaltabilmek için bir adresleme sisteminin oluşturulması sürecin kısalmasına katkıda bulunacaktır. Stok alanı için yapmış olduğumuz öneriler maliyet gerektirmektedir.

Mevcut stok alnımız 16m x 28m boyutlara sahiptir. Rulo grupları için kese numaraları atanmıştır. Her kese arası uzaklık 120 cm olarak ayarlanmıştır. Kullanılan rulolar; parlak rulo ve sıcak haddelenmiş rulo olarak iki çeşittir. Parlak ruloların çapları 110 cm ve sıcak haddelenmiş ruloların çapları 120 cm' dir. Stok alanını 28 m olan taraftan değerlendirildiğinde, başa ve sona birer kese arada kalan alana ise sırt sırta verilerek 6 kese yerleştirilebilir. Stok alanı 16 m olan taraftan değerlendirildiğinde 8 sıra rulo yerleştirilebilir. Zemin kat tamamen dolu olduğu zaman üst katada stoklama yapılabilir. 2. kata aynı sayıda stoklama yapılabilir ancak 3.kata bir eksilterek stoklama yapılabilir. İş güvenliği açısından uygun olan ve önerilen en fazla 3 kat stoklama yapılmasıdır.

Mevcut durumda stok alanına $14 \times 8 = 112$ adet rulo stoklanmaktadır. Ancak şuan ki stok alnının içinde dilimlenmiş sac rulolarının da gelişigüzel yerleştirilmiş olması bu sayıyı ortalama olarak 100' e düşürmektedir. Yarı mamul stokları kaldırılır ve önerilen stok alanı yerleşimi yapılırsa bu sayı 250 civarına ulaştırılabilir.

Her keseye R1 den başlayarak adresleme yapılır ve her rulonun tam adresinin belli olması açısından katlarını belli etmek adına K1, K2, K3 olarak adresleme yapılabilir.

Bu durum da stok alanı için önerilen yeni sac rulo yerleşimi Şekil 7.7'de ki gibi olacaktır.



Şekil 7.7 : Stok Alanı Önerilen Durum

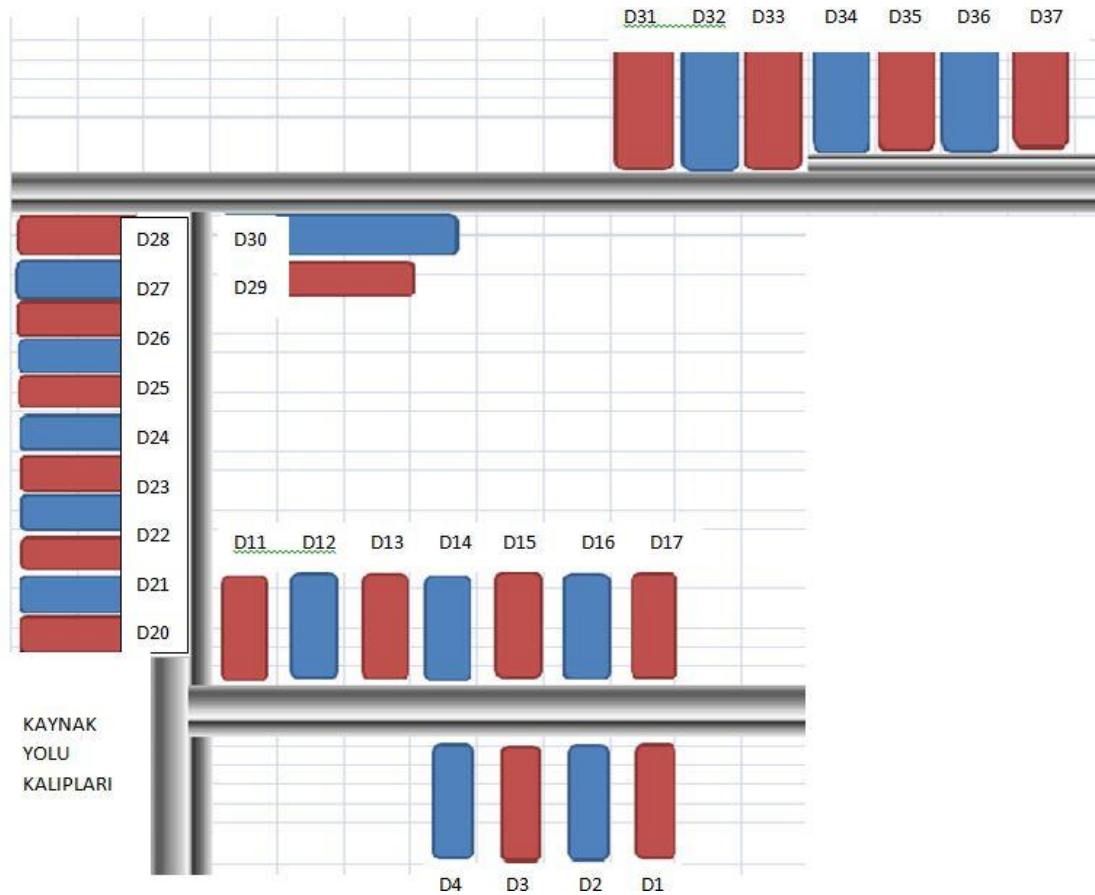
7.3.3. Dilimlenmiş Ruloların Stok Alanı İçin Öneriler

Toplamda 35 sıra dilimlenmiş sac kesesi bulunmaktadır. Bunlardan 11 tanesi kaynak hattının hemen girişinde olup diğer geri kalan 14 sıra dilimleme hattına paralel konumda bulunup 8 tanesi stok alanının önünde ve geri kalan son 2 tanesi ise stok alanının içinde bulunmaktadır.

Dilim stokların yerleştirilmesin de herhangi bir adresleme sistemi kullanılmamaktadır. Geçmiş yıllardan kalan dilim stoklar bu sebepten ötürür bulunamamakta ve yaylarca stok alanını işgal etmektedir. Bu durum gereksiz stok alanı işgali ve maliyetleri arttırmaktadır. Maliyetlerin artmasında diğer bir etken ise zaman aşımına uğramış ve kullanılmamış dilimlerin korozyon, paslanma gibi dış faktörlere maruz kalması ve hurdaya ayrılmasıdır. Uygun bir adresleme sistemi oturtulabilir ve bu adresleme sistemi barkoda aktarılabilirse kayıplar minimize edilir.

Mevcut durum da dilim stokların yerleştirilmesi düzgün olmamakla birlikte düzgün bir hat üzerinde de değildir. Kaynak yolu kalıplarının dilim stok alanının hemen yanında konumlanması hattın karışmasına neden olmaktadır. Eğer kaynak yolu kalıpları kaldırılır, bu alana rulo stok alanı içindeki dilim stoklar aktarılır ve rulo stok alanının hemen önünde bulunan dilimler de bu alana yerleştirilirse daha düzgün bir yerleşim ve keseleme oluşturulabilir.

Mevcut durumda 37 kese oluşturulabilir. Önerilen yeni dilim stok yerleşiminde 42 kese oluşmaktadır. Bizim önerdiğimiz durum maliyet gerektirmeyen yalnızca adresleme sistemidir. Ancak bu adresleme sistemi kullanılan programa aktarılır ve rulo kesimi gerçekleşmeden iş emrinde dilimlerin hangi keseye konumlandırılacağı önceden belirlenebilir.



Şekil 7.8 : Dilim Stok Alanı Önerisi

7.3.4. Ergonomik Öneriler

SMED' in temeli 5S uygulamalarına dayanır. Çünkü 5S; çalışma alanını temiz, düzenli ve amaca uygun biçime sokulması için uygulanan bir Toplam Kalite tekniğidir. 5 S sistemi daha düz bir üretim akışı için çeşitli yollarda yardım eder. Gereksiz malzemelerin kaldırılması ve malzemelerin en gerekli olduğu yere konması ile arama süresi azaltılır. Yerleşim göstergeleri herkese doğru prosedürleri gösterir ve insanları sadece bir göz atma ile malzemelerin yerini bulmalarını sağlar. Temizlik ve muayene, arıza kaynaklarını, donanım arızalanmadan önce bulmaya imkân verdiği için plansız kayıp zamanı azalır.

5S yardımıyla dilme hattı hazırlık sürecinin iyileştirilmesi için yapılan çalışma ve gözlemler sonucu şu önerilerde bulunabiliriz;

-Bıçakların ve ara parçaların dolaplara yanlış yerleşimi sebebiyle gereksiz hareket artmakta bıçak dizim süresi uzamaktadır. Mevcut dolaplar gereğinden büyük olduğu için kapladığı hacimler azaltılmalı ve bıçak dizimi yapıldığı asıl bölgeye yaklaştırılmalıdır.

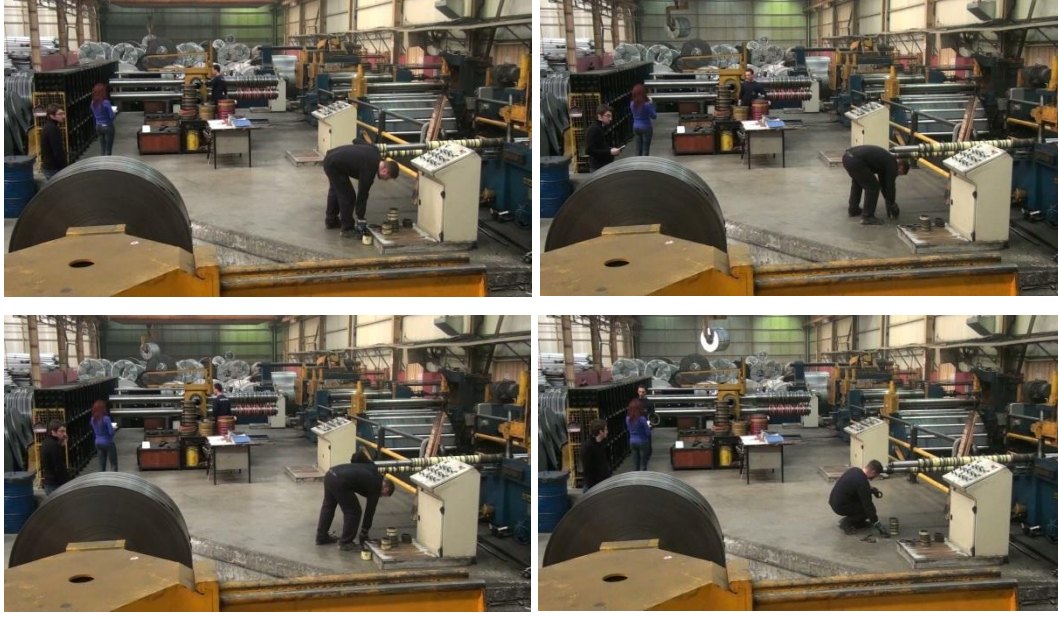
-Kalınlıkları küçük ara parça ve bıçaklar için kol uzunluğunda platform veya tekerlekli sehpa (alışveriş arabası vb.) tasarlanabilir. Böylece kat edilen yol, işçinin fazladan harcadığı enerji ve zaman kaybı minimize edilir.

-Kalınlıkları büyük olan ara parça ve bıçaklar için ise sabit dolap veya tekerlekli sehpa tasarlanabilir.

-Operatörlerin kullandıkları aletlerin yerleri sabit olmadığından sürece bu aletleri arama süresinde eklenmektedir. Operatörlerin kullandıkları aparat ve malzemeler sabitlenmeli, yerleri belirlenmelidir.

-Turnikeye yeni kalıplar yerleştirilirken eski kalıplar çıkarılıp sehpanın üzerine gelişigüzel bırakıldığından, sehpa üzerinde karışıklık oluşmaktadır. Bu karışıklığı gidermek için kol uzunluğunda bir platform veya tekerlekli sehpa kullanılabilir. Bu platform ve sehpa adresleme sistemi uygulanarak parçaların bulunması kolaylaştırılır.

Rulman sıkma için kullanılan aletlerin yerleri sabitlenmeli, açık bir şekilde turnikeye yakın bir yere yerleştirilmelidir.

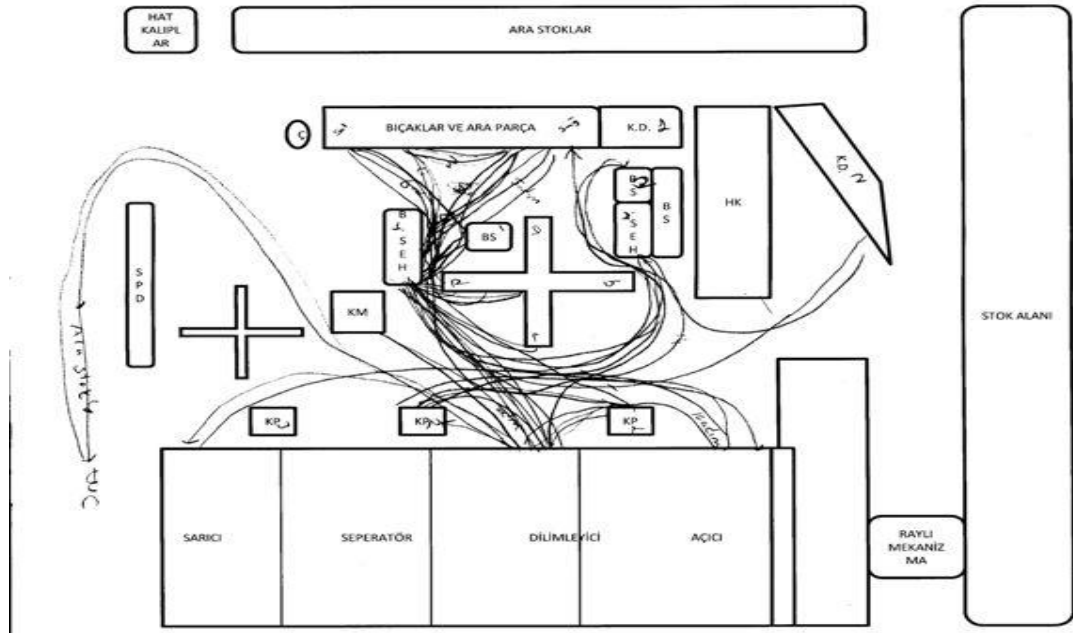


Şekil 7.9: Dilme İstasyonunda Operatörün Hareketleri

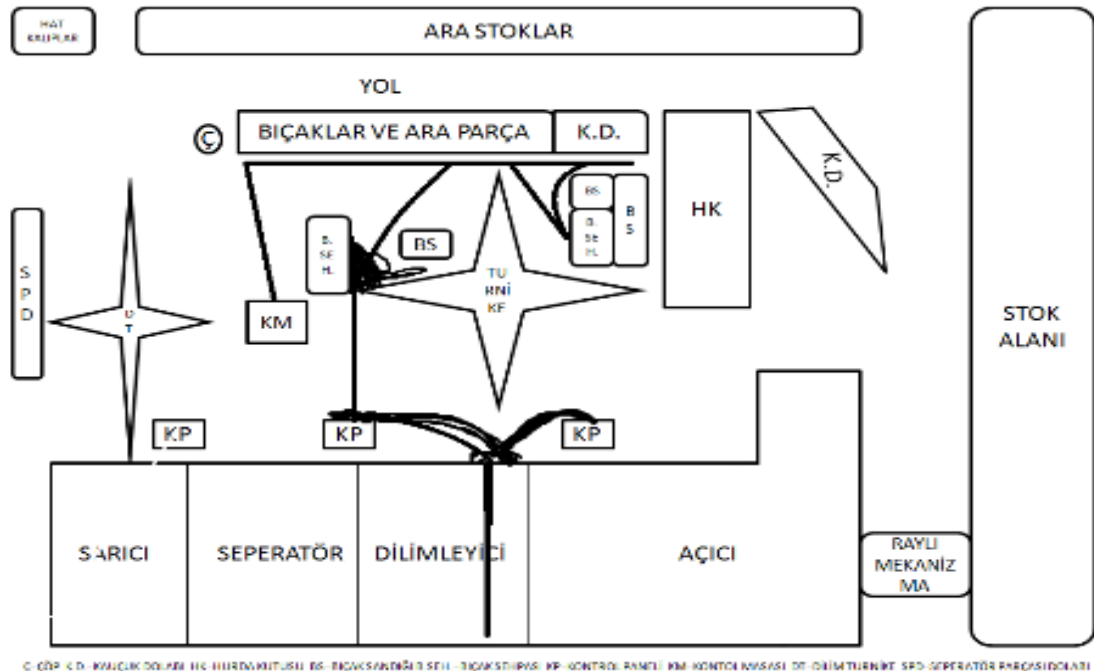
Bu iş istasyonunda çalışan, kılavuz mili üzerine kılavuz parçalarını dilinecek saç genişliğine göre dizmekte ve dilme işlemi sonunda parçaları sökerek yeni ölçülere uygun olarak tekrar dizmektedir. Bu işlem bir vardiya içerisinde ortalama olarak 5-6 kez tekrarlanmaktadır. Fotoğraflardan da görülebileceği gibi tüm çalışma boyunca bel hizasındaki kılavuz mili ile yer seviyesi arasında işlem yapılmaktadır. Ergonomik ilkelerde de belirtildiği gibi sakıncalı bir işin vardiya boyunca çok kez tekrarı ile çalışan üzerinde önemli bir zorlanma oluşmaktadır. Bu zorlanmanın uzun süreli olarak devam etmesi durumunda çalışanın kas iskelet sistemi rahatsızlıkları ile karşı karşıya kalması söz konusudur. Bu olumsuz etkinin ortadan kaldırılabilmesi veya azaltılabilmesi için aşağıda önerilen basit bir sistemden yararlanılabilir.

Çalışanın antropometrik yapısı dikkate alınarak kılavuz parçalarının uygun yüksekliğe sahip bir çalışma masası üzerine konulması ile eğilerek çalışma ortadan kaldırılabilir. Bir tabure kullanılarak oturarak çalışılması durumunda çalışan üzerindeki zorlanmalar daha da azaltılabilecektir. Tasarlanması gereken masa yüksekliğinin, erkek popülasyonunun %95'ine uygun olmasını sağlamak amacıyla ayakta çalışılması durumunda 83-110 cm aralığında (el tutuş yüksekliği- dirsek yüksekliği); oturarak çalışılması durumunda 58-76 cm (diz yüksekliği-otururken dirsek yüksekliği + diz altı yüksekliği) diz altı ile olması gerekmektedir. Bu ölçüler verilirken masanın yapılacağı malzemenin kalınlığı dikkate alınmamıştır.

Bir vardiyada üç operatörün çalıştığı ve iş emrinin gelmesiyle işe başlayan operatörlerin her biri ayrı ayrı izlenerek spagetti diyagramları oluşturulmuştur. Daha sonra mevcut durumdaki diyagramlardaki gereksiz işleri çıkarıp iyileştirilmiş ve daha yalınlaştırılmış halleri ise bir sonraki şekillerde gösterilmiştir.

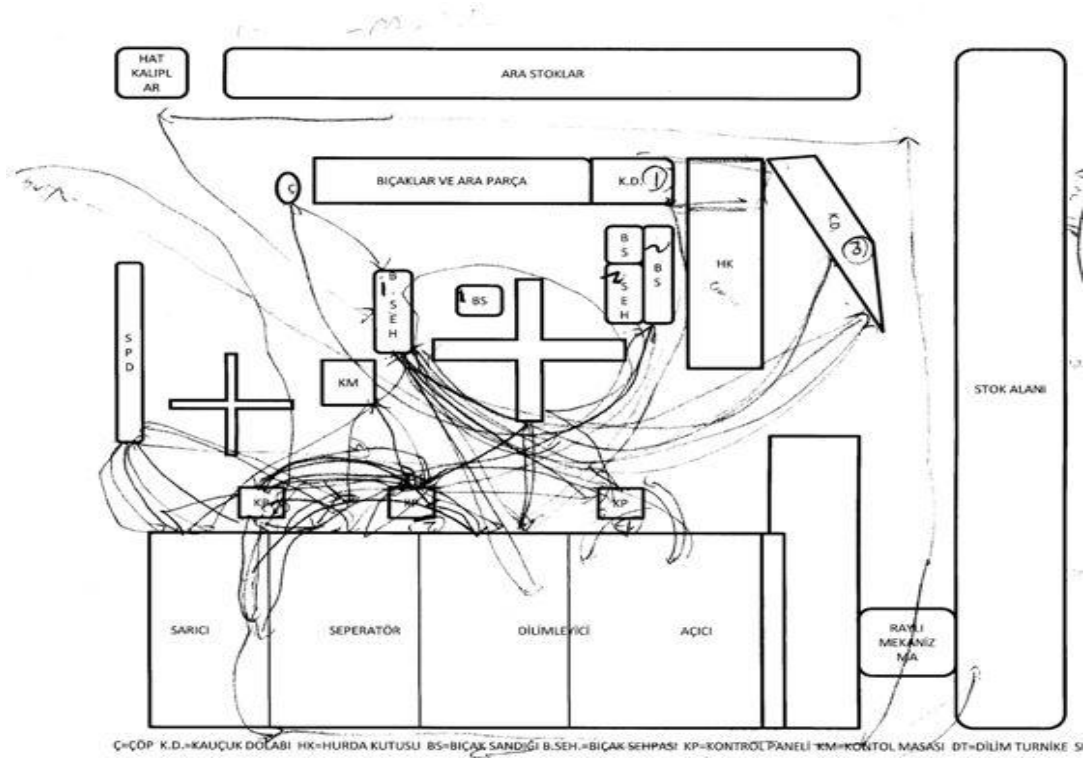


Şekil 7.10: Operatör A Spagetti Diyagramı Önceki Durum

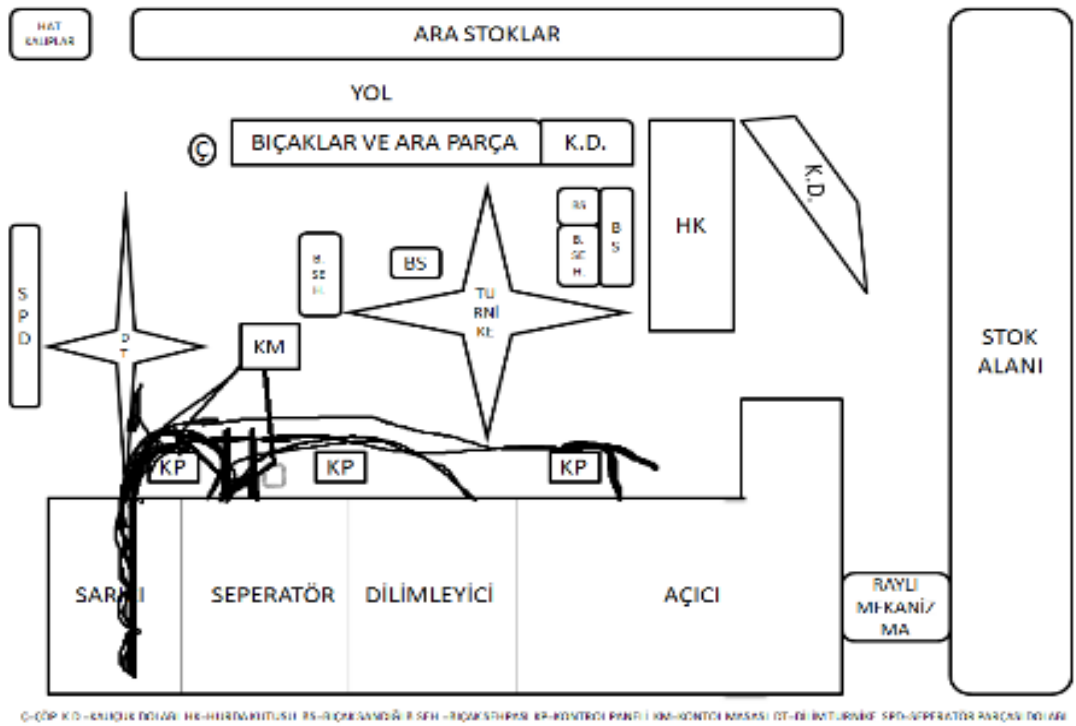


©-ÇÖP K.D.-KIMLIK DOLANI Hİ-İHLİDİMEYİCİ BS-BIÇAKSANDIĞI SEH-BIÇAKSTURUSI KP-KONTROL RAYLI KM-KONTROL MASASI DT-DİLİMLEYİCİ SPD-OPERATÖR PARÇASIDOLANI

Şekil 7.11: Operatör A Spagetti Diyagramı Sonraki Durum



Şekil 7.12: Operatör B Spagetti Diyagramı Önceki Durum



Şekil 7.13: Operatör B Spagetti Diyagramı Sonraki Durum

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde marka olmak, hız, müşteri odaklılık, kalite ve verimlilik üretim stratejilerini belirleyen önemli unsurlardır. Yalın üretimi uygulamaya başlayan bir işletme bu özellikler doğrultusunda stratejik hedeflerini yeniden tanımlamalı ve bunları uygulama sürecine yönelik çalışmalıdır. Yalın üretim uygulamasına geçilmesi için gerekli sürenin, sağlanacak yararların ve katlanılacak maliyetlerin tahmini oldukça zordur. Bu nedenle, uygulamaya geçiş bir proje olarak düşünülmemelidir. Yalın üretim, sürekli ve uzun çabayı gerektiren, birbirini takip eden kurallar zinciri olan ve bir çok olmazsa olmaz şartı bulunan bir sistemdir. Yalın üretim disiplini ve felsefesinden en fazla etkilenen işletme fonksiyonlarının üretim ve üst kademe yönetim olduğu söylenebilir. Ancak başarıya ulaşabilmek için tüm işletme fonksiyonlarının katkısı gereklidir. Ayrıca üst yönetimin önderliğinde tüm çalışanlar yalın üretim felsefesini ve özelliklerini anlamalı, benimsemeli ve tam destek vermelidir. Yalın Üretim sisteminde işçiler, tekrarlanan işlere bağımlılıktan kurtularak, farklılaşan işlere kayabilme olanağı veren nitelikleri geri kazanmıştır. Bunun gereği olarak işyerinde sürekli eğitime tabi tutulmaktadır. Bu çerçevede artık görev işçisinin yerini bilgi işçisi almıştır.

Yalın Üretim sisteminin etkin biçimde çalışabilmesi, aşırı ustalık, girişkenlik ve bilgisini kullanarak problemleri oluşmadan önce önlem alarak engelleyen, yüksek motivasyonlu emek gücü gerektirmektedir. Yalın Üretim, çalışanların ve kendi üretim sisteminin esnekliğine muhtaçtır. Yalın üretim sisteminin doğru bir şekilde kurulup, işletilmesi halinde pek çok avantaj sağlayacağı muhakkaktır. Sağladığı avantajları yakalayabilmek için mutlaka işletme çapında bir uygulama gerekli değildir. Kısmi uygulamalar ile de bazı yararları ulaşılabilir. Yalın üretimin sıralanabilecek avantajlarından en önemlisi, doğrudan üretime yönelik sabit varlık niteliğindeki kaynakların en iyi biçimde değerlendirileceği ve sıfır hata çalışma prensibi ve oluşacak israfı arındırma gibi çabalara yönelmesidir.

Yalın üretimde ana amaç, değer yaratma faaliyetlerini mükemmelleştirme ve değer eklemeyen faaliyetleri elimine etmektir. Değer yaratan faaliyetler, proje geliştirmeden başlayarak, imalat, montaj, satın alma, dağıtım ve müşteri güvencesine kadar uzanan bütünleşmiş bir bütündür. Bu nedenle yalın üretimin etkileri bir bütün içinde kendini gösterir.

Yalın Üretim sistemi bir bütündür ve bu sistemi ilk aşamada yerleştirmek çok zaman alabilir. Bu yüzden tüm çalışanların katılımı, kararlı bir yönetim ve yeterli finansman desteğinin sağlanması başarıya ulaşmak için kaçınılmazdır. Fakat sistem bir kere oturtulduğunda, maliyetlerde %50'lere varan bir azalma, üretimde büyük bir artış sağlanır ve müşteri beklentilerine uygun, kaliteli ürün üretilmesi mümkün olur.

Yalın Üretim sisteminin en hassas noktası, bütün Yalın Üretim tekniklerinin birbirine bağlı olmasıdır. Tam zamanında, stoksuz üretim için kanban sistemi uygulanır fakat bu sistemin uygulanması için hatasız, gecikmesiz malzemeye ihtiyaç vardır. Hatasız ürün üretmek için otomasyonun iyi bir şekilde uygulanması gerekir.

Otomasyon, üretim hatalarını bulmaya yönelik bir mekanizmadır, üretim hatalarının saptanması halinde, üretim hattı yâda tezgâhın otomatik olarak durmasını sağlar. Bunun içinde kalite çemberlerinin oluşturulması ve Kaizen anlayışının benimsenmesi gereklidir. Aynı şekilde gecikmesiz malzeme temini için tam zamanında üretim sisteminin oturtulması lazımdır.

Japon firmaların başarılı olması, tam zamanında üretim sistemine olan ilgiyi arttırmıştır. Ancak Japonya dışında bu sistem, genellikle bir stok kontrol sistemi olarak tanınmıştır. Oysa tam zamanında üretim, basit bir stok kontrol metodu olmaktan çok, bütüncül bir yönetim felsefesini ifade etmektedir. Bu yöntem, stoksuz, yani sıfır stokla üretime karşılık gelmektedir. Yalın Üretim sisteminin amaçlarında biri, israfın ortadan kaldırılmasıdır. Bu fikrin dayandığı temel taşlardan biri tam zamanında üretimdir. İşte bu itici güç ışığında, tam zamanında üretimin hedefi envanteri sıfıra yaklaştırmak olmuştur. Bu açıdan tam zamanında üretim sistemi, aynı zamanda bir maliyet kontrol sistemidir.

Yalın üretimin yararları yanında birçok güçlükleri ve potansiyel problemleri bulunmaktadır. Yalın üretime geçişte her şeyden önce yerleşimde, üretim denetim yöntemlerinde, satıcılarla olan ilişkilerde bazı değişiklikler yapılması gerekmektedir. Bunlarında kısa bir sürede gerçekleştirilmesi mümkün değildir.

Yalın üretim disiplini gerektirir ve uygulaması için gerekli ideal koşulların hepsinin birden oluşturulması oldukça güçtür. Yetersiz altyapı ile uygulama, sistemin bütününde uygulama girişimi ve yetersiz eğitim gibi faktörlere uygulamaya başlanırken dikkat edilmelidir. Yalın üretimde altyapıya büyük önem verilmeli, bunun için gerekli yapısal özellikler sisteme kazandırılmalıdır. Sistemin bütününde ve bir anda uygulamaya geçilmesi mümkün değildir. Öncelikle, pilot bir yalın üretim uygulaması yapılmalı daha sonra sisteme yayılmalıdır. Yalın üretime geçiş için birkaç yıllık bir planlama ve kontrollü uygulama dönemine ihtiyaç vardır.

Günümüz dünyasında, ister ürün, ister hizmet üretiyor olsun tüm firmalar, köklü değişimlere sahne olan ve sürekli değişim içindeki bir piyasada yaşamlarını sürdürmeye çalışmaktadır.

Bir yandan, hızla değişen ve çeşitlenen tüketici beklentileri ve bu beklentileri en üst düzeyde karşılamak üzere geliştirilen yeni teknolojiler, diğer yandan ise şiddeti giderek artan rekabet, günümüz iş ortamının temel dinamiklerini oluşturmaktadır. İş ortamının bu hızlı devinimi içinde, yalnızca ayakta kalmayı değil, aynı zamanda, büyümeyi, gelişmeyi ve her zaman rakiplerinin önünde koşmayı hedefleyen firmalar, geleneksel üretim ve yönetim tekniklerinin yetersiz kalmaya başladığını açıkça görmüşlerdir. Daha üstün niteliklere ve daha yüksek kaliteye sahip ürünleri giderek daha düşük maliyetlerle üretmeyi ilke edinen başarıya odaklı bu kuruluşlar için, yeniliklere uyum sağlamak ve tüketicilerin değişen beklentilerini en iyi şekilde karşılayabilmek için yeni üretim ve yönetim tekniklerini gecikmeden uygulamak kaçınılmaz bir hale gelmiştir.

Temel felsefesi; üretimdeki israfları ortadan kaldırmak ve daha az girdi kullanarak daha fazla üretmek olan Yalın Üretim sistemini kullanmaya başlayan firmaların ulaştıkları başarılar ise konuya olan ilginin hızla artmasına neden olmaktadır. Bu çalışmanın uygulama kapsamında, Ağır sanayideki imalat sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin, yalın üretim sisteminin metodu olan SMED uygulanarak mevcut olan kalıp değişim süresinin kısaltılması için yapılan çalışmalar sonuca ulaşmıştır. Burada elde edilen hedefler uygulamanın yapıldığı işletmeye özeldir. Bu işletmenin uygulamalarına benzer uygulamaları olan ve benzer sorunları yaşayan işletmeler için bu çalışma, karşılaşılan sorunları engellemek amacıyla yapılması gerekenleri göstermesi nedeniyle faydalı olabilir.

KAYNAKLAR

ACAR Nesime. Tam Zamanında Üretim, *Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları*, Ankara, 2002, ss.85-103

ACAR Nesime, Tam Zamanında Üretim ve Kanban Sistemi, *Verimlilik Dergisi, MPM Yayını*, sayı: 3, 1992

ACAR Nesime, Tam Zamanında Üretim Ortamında Kalite Kontrol, *Verimlilik Dergisi*, Özel sayı 1993, s. 87

ACAR, Nesime, Tam Zamanında Üretim, *MPM Yayınları*, Ankara, 1995, s. 4

AKGEYİK, Stratejik Üretim Yönetimi, *Tekin Yayınevi* 1998 s. 80

ARDIÇ, Kadir ve GÜLTEKİN Yıldız, Japon İşletmecilik Uygulamaları Türk İşletme Yönetimine Bir Model Olabilir mi? *Mimar ve Mühendis Dergisi*, Sayı 31, 2002

BRAHAM Barbara, Öğrenen Bir Organizasyon Yaratmak, *Rota Yayını*, İstanbul, 1998

CAN Halil, AKGÜN Ahmet, KAVUNCUBASI Sahin, Kamu ve Özel Kesimde Personel Yönetimi *Siyasal Kitabevi*, Ankara, 1998

CESUR Naim, “Yalın Üretimin Arkasındaki Nedenler”, *Verimlilik Dergisi, MPM Yayını*, sayı: 4, 1997

CORSTEN H.-WILL T. Reflection on Competitive Strategy and its Impact on modern Production Concepts, *Management International Review*, Vol.3

ÇETİNKAYA Kerim, Toplam Tasarım, *Gazi Kitapevi*, Ankara, 2000

ÇELİKÇAPA Feray Odman, Endüstri İşletmelerinde Üretim Yönetimi Teknikleri, *Uludağ Üniversitesi Basımevi*, 1995

DİKMEN Nedim, Sanayide JIT Sistemi, *Başak Ekonomi Dergisi*, Temmuz 1999

DURMUŞOĞLU S. Tam Zamanında İmalat Sisteminin Simülasyon ile Analizi ve Uygulanabilirliğinin Etüdü. Doktora Tezi, *İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı*, 1989, s.8

EFİL İsmail, Toplam Kalite Yönetimi ve ISO 9000 Kalite Güvence Sistemi, *Alfa*, 1999

EMRE Aynur, Tam Zamanında Üretim Sisteminin Ülkemizdeki Uygulamaları ve Sorunları, *MPM* 543, 1995

ERSOY Ahmet, Yalın Üretim Tekniklerinden Hızlı Kalıp Değişimi ve Bir İmalat İşletmesinde Uygulaması, *Dokuz Eylül Üniversitesi*, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 2007, s. 80

GEYLAN Ramazan, İşletmelerde Cezasız Disiplin, *Anadolu Üniversitesi Yayınları* Eskişehir, 1990

Kâğıt Gıda Ambalajı Sektöründeki Uygulama Fabrikası, *SMED Eğitim Notu*, İzmir, 2003

KAVRAKOĞLU İ. Toplam Kalite Yönetimi, İstanbul: *Kalder yayınları*, 1992, s11

KOÇER Z. A. Tam Zamanında Üretime Yönelik İmalat Sistemlerinin Benzetim ve Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, *İTÜ* Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, 1992, s.15

LEE, Quaterman. Implementing Lean Manufacturing, **Ziyaret Tarihi: 15.12.2010**, <http://www.strategosinc.com/>

MONDEN Yasuhiro. Toyota Production System, *Industrial Engineering And Management Press*, New York, 1983

NICHOLAS John M. Competitive Manufacturing Management Continuous Improvement, Lean Production and Customer – *Focused Quality*, 1998

OHNO Tiichi, Toyota Ruhu – Toyota Üretim Sisteminin Doğuşu ve Evrimi (Çev. Canan Feyyat), *Scala Yayıncılık*, 1996

OHNO, a.g.e. s. 20'den aktaran Womack, James P. ve Jones, Daniel T. Yalın Düşünce, Çev. Nesime Aras, 2. Basım, *Sistem Yayıncılık*, İstanbul, 2002, s. 11-13

ÖZKALP Enver, SUNGUR Zerrin, Esnek Üretim Sistemleri ve Post – Fordist Yaklaşımlar, *A. Ü. İ. İ. B. F. Dergisi*, cilt: 13, sayı: 1 – 2, 1997

PAKSOY H. Mustafa, İşletmelerde İşçilerin Yönetime Katılımına İlişkin bir Yaklaşım Önerisi: Not Alma ve Düşünme Odası Şanlıurfa'da Faaliyet Gösteren Sanayi İşletmeleri Yöneticileri ve İşçileri ile Karşılaştırmalı Bir Anket Çalışması, 8. *Ulusal Yönetim Organizasyon Kongresi Bildirileri*, 2000

PAPKE Brian, Multitasking in the Lean Environment, *Manufacturing Engineering*, March, 2004

Richard Macintosh, Geraint Owen, Steve Culley ve Tony Mileham, “Changeover Improvement: Reinterpreting Shingo's ‘SMED’ Methodology”, *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 54, No. 1, 2007, s. 99

Roberto O. Agustin, Fely Santiago, Single-Minute Exchange of Die, *IEE/SEMI Advanced Semiconductor Manufacturing Conference*, 1996, s. 214-215

Roberta S.Russel, Bernard W.Taylor III, *Operation Management*, 2000,sy:741

ROTHER, Mike. Ve SHOOK John. Learning To See, *The Lean Enterprise Institute*, Massachusetts,1999

SARACEL Nüket, ÖZKARA Belkıs, YÜKSEL Berrin. İş görenlerin Çalışma Yaşamının Niteliğine İlişkin Algılamaları ve Bir Uygulama, *A. Ü. A. Ö. F. Dergisi*, Cilt:2, Sayı:3, 1997

SEMRA BİRGÜN Yalın ,Üretime Geçiş Sürecinde değer akışı Haritalama Tekniğinin Kullanılması: İmalat Sektöründe Bir Uygulama *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* Yıl: 5 Sayı: 9 Bahar 2006/1 s.47-59

SERDAROĞLU OKUR Ay peri. Yalın Üretim, *Söz Yayın*, İstanbul, 1997

SHINGO Shigeo, A Revolution in Manufacturing: The SMED System, *Productivity Press*, Oregon,1985

SHINGO Shigeo.,A Revolution in Manufacturing: The SMED System, *Productivity Press*, Oregon,1985,ss.63-69

ŞAHİN Mehmet, EREN Gülten, İşletmelerde Sıfır Stokla Çalışma Sistemi (JIT), *A.Ü. A. Ö. F. Dergisi*, cilt:2, sayı:1,1994

ŞİMŞEK, M. Şerif ve Akın, H. Bahadır, Teknoloji Yönetimi ve Örgütsel Değişim, *Çizgi Kitabevi*, Konya, 2003, s. 221

The Productivity Press Development Team, Change over For Operators: The SMED System, *Productivity Press*. New York,1996

The Productivity Press Development Team, *SMED*, 1985, s. 57

TÜRKMEN İsmail, Katılımcı Yönetimin Önkoşulu Yönetmelik Değişimleri, *3. Verimlilik Kongresi Bildirimleri*, MPM 599, 1997

ÜNNÜ Kaan. Yalın Üretim Sistemi ve Yardımcı Teknikleri, (Yüksek Lisans Tezi), *Dokuz Eylül Üniversitesi*, Toplam Kalite Yönetimi Anabilim Dalı, İzmir, 2003,ss 107-108

ÜRETEEN Sevinç, Üretim /İşlemler Yönetimi, Planlama – Denetim Kararları, Karar Modelleri ve İyileştirme Yaklaşımları, *Gazi Üniversitesi Yayını*, Ankara, 1998

WOMACK P. James, JONES T. Daniel, ROSS Daniel, Dünyayı Değiştiren Makine (*Çev. Otomotiv Sanayi Derneği*), 1990

WOMACK, James. Ve JONES, Daniel. Yalın Düşünce , *Sistem Yayıncılık*, İstanbul, 1998

YÜZÜGÜLLÜ Nihat, JIT Üretim Sistemi Gereklere ve Uygulamada Sağlanacak Sonuçlar, *A. Ü. M. M. F. Dergisi*, cilt: 6, sayı:2, 1990

www.yalinenstitu.org.tr, Yalın Üretim Çalışmaları adlı makalede **Ziyaret Tarihi 12.09.2010**

www.akregroup.com/downloads/POKA_YOKE.doc (**Ziyaret Tarihi: 15.07.2010**)

www.diyalog.com/html/smed_kapak.htm, “SMED” Eğitim Notu, (**Ziyaret Tarihi: 22.08.2010**)

www.tpmdanismanlik.com/kaizen/smed_nedir.pdf (**Ziyaret Tarihi: 01.11.2010**)

www.scribd.com/doc/44905268/Yalin (**Ziyaret Tarihi: 17.11.2010**)

www.yalinuretim.gen.tr/smed/89-enjeksiyon-makinelerinde-kalp-deiim-sueresi.htm (**Ziyaret Tarihi 20.12.2010**)

www.yalinuretim.gen.tr/ornek-uygulamalar/61-ayar-ortadan-kaldirma.html (**Ziyaret Tarihi 18.11.2010**)

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Ankara’da doğdu. İlk ve Orta öğrenimini İstanbul’da tamamladı. 1998 yılında ABD Oklahoma city YMCA okulunda eğitim gördü. 1999 İzmit Depremi dolayısı ile liseyi Kocaeli Anadolu Lisesinde tamamladı. 2003 yılında İngiltere Londra’da İngilizce eğitimi gördü. 2004 yılında İstanbul Ticaret Üniversitesi Endüstri Mühendisliğine girdi. 2008 yılında İstanbul Ticaret Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünü bitirdi. 2008-2009 yılları arasında Ulusal İşletim Sistemimiz olan Linux tabanlı TÜBİTAK/UEKAE PARDUS işletim sistemimiz geliştirmesinde gönüllü oldu. 2009 Yılında Kocaeli Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünde Yüksek Lisansa başladı. 2010 Yılında ABD San Francisco’da St. Giles College’ı bitirdi. Şu an halen Kocaeli Üniversitesi Endüstri Mühendisliğinde eğitimini sürdürmektedir.