

**T.C.**

**GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ**

**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**YALIN ÜRETİMDE TOPLAM ÜRETKEN  
BAKIM VE HIZLI KALIP  
DEĞİŞTİRME (SMED) UYGULAMASI**

**Fatih DEMİR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İŞLETME ANABİLİM DALI**

**GEBZE**

**2009**

**T.C.**

**GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ**

**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**YALIN ÜRETİMDE TOPLAM ÜRETKEN  
BAKIM VE HIZLI KALIP  
DEĞİŞTİRME (SMED) UYGULAMASI**

**Fatih DEMİR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İŞLETME ANABİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI**

**Doç. Dr. Ramazan KAYNAK**

**GEBZE**

**2009**



**GEBZE YÜKSEK  
TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ**

## **YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU**

G.Y.T.E. Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ..... tarih ve ...../..... sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından ... / ... / 2009 tarihinde tez savunma sınavı yapılan Fatih DEMİR'in tez çalışması İşletme Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

### **JÜRİ**

ÜYE : Doç. Dr. Ramazan KAYNAK  
(TEZ DANIŞMANI)

ÜYE : Doç.Dr. Halim KAZAN

ÜYE : Yrd.Doç.Dr. Zümrüt SATI

### **ONAY**

G.Y.T.E. Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ..... tarih ve ...../..... sayılı kararı.

İMZA/MÜHÜR

## ÖZET

TEZ BAŞLIĞI: Yalın Üretimde Toplam Üretken Bakım ve Hızlı Kalıp Değişirme (SMED) Uygulaması

YAZAR ADI: Fatih DEMİR

Bu çalışmanın amacı Toplam Üretken Bakım (TÜB) ve Hızlı Kalıp Değişirme (SMED)'i uygulayan bir şirketin elde ettiği faydaların belirlenmesidir. Bu çalışma TÜB ve SMED tekniklerinin bir beyaz eşya şirketinde uygulanma süreçlerinin incelenmesine yöneliktir.

TÜB uygulamasının performansının tespiti için TÜB uygulamasının işletmede başlatıldığı tarihten bugüne kadar şirket tarafından tutulan göstergeler incelenmiştir. Bu göstergeler verimlilik, maliyet, teslimat, iş güvenliği ve motivasyon göstergelerinden oluşmaktadır. Bu çalışmada göstergelerdeki değişim yıllara göre istatistiki olarak verilmektedir.

SMED uygulaması ile kalıp değişim süresindeki kısalmayı tespit etmek için bir plastik enjeksiyon tezgahında bir çalışma yapılmıştır. Bu uygulamayı gerçekleştirmek için bir çalışma grup oluşturmuş olup çalışmanın tamamlanması 6 ay sürmüştür. SMED uygulamasının sonuçları bu çalışmada verilmektedir.

Sonuç olarak, TÜB uygulaması ile şirketin verimlilikte, maliyetlerde, teslimatta, iş güvenliğinde ve çalışan motivasyonunda önemli iyileşmeler elde ettiği tespit edilmiştir. SMED uygulaması ile kalıp değişim süresi kısalmıştır.

## **SUMMARY**

**TITLE** : Total Productive Maintenance and Single Minutes Exchange of Dies (SMED) practices in Lean Production

**AUTHOR** : Fatih DEMİR

The purpose of this study is to determine the benefits that is obtained by a company with the implementation of Total Productive Maintenance (TPM) and Single Minute Exchange of Dies (SMED). This study is intended to examine the implementation processes of TPM and SMED.

The indicators that is recorded so far from the start date of TPM implementation by the company examined to determine the performance of TPM implementation. These indicators consist of productivity, cost, delivery, safety and motivation indicators. In this study, the change in the indicators is given statistically by years.

SMED technique was implemented in plastics injection machine to determine die setup time reduction. A working group created to perform this implementation and completion of the study took 6 months. The results of SMED implementation is given in this study.

As a result, it was determined that the company obtained significant improvements in productivity, cost, delivery, safety and motivation with the implementation of TPM. Die setup time shortened with the implementation of SMED.

## TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması için yaptığım saha çalışmasında bana yalın üretim uygulamaları içinde bulunma fırsatı veren Arçelik A.Ş. Çamaşır Makinası İşletmesine teşekkür ederim. Büyük özveri göstererek benimle iş birliğinde bulunan şirket yönetici ve çalışanlarına çok teşekkür ederim. Toyota Üretim Sistemi konusunda bana eğitim veren ve bizatihi uygulamaları yerinde inceleme fırsatı sağlayan Toyota Motor Europe NV/SA ve Toyota Otomotiv Türkiye A.Ş.'ye teşekkür ederim. Ayrıca Toyota Yöntemi konusunda bana değerli tecrübeleri ile yön veren Sn. Adil Taşkın'a teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimimin başından itibaren ve bu tez çalışmasında danışmanlığımı yapan ve bana her zaman hoşgörü ile yaklaşan değerli hocam Doç. Dr. Ramazan Kaynak'a teşekkürlerimi sunarım. Değerli geri bildirimleriyle çalışmanın üst bir seviyeye ulaşmasını sağlayan Doç.Dr. Halim KAZAN ve Yrd.Doç.Dr. Zümrüt SATI'ya teşekkür ederim.

Gösterdiği sabır ve özveriden ötürü değerli eşim Ayşen DEMİR'e teşekkürlerimi sunarım. Her türlü konuda desteklerini eksik etmeyen ve topluma yararlı bir birey olarak yetişmemi sağlayan aileme ayrıca teşekkür ederim.

# İÇİNDEKİLER DİZİNİ

|   |     |
|---|-----|
| ÖZET .....  | iv  |
| SUMMARY .....   | v   |
| TEŞEKKÜR.....   | vi  |
| İÇİNDEKİLER DİZİNİ .....  | vii |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....   | x   |
| TABLolar DİZİNİ.....  | xi  |
| 1.GİRİŞ .....   | 1   |
| 2. YALIN ÜRETİM.....  | 3   |
| 2.1. Yalın Üretimin Tanımı.....   | 3   |
| 2.2. Yalın Üretimin Tarihsel Gelişimi .....                             | 5   |
| 2.3. Yalın Üretim Sisteminin Özellikleri.....                           | 8   |
| 2.4. Yalın Üretimi Karakterize Başarı Faktörleri.....                   | 10  |
| 2.5. Yalın Üretimin Sağladığı Yararlar .....                            | 11  |
| 2.6. Yalın Üretimin İçerdikleri.....                                    | 14  |
| 2.6.1. Yalın Üretimin İsrar Kabul Ettikleri .....                       | 14  |
| 2.6.1.1. İsrarın Tanımı .....   | 14  |
| 2.6.1.2. İsrarların Nedenleri .....                                     | 15  |
| 2.6.1.3. Üretimde Temel İsrarlar .....                                  | 15  |
| 2.6.2. Yalın Üretimin Hedefleri .....                                   | 16  |
| 2.6.3. Sıfır Hata.....  | 17  |
| 2.6.4. Sıfır Stok .....   | 17  |
| 2.6.4.1. Envanterin Gizlediği Problemler .....                          | 19  |
| 2.6.4.2. Sıfır Hazırlık Zamanı .....                                    | 19  |
| 2.6.4.3. Sıfır Çevrim Zamanı .....                                      | 20  |
| 2.7. Yalın Üretimin Diğer Üretim Sistemleri ile Karşılaştırılması ..... | 20  |
| 2.8. Yalın Üretimde Tedarik Zinciri .....                               | 23  |
| 2.9. Yalın Değişimde Kullanılabilecek Araçlar .....                     | 25  |
| 2.10. Yalın Üretimin Uygulanması .....                                  | 26  |
| 2.11. Yalın Üretimin Getirileri.....                                    | 28  |
| 3. YALIN ÜRETİM YÖNTEMLERİ.....   | 30  |
| 3.1. 5S (Endüstriyel ortamda düzen ve temizlik) .....                   | 31  |
| 3.2. Kanban Sistemi .....   | 32  |

|   |    |
|---|----|
| 3.3. Karışık Yükleme ve Üretimde Düzenlilik.....                      | 34 |
| 3.4. Sürekli Akış (Tek-Parça Akış).....                               | 36 |
| 3.4.1. Sürekli Akış Sisteminin Uygulanması.....                       | 37 |
| 3.4.2. Sürekli Akış Sisteminin Yararları.....                         | 38 |
| 3.5. Makinalar Ve Atölyeler Arası Senkronizasyon (Eş Zamanlılık)..... | 39 |
| 3.6. U-Hatları .....  | 41 |
| 3.7. Poke Yoke (Hata Önleyici Düzenekler) .....                       | 43 |
| 3.8. Deney Tasarımı .....   | 44 |
| 3.9. Otonomasyon (Jidoka) .....                                       | 45 |
| 3.10. Toplam Üretken Bakım.....                                       | 46 |
| 3.11. Kalite Çemberleri.....  | 46 |
| 3.12. Tam Zamanında Üretim.....                                       | 49 |
| 3.12.1. Tam Zamanında Üretim Kavramı.....                             | 49 |
| 3.12.2. Tam Zamanında Üretim Sisteminin Temel Amaçları.....           | 50 |
| 3.12.3. JIT Üretim Sisteminin Temel Fikri .....                       | 52 |
| 3.12.4. JIT Üretim Sisteminin Yararları .....                         | 55 |
| 3.13. Hızlı Kalıp Değişirme (SMED) .....                              | 58 |
| 4. TOPLAM ÜRETKEN BAKIM.....  | 59 |
| 4.1. Toplam Üretken Bakım Tanımı ve Özellikleri .....                 | 59 |
| 4.2. Toplam Üretken Bakım Kavramının Oluşumu .....                    | 61 |
| 4.3. Toplam Üretken Bakımın Hedefleri .....                           | 62 |
| 4.4. Toplam Donanım Verimliliği.....                                  | 65 |
| 4.4.1. Kullanım Oranı .....   | 66 |
| 4.4.2. Çalışma Verimi .....   | 68 |
| 4.4.3. Kaliteli Ürün Oranı .....                                      | 70 |
| 4.4.4. Toplam Donanım Verimliliğinin Hesaplanması .....               | 70 |
| 4.5. Toplam Üretken Bakımı Uygulama Süreci (12 Adım Yöntemi).....     | 70 |
| 5. HIZLI KALIP DEĞİŞTİRME.....  | 73 |
| 5.1. Tanımı .....   | 73 |
| 5.2. Tarihsel Gelişim.....  | 73 |
| 5.2. SMED'in Temel İlkeleri .....                                     | 76 |
| 5.3. SMED Uygulamasının Aşamaları .....                               | 79 |
| 5.3.1. İç ve Dış Hazırlık Süreçlerinin Birbirinden Ayrılması .....    | 80 |
| 5.3.2. İç Hazırlık Sürecinin Dış Hazırlık Sürecine Çevrilmesi.....    | 82 |



|  |     |
|--|-----|
| 5.3.3. Hızlı Kalıp Değişimini İç ve Dış Hazırlığa Ayrı Ayrı Uygulamak .. | 83  |
| 6. ABC İŞLETMESİNDE BİR TÜB VE SMED UYGULAMASI.....                      | 85  |
| 6.1. İşletmeye İlişkin Bilgiler .....                                    | 85  |
| 6.2. TÜB Uygulaması .....  | 86  |
| 6.2.1. TÜB Organizasyonunun Oluşturulması.....                           | 87  |
| 6.2.2. TÜB için Performans Göstergelerinin Belirlenmesi .....            | 90  |
| 6.2.3. Verilerin Toplanması .....  | 90  |
| 6.2.4. TÜB Uygulama Sonuçları .....                                      | 91  |
| 6.2.4.1 Verimlilik.....  | 91  |
| 6.2.4.2. Kalite .....  | 93  |
| 6.2.4.3. Maliyet.....  | 95  |
| 6.2.4.4. Teslimat.....   | 97  |
| 6.2.4.5. İş Güvenliği .....  | 98  |
| 6.2.4.6. Motivasyon .....  | 99  |
| 6.3. SMED Uygulaması .....   | 100 |
| 6.3.1. Problem Tespitinde İzlenen Yöntem .....                           | 100 |
| 6.3.2. Senkronize Üretim Komitesi'nin Çalışmaları ile Problem Tespiti    | 101 |
| 6.3.3. Çalışma Ekibinin Kurulması .....                                  | 106 |
| 6.3.4. İç/Dış Kurulum İşlemlerinin Belirlenmesi.....                     | 106 |
| 6.3.5. Spagetti Diyagramının Çıkarılması .....                           | 108 |
| 6.3.6. Problemler Alanların Çıkarılması.....                             | 109 |
| 6.3.7. İyileştirme Çalışmaları.....                                      | 110 |
| 6.3.8. SMED Uygulama Sonuçları .....                                     | 112 |
| 6.4. TÜB ile SMED Arasındaki Etkileşim .....                             | 112 |
| 7. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER .....                                       | 114 |
| 7.1. Genel Sonuçlar.....   | 114 |
| 7.2 TÜB Uygulamasının Sonuçları .....                                    | 114 |
| 7.3 SMED Uygulamasının Sonuçları .....                                   | 116 |
| 7.4 Araştırmanın Kısıtları.....  | 117 |
| 7.5 Araştırmacılara Öneriler .....                                       | 117 |
| KAYNAKLAR DİZİNİ .....   | 118 |
| ÖZGEÇMİŞ.....  | 125 |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

| <b><u>Sekil</u></b>  | <b><u>Sayfa</u></b> |
|--|---------------------|
| 2.1. Yalın firmaya etkin dönüşüm süreci                      | 27                  |
| 3.1. Yalın üretim ve jidoka ilişkisi                         | 45                  |
| 3.2. Deming'in Sürekli İyileştirme Yöntemi                   | 47                  |
| 6.1. ABC şirketinde üretim akışı                             | 84                  |
| 6.2. ABC'de TÜB organizasyonu                                | 87                  |
| 6.3. İşletme verimliliğindeki değişim                        | 89                  |
| 6.4. Üretim sayısındaki değişim                              | 90                  |
| 6.5. Proses etkinliğindeki değişim                           | 90                  |
| 6.6. Makina arızalarındaki değişim                           | 91                  |
| 6.7. Hatalı ürün sayısındaki değişim                         | 92                  |
| 6.8. Müşteri şikayetlerindeki değişim                        | 92                  |
| 6.9. Enerji giderlerindeki değişim                           | 93                  |
| 6.10. Bakım giderlerindeki değişim                           | 94                  |
| 6.11. Hurda giderlerindeki değişim                           | 94                  |
| 6.12. Bitmiş ürünlerin stoklama süresindeki değişim          | 95                  |
| 6.13. İş kazası sayısındaki değişim                          | 96                  |
| 6.14. Verilen öneri sayısındaki değişim                      | 97                  |
| 6.15. Proseslerin kurulum süreleri                           | 98                  |
| 6.16. Plastik takımı kurulum süreleri dağılımı               | 99                  |
| 6.17. Toplam tezgah kullanım etkinliği grafiği               | 101                 |
| 6.18. Malzeme temini ve arıza kaynaklı montaj bant duruşları | 101                 |
| 6.19. Kalite hatası kaynaklı montaj bant duruşları           | 102                 |
| 6.20. Spagetti diyagramı                                     | 107                 |

## TABLolar DİZİNİ

| <b><u>Tablo</u></b> |   | <b><u>Sayfa</u></b> |
|---------------------|---|---------------------|
| 2.1.                | Yıllar İtibariyle Üretim Sisteminin Özellikleri   | 21                  |
| 2.2.                | Yalın Üretimin Kitle Üretimiyle Karşılaştırılması | 23                  |
| 2.3.                | Yalın üretim uygulamasında getiriler              | 29                  |
| 4.1.                | TÜB-İş hedefleri ilişkisi                         | 62                  |
| 4.2.                | Toplam Üretken Bakımın Temel Konsepti             | 63                  |
| 4.3.                | Japon endüstrisinde TÜB'nin gelişim aşamaları     | 64                  |
| 6.1.                | Kalıp değişimi işlemleri                          | 105                 |

# 1.GİRİŞ

Endüstri tarihinin ilk yıllarından itibaren firmalar rekabet halinde olmuşlardır ve satışlarını arttırabilmek için küresel bir yarış halindedirler. Firmalardaki yöneticiler, ürün ve hizmetlerin üretiminin ve dağıtımının en hızlı ve en ekonomik yollarını aramaktadırlar. Global rekabetteki baskı dünyaya doğudan yayılırken, üretim firmalarının ayakta kalması üretim maliyetlerinin azaltılabilmesine, ürünlerin sürekli geliştirilebilmesine, sosyal ve teknolojik değişim ve gelişmelere ayak uydurabilme becerisine dayanmaktadır (Chuah and Lee, 1999,s.1). Bu nedenle verimli ve kusursuz olabilmenin anahtarı yalın üretimdir.

Daha yüksek kalitedeki ürünlerin daha düşük maliyetlerle üretilmesine olanak tanıyan bu üretim sistemi, son yirmi yılda firmalar için dünya çapında bir rekabet standardı olmaktadır (Maccoby, 1997, s.162). Yalın üretim, pazardan gelebilecek talepleri anında karşılayabilmek için üst yönetimden hat işçisine ve yan sanayisine kadar herkesin çalışmalarını bir bütün olarak bir araya getirir. Yalın üretim, kaliteyi ve verimliliği yükseltirken maliyetleri de düşürmektedir. Bu kavramın uygulanması sadece otomotiv sektörünü değil tüm iş kollarını, çalışma ve yaşam şeklini, şirketlerin, hatta ülkelerin dahi geleceğini etkileyecek ve değiştirecektir (Ford, 1988, s.35).

Yalın üretim, en az kaynakla en kısa zamanda, en ucuz ve hatasız üretimi, müşteri talebine de bire bir yanıt verebilecek şekilde, en az israfla ve nihayet tüm üretim faktörlerini en esnek şekilde kullanıp, potansiyellerinin tümünden yararlanarak nasıl gerçekleştirilebileceğinin arayışının bir sonucudur. Yalın üretim, bu hedeflerin tümünü aynı anda gerçekleştirme ilkesine dayanır ve batıda 1900'lerin başlarından buyana hakim olmuş konvansiyonel seri üretim yaklaşımını tersine çeviren, bir anlamda her şeye alışılmışın tam tersi yönünde yaklaşan bir sistemdir (Okur, 1997,s.27). Kabul edilmiş tüm kural ve ilkeleri sorgulayan, hiçbir yerleşik kanıyı mutlak görmeyen şüpheli bir yaklaşımın, ya da felsefenin ürünü olarak doğmuş ve gelişmiştir.

Yeni üretim yalındır çünkü seri üretimle karşılaştırıldığında her şeyin daha azını kullanmaktadır. Yani, bir işletme yalın üretim uygulamasıyla daha az insan gücüne ve daha az imalat alanına ihtiyaç duyacak, yeni mamul tasarımını daha az mühendislik saatiyle gerçekleştirecek ve üretimini daha az makine kullanarak yapabilecektir.

Tezin ikinci bölümde, yalın üretim tanımlanmaya çalışılmış, tarihsel olarak gelişimi anlatılmış, genel olarak yalın üretim sisteminin özellikleri verilmiştir. Bunlar ile üretimde stoğun, kayıpların ve israfların nasıl giderilebileceği açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde, yalın üretimi gerçekleştirmek için uygulanması gereken, ürün kalitesini iyileştiren, maliyetleri düşüren, sürekli iyileşmeyi sağlayan ve sürekli olarak işletmenin işler olarak kalmasını sağlayan yöntemler anlatılmıştır.

Çalışmanın dördüncü ve beşinci bölümünde, üzerinde uygulama çalışması yapılmış olan yalın üretim yöntemlerinden TÜB ve SMED anlatılacaktır. Bu tekniklerin uygulama adımları sıralanacaktır.

Tezin altıncı bölümünde, bir beyaz eşya şirketinde TÜB ve SMED uygulamaları anlatılmıştır. TÜB'nin işletme göstergelerini nasıl etkilediği ve işletmeye ne gibi faydalar sağladığı araştırılmıştır. SMED örneği ile SMED tekniğinin kalıp değişim süresini kısaltmada nasıl uygulandığı ve nasıl etkili sonuçlar çıkarttığı gösterilmektedir.

Sonuç kısmında ise, bu yapılmış olan çalışmanın sonuçları ele alınacaktır. Bu çalışmanın tekrarının üretim sektöründe faaliyet gösteren diğer şirketlerde uygulanması araştırmacılara önerilmiştir. Bu çalışmanın bir benzerinin hizmet sektöründe de yapılması konusu üzerine dikkat çekilmiştir.

## 2. YALIN ÜRETİM

### 2.1. Yalın Üretimin Tanımı

Yalın üretim, basit olarak tarif edilirse,ürünün üretilmesinden, dağıtılmasına ve müşteriye ulaşmasına kadar geçen zamanın azaltılması ve israfın değerden elimine edilmesidir (Vincenti, 2002, p. 58)

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 (Thomas, 1997, p.36).

Yalın üretim, en kapsamlı tanımını Womack ve diğerlerinin çalışmasında bulmuştur. Womack ve diğerleri, Yalın üretimin evrensel bir süreç olduğunu,zanaatkarlık türü üretim ile kitlesel üretimin avantajlı yanlarını birleştirdiğini savunur ve Yalın üretimi; zanaatkarlık türü üretimin yüksek maliyetinden ve kitlesel üretimin katılığından arındırılmış üretim biçimi olarak tanımlar (Womack et al., 1998, p.13).

Yalın üretim, mal akışını hızlandırabilmek için ara stokları sıfırlamayı hedefler ihtiyaç doğmadan hiçbir zaman üretim yapılmaz. Gerektiğinde işçilerin yaptığı üretim ve makine kapasitesi kullanım oranlarında fedakarlık eder (Par, 1998, p.327). Toplam kalitenin mükemmellik yolculuğunda yalın üretim sistemi, daha kolay olarak gerekli önlemleri geliştirebilmekte ve hedefe çok daha yakın bulunmaktadır.

Yalın üretim, tüm organizasyona yayılmış bir üretim anlayışıdır. Müşteri ihtiyaçlarını hızlı ve etkin şekilde karşılamayı amaçlar. Ürüne değer ekleyen ve eklenmeyen faktörleri belirleyerek, israfı önleyerek üretim sürecini kısaltır. Yalın bir üretim sisteminin hedefi, üretimi ihtiyaç duyulan miktarda ve zamanda kusursuz ve israfsız gerçekleştirebilmektir (Laraia et al., 1999, p.242).

Yalın üretim, mal ve hizmet üretiminde sonuca giderken mümkün olduğu kadar kestirme yol bulunmaya çalışır. İşlem sayısı azaldıkça hem maliyet düşer, hem hız artar, hem de hata meydana gelme ihtimali azalır. Yalın üretimde katma değer üretmeyen her faaliyet dikkatlice araştırılır ve sistemden ayıklanır (Ahlstrom, 1998, p.328). Böylece hem hız kazanılır, hem de iş yükü hafifletilerek iş gücü talebi azaltılmış olur.

Yalın üretimde doğrudan işçilikler asgariye indirilir. Esasen sabit giderlerin tüm kalemleriyle mücadele edilir. Örneğin, çok yönlü eğitim verilen işçiler her işi yapabilir duruma getirilir. Böylece süreç gereği çalışmayan makinaların işçileri diğer faal makinalara kaydırılabilir veya aynı işçiler makina bakım parkı değişimi gibi işlerde de görevlendirilebilirler(Brett and Kenneth, 1996, p.99). Makina ile yapılabilecek hiçbir işte insan gücü kullanılmamasına dikkat edilir. İnsan gücü hem pahalıdır hem de değişikliklere direnç gösterir. Oysa makinalar yeni programlara itirazsız uyum sağlarlar.

Yalın üretimde 'ilk defada doğru sonuç' elde etmek için bir alt yapı oluşturulur. Bu amaçla geliştirilmiş ve operatörler tarafından dahi kolay uygulanabilir istatistiksel problem çözme teknikleriyle olayların oluşumu tesadüflerden kurtarılıp, tahmin edilebilir şekillere getirilir (Ronald and Jeffrey, 2001, p.112). Böylece tesadüfen oluşacak olaylara reaksiyon gösterme yerine olayların oluşumunu önceden tahmin ederek önleyici aktiviteler devreye girer. Yalın üretimde, oluşmuş ve kronikleşmiş problemlerle beraber yaşama yerine bu problemlerin deşifre edilerek çözüme kavuşturulması esastır. Her türlü israfa karşı sürekli önlem alınır. Özellikle firelerin azaltılması her zaman gündemdedir.

Kısacası yalın üretim; en az kaynakla, en kısa zamanda, en ucuz ve hatasız üretimi, müşteri talebine bire bir uyacak, yanıt verebilecek şekilde, israfsız ya da en az israfla ve tüm üretim faktörlerini en esnek şekilde kullanıp, potansiyellerinin tümünden yararlanıp nasıl gerçekleştiririz? arayışının bir sonucudur (Cesur, 2000, s: 7).

## 2.2. Yalın Üretimin Tarihsel Gelişimi

Tam zamanında üretim sistemini uygulayan işletmelerde sağlanan başarılar 1990'lı yılların başlarında, yalın üretim kavramının ortaya atılmasına neden olmuştur. Temelini, kütle üretimin Japonya'da başarılı olamayacağı düşüncesinden hareketle Toyota'da geliştirilen sistemden alan yalın üretim yaklaşımı, atölye ortamında gerçekleştirilen üretim ile yığın üretimin başarılı bir kombinasyonu olarak değerlendirilebilir. 2.Dünya savaşı sonrası dönemde Toyota'nın üretim mühendisi olan Taiichi Ohno, yeni modellerle ürün karmasını zenginleştirme stratejisini geliştirebilmek için, kütle üretim sisteminden farklı bir yapının gerekli olduğunu düşünmüştür (Womack and Jones, 1998, p. 12).

Bugün bizim "yalın üretim" diye adlandırdığımız yalın üretimin temelleri ilk olarak 1950'lerde Toyoda ailesinin bireyleri mühendis Eiji Toyoda ve beraber çalıştığı deha mühendis Taichi Ohno'nun öncülüğünde, Japon Toyota firmasında atılmıştır. Bu ikili 1950'de Ford firmasını incelemek üzere Amerika'ya yaptıkları gezilerinden edindikleri bilgilerin ışığında Ford'un yüzyılın başından itibaren öncülük ettiği kitle üretim sisteminin Japonya için hiç de uygun olmadığına karar verirler ve bu karar yepyeni bir üretim ve yönetim anlayışının ilk adımlarının atılmasına neden olur (Womack and others,1990, p.49).

İkilinin saptamaları özetle şöyledir: Kitle üretiminde, her üretim faktörü ya da unsuru olması gerekenden çok sayıda kullanılmakta ve üretim pek çok gereksizlik ya da israf (muda) içermektedir. İsrafın, sistemin aşırı iş bölümüne dayanması, yani, gerek makineler gerek de işçilerin, çoğu kez sadece tek bir ürün için tek bir operasyon gerçekleştirecek şekilde organize edilmeleri ve tek bir işe/operasyona adanmış olmalarından dolayı kaynaklanmaktadır. Makineler özellikle bu tür bir adanmışlık sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Üretim organizasyonuna bu şekilde yaklaşılması, bir yandan üretim faktörlerinin gereksiz yere kitlesel boyutta kullanılmasına yol açmakta, öte yandan da üretime aşırı bir katılık ve hiyerarşi getirip, üretimde esnekliğe set çekmektedir. Ayrıca işçiler birer el gücü olarak algılanıp, beyin



güçleri üretimin iyileştirilmesine kanalize edilmemekte, en kötüsü değişken maliyet (variable cost) olarak görülüp işlerin kötü gittiği dönemlerde rahatlıkla işten çıkarılabilmektedirler. Sonuç, üretim faktörlerinin olabilecek azami potansiyellerinden yararlanılmamasıdır (Okur, 1997, s.475).

Gözlemlenen diğer önemli nokta şudur: Üretimdeki adanmışlık ve esneksizliğin doğal bir sonucu olarak kalıp değiştirme ya da bir üründen diğerine geçebilmek için gerekli ayarlamalar çok uzun süre almakta, dolayısıyla büyük parti üretme zorunluluğu doğmaktadır. Büyük parti üretimin en önemli yan etkisi, özellikle işlenmekte olan ürün stokunun çok yüksek düzeylere çıkmasıdır (Cusumano, 1989, p.270).

Yüksek stok, hem önemli bir maliyet kaynağıdır, hem de üretime bir tür rehavet getirmektedir. Üretimde kalitenin %100 sağlanması gereken bir olgu olarak görülmemesine neden olmaktadır. İskarta durumunda yedekteki stoktan takviye edebilme şansı vardır. Oysa, iskarta akabinde gelen onarım bir yandan maliyetleri yükseltmekte, diğer yandan da müşteri memnuniyetsizliğine ve güvensizliğine yol açmaktadır.

Sistemin bütünü incelendiğinde, kitle üretim sistemi esneklikten yoksundur; katı bir hiyerarşiye dayanmaktadır ve kitlelilik israf içermektedir. Ancak tüm bunlar 1950'ler Amerika'sında sorun yaratmamaktadır. Çünkü kısıtlı tipte aracın bolca satılabileceği, çoğunluğunu elinde harcayacak parası olan orta sınıfın oluşturduğu, henüz doymamış bir pazardır. Japonya'da ise tam aksi bir görünüm söz konusuydu; Japon pazarı çok daha küçük bir pazardı ve kişi başına milli gelir oldukça düşüktü. Pazarın küçük olmasına karşı farklı tipte araçlara talep vardı ve rekabet Amerika'ya göre çok daha yüksektir (Womack et al., 1990, p.50).

Bu koşullarda Japon üreticileri için adanmış işçi ve makineler topluluğu ile, kısıtlı tipte araçtan yılda milyonlarca üretmek mümkün olmamaktadır. Tam tersine, 1950'ler Japonya'sında üreticilerin gündeminde olan, aynı anda, farklı tip araçları hem de her birinden çok düşük sayıda üretip, yine de düşük maliyet tutturma zorunluluğudur. Çok az sayıdaki üretim faktörünü esnek ve etkin kullanmanın yollarını bulmak ve üretimi maliyeti arttırıcı tüm

etkenlerden, gereksizliklerden ve israftan arındırmak zorunludur. Üstelik 1950'lerde getirilen yeni yasalarla, gerek işçi sınıfı gerek de yan sanayiler, önemli bir pazarlık gücü elde etmişlerdir ve Amerika'daki gibi istenildiği zaman işten çıkarılacak, ya da sözleşmesi feshedilecek birer değişken maliyet olarak algılanmaya karşı çıkmışlardır (Cusumano, 1989, p.266).

1950'li yıllarda Toyota'nın toplam yıllık üretim miktarı birkaç bin adet ile sınırlıydı. Ohno, öncelikle, küçük partiler halinde üretimi engelleyen makine hazırlık süreleri üzerine gitmiş, kalıp hazırlama atölyesinde yaptığı çalışmalar sonucunda bu atölyede, kalıp hazırlama işlemi için gerekli hazırlık süresini, bir günden üç dakikaya indirerek, yaklaşık 10 yıllık bir çalışmanın sonucunda, inanılması güç bir başarı elde etmiştir. Aynı çalışmanın sonunda, kalıp hazırlama üzerinde uzmanlaşmış personel ihtiyacını da ortadan kaldırmıştır. Ayrıca, tüm bunların sonunda beklenmeyen bir sonuçla karşılaşmış ve büyük partiler halinde üretime kıyasla, küçük partiler halinde üretimin parça başına maliyetleri düşürdüğünü görmüştür. Yapılan araştırmalar, bu sonucun iki nedenden kaynaklandığını göstermiştir. İlk olarak, küçük partiler halinde üretim, kütle üretim sistemlerinin gerektirdiği yüksek stokları ortadan kaldırmıştır. Ancak, bundan da önemlisi, üretim parti büyüklüklerinin azalmasıyla hatalı parçaların arabaya monte edilmeden önce tespit edilmesi sağlanmıştır. Sonuçta kalıp atölyesinde çalışanların kaliteyle daha fazla ilgilendikleri görülmüş ve hataların nedenlerinin araştırılarak ortadan kaldırılmasıyla yeniden işleme, fire, tamir gibi maliyetlerden tasarruf sağlanmaya başlamıştır(Womack ve Jones, 1998, s. 13).

1980'lere gelindiğinde, bireyler birden fazla otomobil sahibi olmaya ve standart büyüklükte otomobilleri tercih etmeye başlamışlar, farklı modellerde güvenilirlik arayışına girmişlerdir. Kütle üretime yönelmiş sistemlerde model çeşitliliğine gidilmesi, yıllar süren ve yüksek maliyetli bir çalışma gerektirirken, Toyota'nın sahip olduğu esneklik avantajı ve üretim-mühendislik maliyetlerini düşürebilme yeteneği, müşterinin arzuladığı çeşidi, minimum fiyat farkıyla tasarlama ve müşteriye sunabilme olanağı yaratmıştır. Yeni bir model tasarlamak için, yığın üretim yapan bir üreticinin, bir yalın üreticinin iki katı zaman ve çaba harcaması gerekmektedir. Batılı işletmeler,

model sayısını düşürme yoluna giderlerken, Japon otomobil üreticileri ürün hatlarını genişletmeyi sürdürmektedirler (Cesur, 1997, s 113).

Günümüzde yalın üretim sistemleri hemen hemen her alanda uygulanabilmektedir. Yalın üretim teknikleri İngiliz Telekom şirketinde uygulanmış ve bazı konularda başarı elde edilmiştir. İletişimin doğası gereği kullanıcılar değişik coğrafi bölgelere dağıldığından israf konusunda bir iyileşme sağlanamamıştır. Sürekli akış prensibi direkt olarak uygulanamamıştır fakat gecikmeler azaltılmıştır. Takt süresinin gerekli olduğu fakat tek başına bir ölçüt olmadığı tespit edilmiştir. Müşterilerden alınan geri bildirimler ile hizmetlerin çekme sistemine göre verilmesi gerçekleştirilebilmiştir (Robertson and Jones, 1999, p.14-16).

### **2.3. Yalın Üretim Sisteminin Özellikleri**

Yalın üretimin üç önemli özelliği vardır. Bunlar (Acar, 2002, s.45):

#### **a. Yönetim / Çalışanın Katılımı**

1. Vizyon Sahibi Liderlik ve Mücadeleci Kimseler
2. “Yeni Kültür” Amaçları ve Düşünmek
3. Uzun Dönemli Stratejik Plan ve Yönelme
4. Çalışanların Katılımı ve İnsan Kaynağını Geliştirme
5. Bütünleştirici ve Kutsal Amaçlar
6. Hedefe Uygun Ölçme/Ödüllendirme
7. Ürün ve Müşteri Odaklı Organizasyon Sistemleri
8. İletişim Sistemleri ve Uygulamaları

## 9. Terfi/Araştırma ve Eğitim Desteği

Yalın organizasyonlar oldukça esnek ve çok çabuk değişen rekabetçi şartlara uyum sağlarlar ve sürekli bir yeniden yapılanma, hızlı ürün geliştirme ve verimliliği sürekli artırılma çabaları ile karakterize edilirler (Jenner, 1998, s.397).

### b. Kalite

- 1.Müşteri zorlayıcı Ürün Geliştirme ve Pazarlama
- 2.Ürün Geliştirme/Üretim için çapraz fonksiyonel gruplar
- 3.Kişisel Sorumluluk ve Sürekli Kalite Geliştirme
- 4.Anahtar ürün karakteristiklerinin İstatistiksel Proses Kontrolü
- 5.Yeniliklerin ve deneyimlerin üzerinde durmak
- 6.Kalite-sertifikalı satıcılar ile ortaklık ilişkileri

### c. Üretim Operasyonları

- 1.Sürekli-akış prosesi/Hücresele Üretim
- 2.Talep-tabanlı olup, kapasite tabanlı olmayan proses
- 3.Prosedürlerin hızlı değişimi/küçük parti miktarları
- 4.Otomatikleşmeden önce standartlaşma/Basitleştirme üzerinde önemle durma
- 5.Önleyici/Önceden önlem alıcı bakım programları

2007 yılında yalın üretimin ölçütlerini belirleme için yapılan anket çalışmasında yalın üretimin 3 ölçütünün olduğu tespit edilmiştir. Bunlardan birincisi yan sanayi katılımı, ikincisi müşteri katılımı ve sonuncusu firma içi meselelerdir. Bununla birlikte yalın üretimin 10 boyutunun olduğu tespit edilmiştir. Bu boyutlar yan sanayi geribildirim, tam zamanında teslim, yan sanayi geliştirme, müşteri katılımı, çekme sistemi, sürekli akış, kurulum süresi azaltma, TÜB ve İPK (istatistikî proses kontrolü) ve çalışan katılımıdır (Shah and Ward, 2007: 785).

## **2.4. Yalın Üretimi Karakterize Başarı Faktörleri**

Yalın üretimi karakterize eden altı başarı faktörü vardır (Womack and Jones, 1998, s. 119). Bunlar:

- 1-Proje yöneticisi,
- 2-Ekip çalışması,
- 3-Bilgi kültürü,
- 4-Tedarikçilerle entegrasyon,
- 5-Eşzamanlı mühendislik ve
- 6- Tüketici oryantasyonudur.

Yukarıdaki 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 (Womack ve Jones, 1998, s. 121).

## 2.5. Yalın Üretimin Sağladığı Yararlar

Yalın üretimle ilgili tüm çalışmalara bakıldığında, hemen herkesin yalın üretimin sanayi örgütlenmesine yepyeni bir soluk getirdiği, hatta dünyanın “en iyi uygulaması” olarak kabul edilmesi gerektiği doğrultusunda hemfikir olduklarını görmek mümkündür. Ne var ki, yalın üretim “en iyi uygulama” olarak kabul edilirken, birçok kez dar anlamıyla üretim olayına kazandırdığı teknikler ön plana çıkarılmakta, sistem sadece bir teknikler bütünüymiş gibi sunulmaktadır. Hiç kuşkusuz, yalın üretimi yalın üretim yapan en önemli etkenlerden biri, üretim olayına kazandırdığı özgün tekniklerdir. Ancak, ünlü Japon uzmanlar Shingo ve Monden’in de vurguladıkları gibi, yalın üretimin göz ardı edilemeyecek kadar önemli bir başka boyutu daha vardır ki, sistemin temel dayanağı aslında bu boyutunda gizlidir. O da, yalın üretimin, içinde yer alan her kesimi, aktörü, ya da tarafı aynı anda memnun etmesi, kitle üretiminin tersine, “herkesin kazanması”nı sağlayabilecek güçlü bir potansiyele sahip olmasıdır (Sobek, 2007, s.6).

Sanayi Devrimi’nin 18. yüzyılda İngiltere’de patlak vermesinden günümüze dek sanayi örgütlenme tarzları ve dolayısıyla toplumsal yaşam hep bir kesimin kazanması, çoğunluğun kaybetmesiyle sonuçlanmıştır. Çoğunluğun kaybetmesi sadece maddi çıkarlar düzeyiyle de sınırlı kalmamış, çalışma hayatına iş tanımları ve işçi sorumlulukları açısından bakıldığında da çoğu kez “insana/emeğe saygı”dan yoksun bir tabloyla karşılaşmıştır. Çoğunluk için yaşam, asgari gereksinimlerini karşılamak için hiç de mutlu olmadıkları kendilerine hiçbir şey katmayan tekdüze işlere sabırla katlanmak, sonuçta da kendilerine ve yaptıkları işlere yabancılaşmak anlamına gelmiştir (Tüz, 2004, s.66).

İşte ilk kez yalın üretimde yüzyıllara dayanan bu eğilimin tersine çevrilmesine ve sadece bir kesimin değil, herkesin kazanmasına katkıda bulunacak bir “potansiyel” saptıyoruz. Bu potansiyel sanayi örgütlenmesine ve toplumsal yaşama yepyeni bir içerik kazandırabilecek güçte bir potansiyeldir, mutlaka tüm boyutlarıyla keşfedilmeyi ve daha da güçlendirilmeyi hak etmektedir. Ünlü uzman Shingo da yalın üretimi “üretme

devrimci bir yeni felsefeyle yaklaşmak” olarak tanımlarken sistemin başta çalışanlar olmak üzere “herkesin kazanması” yönündeki bu güçlü potansiyelini kastetmektedir. Yalın üretimin gizi bu özgün boyutunda saklıdır.

Yalın üretimin beşiği Japonya’ya, bu ülkedeki sanayi örgütlenmesi içinde yer alan tüm tarafların (aktörlerin) konumları açısından bakıldığında karşılaşılan tablo aşağıdaki gibidir (Sapançalı, 1998, s 61):

Taraf 1 (Üretici): Japon üreticilerin performansının kanıtladığı gibi ana sanayi firmaları, üretim, satışlar ve karlılık açısından dünyada öncü olabilmekte, sistemi adapte eden tüm firmaların rekabet güçleri ve karlılığı giderek artmaktadır.

Taraf 2 (Çalışanlar): Öte yandan ana sanayi işçileri yaptıkları işler, sorumlulukları, iş güvenliği ve ücret sistemleri açısından kitle üretiminde göremediğimiz kadar tatmin edici bir ortamda çalışmakta, “değişken maliyet” (variable cost) olarak algılanmaktan kurtulup, “sabit maliyet” (fixed cost) konumuna gelmekte, en önemlisi, yeteneklerinin tümünü karar-alıcı mekanizmalarda yer alarak kullanabilmektedirler.

Taraf 3 (Tedarikçiler): Diğer yandan, yan sanayiler de, kitle üretiminde gördüğümüz ana sanayi “uydusu” olma konumlarından çıkıp, ana sanayinin “ortağı” haline gelmekte, teknik/teknolojik olarak gelişmelerinin, iş güvenliği ve karlılıklarının adeta garantilendiği bir çalışma ortamı içinde yaratıcı birer üretim birimlerine dönüşmektedirler.

Taraf 4 (Tedarikçilerin Çalışanları): Ana sanayi çalışma sisteminin yan sanayilere de yayılması sonucu yan sanayideki çalışma koşulları da radikal olarak değişip, yan sanayi işçilerinin taraf 2’nin tüm hak ve sorumluluklarına sahip olmalarıyla sonuçlanmaktadır.

Taraf 5 (Müşteriler): Ve nihayet, sistemin hedefi olan halk, yani müşteriler bütçelerine uygun ve hatta giderek ucuzlayan, üstelik kalitesi de giderek artan ürünleri olabilecek en kısa sürede edinebilme ayrıcalığına sahiptirler.

Yalın üretim Japon Toyota firmasından kaynaklandığı, ilk sıçrama noktasının Japonya'nın diğer otomobil firmaları olduğu, dolayısıyla da literatürde yalın üretim incelenirken çoğunlukla otomobil sanayinden örnekler verildiği için, yalın üretim kimi kez otomobil sanayisine özgü bir sistemmiş gibi algılanmaktadır. Oysa yalın üretimin, "en iyi uygulama" olarak yorumlanmasında rol oynayan temel etkenlerden biri de, sistemin genel olarak üretime bir yaklaşım biçimi, bir üretim felsefesi olması ve dolayısıyla ekmek üretiminden tekstile, beyaz eşya üretimine, otomotive ve hatta hizmet sektörüne de adapte edilebilecek, genel-geçer bir sistem konumunda bulunmasıdır. Nitekim Japon sanayii hemen tüm üretim kollarını kapsayacak şekilde, yalın üretime göre örgütlenmiş bir yapı sergilemektedir (Womack, 2005, p.4).

Yalın üretimin firma üzerindeki etkilerini incelemek üzere otomotiv sanayiinde faaliyet gösteren ve yaklaşık aynı ölçekte olan üç firmanın katılımı ile bir çalışma yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar çok tutarlı olmamakla birlikte yalın üretimin firmalar üzerinde etkileri üzerine bir takım sonuçlar çıkartılabilmektedir. Bu sonuçlara göre yalın üretimin şirketlerin finansal yapısına direkt etkisi tespit edilememiştir. Fakat şirketlerin yalın üretime başlamalarının ardından stok maliyetlerinde düşme, hurda oranlarında azalma, ürünlerin müşteriye ulaştırılmasında iyileşme, yeni ürün tasarım süresinde azalma ve işçilik maliyetlerinde azalma tespit edilmiştir (Lewis, 2000, p.959).

İngiltere'de dört ayrı sektörde faaliyet gösteren 21 işletmedeki 1391 işçi üzerinde yalın üretimin işçilerin iş stresleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu araştırmaya katılan 11 işletmede yalın üretim uygulamasının işçilerin stresini artırdığı tespit edilmiştir. Araştırmanın sonucunda yalın üretimin kendi başına stres oluşturmadığı, bazı işletmelerdeki stres seviyesi artışının yalın üretimin tasarımı ve uygulamaları konusunda şirket yönetimlerinin verdiği kararlardan kaynaklandığı ortaya çıkmıştır (Conti et al., 2006, p.1013). Yalın üretim uygulamalarının genel olarak çalışan moral ve motivasyonunu artırdığı söylenebilir.



## **2.6. Yalın Üretimin İçerdikleri**

### **2.6.1. Yalın Üretimin İsrاف Kabul Ettikleri**

Yalın üretimin emri: bütün israfı yok etmektir. Yalın üretim'in israf kabul ettikleri (Murata and Harison, 1995, p. 62);

- Bir makinanın çalışmasını seyretmek,
- Parçalar için beklemek,
- Parçaları saymak,
- Fazla üretmek,
- Parçaları uzak mesafelerden taşımak,
- Envanter depolamak,
- Araç gereci aramak,
- Makinanın bozulması,
- Aynı işin tekrar yapılması.

#### **2.6.1.1. İsrافın Tanımı**

İsrافın ilk endüstriyel tanımını Henry Ford, 1921 yılında yazdığı "Today and Tomorrow" kitabında şu şekilde yapmıştır; israf, bir hammadde veya ürünün ihtiyaçtan fazla olan kısmıdır. Bir başka tanıma göre israf, ürün veya hizmetlere değer katmayan, firmanın ana hedefinde ilerlemesine destek olmayan, ancak gerçekleştirdiğimiz aktivitelerin tümüdür (Womack et al., 1990, p.182).

### **2.6.1.2. İsrâfların Nedenleri**

İsrafa neden olan faktörler aşağıdaki gibidir (Rother and Shook, 1999, s.11):

- 1.Yetersiz çalışma metotları
- 2.Uzun hazırlık zamanları
- 3.Yetersiz prosesler
- 4.Eğitim eksikliği
- 5.Yetersiz bakım
- 6.Uzun mesafeler
- 7.Liderlik eksikliği

### **2.6.1.3. Üretimde Temel İsrâflar**

Üretimde yedi temel israf söz konusudur. Bunlar (Rother and Shook, 1999, s.12):

1. İşçinin makina zamanı içinde beklemeleri; değer katan herhangi bir işin yapılmadığı boş zamandır. Söz konusu israf, makinenin beklemesi veya insanın beklemesi olarak da açıklanabilir
2. Gereksiz malzeme taşımaları; malzemenin, ürün ve/veya hizmetlere değer katmayan hareketleridir.
3. Gereksiz, katma değer yaratmayan operasyonlar; değer katmayan işlemler için çaba harcamak. Söz konusu işlemler, müşteriye etkilemeyen iyileştirmeler içerir.
4. Yarı mamul ve bitmiş ürün stokları; üretim veya satış için gerekenden fazla malzeme, yarı mamul ve ürünün stoklanmasıdır.

5. Gereksiz işçi hareketleri; çalışanların, ürüne ve/veya hizmete değer katmayan herhangi bir amaç için hareket etmesi ile oluşan israf türüdür.

6. Hurdalar; bir ürün ve/veya hizmeti müşteri istekleri doğrultusunda onarmak, düzeltmek veya yeniden yapmak, tekrarlamaktır.

7. Fazla üretim; ihtiyaçtan fazla üretmektir.

## 2.6.2. Yalın Üretim Hedefleri

Yalın üretimin başlıca hedefleri şunlardır (Kulaç, 2003,s.5).

- %100 doğrulukta üretim yapmak.
- Sadece ihtiyaç duyulan parçaları üretmek, ihtiyaç duyulan zamanda ve ihtiyaç duyulan (talep edilen) miktarlarda üretmek.
- Sıfır hata
- Sıfır hazırlık zamanı
- Sıfır envanter
- Sıfır elle işlenen parça
- Sıfır makine bozulması
- Sıfır nezaret süresi
- Tek parçalık parti büyüklüğü

### 2.6.3. Sıfır Hata

Geleneksel görüşte belli seviyelerdeki hata kaçınılmazdır. Geleneksel üretimde hata oranları ölçülür ve hataların kabul edilebilir seviyelerde olup olmadıkları kontrol edilir. Yalın üretim ise başlangıçta ve sonuçta ortaya çıkabilecek hataların sebeplerini yok etmek için çalışır (Rother and Shook, 1999, s.40). Yalın üretimin sloganı sıfır hatadır. Dolayısıyla yalın üretimde süreçler sıfır hatalı ürünler üretmek için tasarlanmıştır.

### 2.6.4. Sıfır Stok

Stok, zamanından önce ve gerekenden fazla üretmektir. Gerekenden önce ve fazla üretmek, gerektiğinden fazla işgücü, ekipman, mekan ve enerji kullanılması anlamına gelir. Bir başka deyişle, bir firmanın stokları ne kadar fazlaysa, firmanın işçi, ekipman, mekan ve enerji giderleri de o kadar yüksek olacaktır. Stoklarını indirmeye çalışan çoğu firmanın kaygıları bu noktada yoğunlaşmaktadır (Shingo, 1988a, p.579).

Stok, üretim sürecinin tümü içinde bir bekleme ifade eder. Stoğun en önemli sakıncası, sermaye dönüşüm hızını ve buna bağlı olarak karlılığı düşürmesidir. Çünkü, stok bir yatırım türüdür. Ancak stoğa yapılan yatırım stok süresi boyunca geri dönmediği için ölü bir yatırımdır. Bu ölü yatırım bazı fırsatların kaçırılmasına neden olur. Stoğun 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, stoğu, 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. Stoğun tüm sakıncaları, yalın üretimde neden sıfır stok hedefine yönelindiğinin cevabıdır. Yalın üretim stoğu,

üretimdeki tüm olumsuzlukların kaynağı olarak görmektedir (Womack and Jones, 1998, .p.31).

Toyota üretim sisteminde “sıfır stok” ile çalışmak amaçlanmıştır. Bu şekilde, stok için harcanacak emek ve tüm maliyetler de ortadan kalkacaktır. Bunu sağlamak için ise, her iş istasyonu kendisine gerektiği kadar parçayı bir önceki iş istasyonundan çekmektedir. Her iş istasyonu bu şekilde hareket ettiği için istasyonlarda birikme olmamaktadır. Böyle olunca da gereksiz işlemlerde meydana gelmemekte ve her iş istasyonu adeta şeffaflaşmaktadır. Aksi halde gereksiz işlemlerinde yapılmasından dolayı “israf” da oluşmaktadır (Shingo, 1988a, s.580).

Endüstride, üretimi aksatmamak için stoklu çalışma tercih edilebilmektedir. Ancak bu durumda aşağıdaki problemlerle karşılaşılabilir (Womack and Jones, 1998, p.11).

- 1) Stok maliyetlerinin ürün maliyetlerine yansır.
- 2) Beklemeler (katma değer getirmeyen etkinlik ) artar.
- 3) Değişikliklerin yönetimi zorlaşır.
- 4) Kalitenin izlenmesi ve kontrolü zorlaşır.
- 5) Görsel yönetim zorlaşır.
- 6) Dengesiz iş yükleri oluşur.
- 7) Müşterinin istediği esnekliğe, maliyetlerden veya rekabet gücünden taviz verilmedikçe ulaşamaz.
- 8) Yüksek stoklar gerçek problemleri saklar ve genelde çözümleri için gayret sarf edilmez.
- 9) Yönetim tüm zamanını gündelik ve acil durumlarla uğraşmakla geçirir.
- 10) Müşteri isteklerinin çok değişken olduğu ortamlarda, ani talep

değişikliklerine hızlı bir şekilde yanıt vermek zorlaşır

#### **2.6.4.1. Envanterin Gizlediği Problemler**

Aşırı envanter bulundurmak aşağıdaki problemlerin gizlenmesine sebep olur (Kitano,1997,p.64):

- Ürünlerdeki Eksiklik(Kusur)
- Kalite
- Güvenilirlik
- Tedarikçi problemleri
- Makina arızaları
- Bozulma
- Etkinlik
- Yerleşim
- Kötü tasarım
- Ürün üretim süresinin uzun olması
- Hazırlık zamanları

#### **2.6.4.2. Sıfır Hazırlık Zamanı**

Geleneksel düşünce, hazırlık zamanlarının var olması gerektiğine ve azaltılamayacağına inanır. Geleneksel ekonomik düzenin istediği üretim miktarı ve ekonomik üretim miktarlarının formülleri, hazırlık zamanlarının maliyetleri ile envanter maliyetlerinin yer değiştirilerek elden çıkarılması ile oluşturulur. Yalın düşünce, hazırlık zamanlarının azaltılmasının önemini

belirtmektedir. Eğer hazırlık zamanı sıfıra indirilebilirse, optimal üretim büyüklüğü bir olur (Rother and Shook, 1999, p.48). Bir üretim hattında bir model ürünün üretilmesinin ardın diğer bir modelin üretilmesine geçmek için ihtiyaç duyulan süre kısa olmalıdır. Yalın üretime göre bu hazırlık için geçen zaman, makina ve insanların beklemesinden dolayı kayıptır.

#### **2.6.4.3. Sıfır Çevrim Zamanı**

Yalın üretimde çekme sisteminden dolayı küçük partilerde üretim yapılmaktadır ve hazırlık zamanları kısadır. Bu sebeple üretim sistemleri esnek olarak tasarlanmıştır. Bir ürünü üretmek için gerekli zaman olan çevrim zamanı doğal olarak kısaltılmaya çalışılır.

## **2.7. Yalın Üretimin Diğer Üretim Sistemleri ile Karşılaştırılması**

Günümüzde üretici ve tüketici arasındaki ilişkiler karmaşıklaşmış, tüketicinin tatmini ön plana çıkmıştır. Tüketicilerin gereksinimlerinin karşılanması için firmalar arasındaki rekabet 1980'li yıllara oranla çok daha yoğunlaşmıştır. Böyle bir ortamda üretim sistemlerinin ve yönetim düşünce tarzlarının sürekli yenilenmesi ve gelişmesi doğal bir gereksinim haline gelmiştir. Bu yeniden yapılanma sürecinde benimsenen üretim sistemlerinin kontrol alanı, iş standardizasyonu, stoklar, üretimin yapısındaki gereksiz unsurlar, onarım alanları, ekip çalışması açısından karşılaştırmasını göstermektedir (Murata and Harison, 1995, p. 65).

Tablo 2.1 Yıllar İtibariyle Üretim Sisteminin Özellikleri

| Üretim                                  | Zanaatlar<br>Dönemi<br>(1900+) | Fordizm (1920'li<br>yıllar)         | Fordizm<br>Sonrası<br>(1960'lı yıllar) | Yalın Üretim<br>(1980+)          |
|---|--------------------------------|-------------------------------------|--|----------------------------------|
| İş Standardizasyonu                     | Düşük                          | Yüksek<br>yöneticiler<br>tarafından | Yüksek<br>yöneticiler<br>tarafından    | Yüksek,<br>Ekipler<br>tarafından |
| Kontrol Alanı                           | Geniş                          | Dar                                 | Dar                                    | Orta                             |
| Stoklar                                 | Büyük                          | Orta                                | Büyük                                  | Küçük                            |
| Üretim yapısındaki<br>gereksiz unsurlar | Büyük                          | Büyük                               | Büyük                                  | Küçük                            |
| Onarım alanları                         | Küçük                          | Küçük                               | Büyük                                  | Çok küçük                        |
| Ekip çalışması                          | Orta                           | Düşük                               | Düşük                                  | Yüksek                           |

(Kaynak: Muratta and Harison, 1995, p.65)

Yalın üretim çok daha fazla profesyonel yeteneğin öğrenilmesini ve bunların katı bir hiyerarşiden ziyade yaratıcı bir şekilde bir takım atmosferi içerisinde uygulanmasını gerektirmektedir. Bunun bir sonucu olarak da yalın üretimde herkes bilgi ve yeteneklerini ortaya koymak ve başkaları ile paylaşmak durumundadır. Bu ve buna benzer özellikler yalın üretimi seri üretime göre daha esnek, yeniklere açık ve üretken bir sistem haline dönüştürmektedir (Murata and Harison, 1995, p.66).

Yalın üretim; işletmede gereksiz aşamaları elimine etmek, sürekli akan faaliyetlerin tüm aşamalarını sıraya dizmek, işleri ile ilgili çapraz fonksiyonel ekiplerde yeniden kombine etmek ve iyileşme için sürekli faaliyetlerde bulunmaktır. Ürün tasarımında, fabrika organizasyonunda ve işletilmesinde, ikmal zincirinin koordinasyonunda, müşteri ilişkilerinde, yönetim kademelerinde vs. yalın üretimin fonksiyonel anlamda çalışan öğeleri vardır.



Bu nedenle yalın üretim; gerçekte liderlik, ekip çalışması ,iletişim gibi yönetsel konularla yakından ilişkilidir (Murata and Harison, 1995, p.67).

Çalışanların üretim ve yönetime katılmasının büyük önem taşıdığı yalın üretim; kalite çemberlerinin oluşturulmasını gerektirir. Aynı alanda çalışan ve düzenli aralıklarla toplanarak kendi işleriyle ilgili sorunları çözmeye çalışan bu çalışma grupları yalın üretim felsefesinin köşe taşlarının bir diğerini oluşturmaktadır (Murata and Harison, 1995, p.77).

Yalın üretim ,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 ve 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 üretir.Yalın üretim ile kitle üretimi arasındaki temel farklılıklar Tablo 2.2 de gösterilmiştir.

Tablo 2.2: Yalın Üretimin Kitle Üretimiyle Karşılaştırılması

|                 | KİTLE ÜRETİMİ  | YALIN RETİM  |
|-----------------|--|--|
| Müşteri Tatmini | Mühendislerin istediği ;büyük miktarlarda ve statiksel olarak kabul edilebilir bir kalite seviyesinde üretim | Müşterilerin istediği ; sıfır hata , zamanında ve sipariş ettikleri miktarda üretim                          |
| Liderlik        | Yetkililerin komutasında ve baskısıyla sağlanan bir liderlik   | Geniş vizyon ve geniş bir katılımı sağlanan bir liderlik   |
| Organizasyon    | Bireycilik ve askeri tip bürokrasi   | Takım bazlı operasyonlar ve düz hiyerarşiler   |
| Dış ilişkiler   | Ücrete dayalı  | Uzun dönemli ilişkilere dayalı   |
| Bilgi yönetimi  | Müdürler tarafından ve yine kendileri tarafından üretilen soyut raporlara dayalı,zayıf bilgi yönetimi        | Tüm personel tarafından sağlanan görsel kontrol sistemine dayalı zengin bilgi yönetimi                       |
| Kültür          | Sadakat kültürü ve itaat; yabancılaşma ve çalışanların çekişmesinin alt kültürü                              | İnsan kaynaklarının uzun dönemli gelişmesine bağlı uyumlu bir kültür   |
| Üretim          | Büyük,ölçekli makineler,fonksiyonel çıktı, minimal yetenek,uzun üretim periyotları, büyük envanter           | İnsan-ölçekli makineler, hücre tipi çıktılar ,çoklu yetenek ,ek parça akış, sıfır envanter                   |
| Bakım           | Bakım uzmanları tarafından yapılan bakım   | Üretim, bakım ve mühendislikte ekipman yönetimi  |
| Mühendislik     | Müşterilerden gelen az bir katkı , üretim gerçeklerine çok az uyan izole edilmiş deha                        | Müşterilerden gelen büyük katkı, ürün ve üretim prosesinin dizaynının sürekli gelişimi,<br>takım bazlı model |

(Kaynak: Muratta and Harison, 1995, p.69)

## 2.8. Yalın Üretimde Tedarik Zinciri

Yalın üretimin farklılıklarının incelenmesi hususunda sistem, temelde iki "alt sistem"den oluşmaktadır. Her ikisi de aynı felsefenin ürünü olarak doğmuş ve gelişmiş; birbirleriyle de ilişkili olan bu alt sistemler (Okur, 1997, p.28).

1) Üretime “dar” anlamıyla yaklaştığımızda, yani herhangi bir fabrikanın iç işleyişi ve organizasyonuna bakıldığında görülen teknikler, ilkeler, modeller;

2) Günümüzde giderek daha da önem kazanan yan sanayilerin üretime entegrasyonu; ana sanayi-yan sanayi ilişkilerinde gözlemlenen teknikler ve ilkeler olarak tanımlanabilir.

Toyota, 1950’lerdeki talep artışına cevap vermek için, Toyota parça ikmaline yeni bir yalın üretim yaklaşımı yerleştirmeye başladı. İlk adım, yan sanayicilerin montajcıya olan kanuni veya şekli ilişkisi ne olursa olsun, yan sanayicileri işlevsel kademeler halinde organize etmektir (Rother and Shook, 1999, p.87).

Her kademedeki firmalara değişik sorumluluklar verilmişti. İlk kademe yan sanayiciler yeni bir ürünün geliştirilmesinde ürün geliştirme ekibinin tümleşik bir parçası olarak çalışmaktan sorumluydular. Her ilk kademe yan sanayici; kendi altında ikinci bir yan sanayiciler kademesi oluşturmaktadır ve ikinci kademedeki şirketlere tek parçaların fabrikasyonu işi verilmekteydi. İkinci kademe yan sanayicilerin hepsi imalat süreçlerinde uzman oldukları ve belirli bir tip parça için rekabet içinde olmadıklarından, onları, imalat tekniklerindeki ilerlemeler hakkında bilgi alışverişinde bulunabilecekleri bir yapı içinde toplamak kolaydı (Rother and Shook, 1999, p.88).

Tüketim problemini artıracak, serbest pazarın etkinliğini azalttığı ve şirket yapısını yıkıma uğratacak gerekçesi ile yalın tedarik uygulamalarına günümüzde eleştiriler getirilmektedir (New and Ramsay, 1997, p.93).

Yalın tedarik gerçeğe geçirilebilmesi için üretime girdi teşkil eden parça ve malzemelerinde yalın olarak satın alınması gerekmektedir. Günümüzün rekabetçi ortamında satın alma bölümlerinin rolü de değişmektedir. Müşterilere verilen sözlerin tutulabilmesi için üretim yöntemleri ve teknolojilerinin geliştirilmesinin yanında istenen özellikteki malzemenin en ucuza satın alınması gerekmektedir. Parçaların, ürünlerin ve malzemelerin tam zamanında ve kaliteli bir şekilde temin edilebilmesi için satın alma

departmanı aktif ve etkin bir rol alması gerekmektedir. Çünkü yalın satın almada küçük partilerde ve sık teslimat yapılmaktadır. Yalın tedarik başarılı olabilmesi için tek bir kaynaktan malzeme temini yapılması gerekmektedir. Fakat bu durum beraberinde bir takım riskleri beraberinde getirmektedir. Eğer yan sanayide bir problem olursa parça temininde sıkıntı yaşanabilmektedir (Barla, 2003, s.451).

1980'li yıllarda Kuzey Amerika'ya yatırım yapan Japon otomotiv şirketleri başlangıçta otomobil parçalarını Japonya'dan getirtmekteydi. Fakat daha sonraları Amerikalıların ve Japonların sahip olduğu Amerika'daki yerel yan sanayiden parça almaya başlamışlardır. Bu süreçte Honda'nın da içinde bulunduğu bazı otomobil firmaları kendi personelini yan sanayilerine göndererek yalın üretimi öğretmeye çalışmışlardır (MacDuffie and Helper, 1997, p.141).

## **2.9. Yalın Değişimde Kullanılabilecek Araçlar**

İşletmelerin, yalın üretim için yalın değişimi gerçekleştirirken, uygulamada kullanabilecekleri bazı önemli araçlar şunlardır (Stuedel ve Desrualle, 1991, p.78):

- Basit stratejiler,
- Basit yönetim kuralları,
- Kesintisiz bir organizasyon,
- Yoğun eğitim ve sürekli gelişme,
- Ekip çalışması,
- Serbest kıyafet sistemi,
- En iyiler, en kötüler seçimi,
- Paydaşlarla kâr paylaşımı,

- Değişik ücret skalası,
- Görsel kontrol,
- Çalışan memnuniyeti anketleri,
- İletişim yönetimi,
- Ödül-prim sistemleri,
- Öneri sistemi,
- Beyaz yakalıların üretimin içinde olması,
- Şirket değerlerinin oluşturulması,
- İşten çıkarma ve işe almaların zorlaştırılması,
- Her zaman, her yerde şeffaflık ve dürüstlük.

## 2.10. Yalın Üretimin Uygulanması

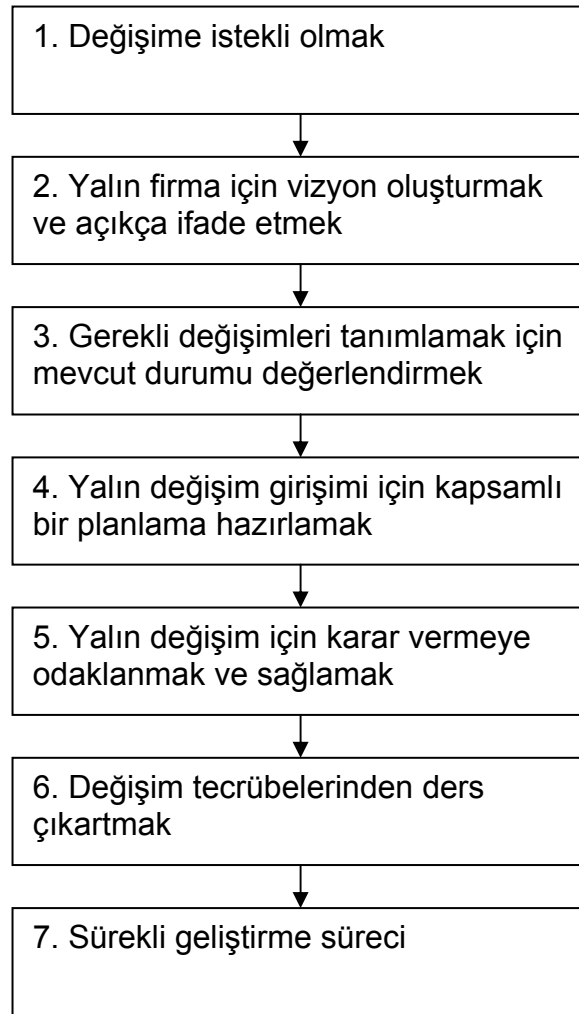
Yalın üretimi uygulamak için etkin bir programa başlamak dikkatli bir planlama, tasarım ve istenen gelişmeleri sağlamak gerekli iş değişikliklerini gerçekleştirmeyi gerektirir. Uygulamanın başarıya ulaşması için üst yönetimin yalın üretimi anlaması ve liderlik yapması gerekir. Uygulamaya pilot üretim hattından başlayıp daha sonra tüm diğer hatlara yayılması gerekir (Donovan, 1996, p.2).

Günümüzde sanayi çevrelerinden akademisyenlere kadar, dünyanın “en iyi uygulaması” olarak değerlendirilen yalın üretim her şeyden önce bir potansiyeller bütünüdür ve potansiyelin gerçeğe dönüşmesi tümüyle uygulama sürecinin başarısına bağlıdır. Kısmen Japonya da dahil olmak üzere birçok ülkede yalın üretime göre yeniden örgütlenme çalışmaları başlatan bazı firmalar, sistemin kimi bileşenlerini bünyeye alıp, kritik ya da “olmazsa olmaz” birçok başka konuya dikkat etmemekte, yani kısmi düzenleme ya da iyileştirmelerle yetinmektedirler. Çoğunlukla, adapte

edilmesi daha kolay olan kalite çemberleri, iş rotasyonu gibi uygulamaları bünyeye almakla yetinilmekte, ya da yan sanayi ile “tam zamanında sevkiyat” uygulamalarına girilmekte ancak buna karşılık, sistemin bütünü içinde “olmazsa olmaz” önemdeki, “tam-zamanında üretim” ve yönetim anlayışına karşı çoğu kez kayıtsız kalınabilmektedir (Womack and Jones, 1998, p.135).

İyi bir yol haritasına sahip olmak, değişim sürecini gerçekleştirmek için çok önemli olacaktır. Öncelikle firma yalın organizasyona dönüşümde ihtiyaç ve isteklerine karar vermelidir. Bu yol haritası yalına dönüşümü yöntemsel ve fonksiyonel açıdan iyi bir şekilde özetler. Yol haritaları için basit bir anlatım Şekil 2.1’deki gibi özetlenmektedir (Jordan and Michel, 2001, p.38).

Şekil 2.1 Yalın firmaya etkin dönüşüm süreci



(Kaynak: Jordan and Michel, 2001, p.38)

Yalın üretim uygulamalarında kısmi düzenlemelerle yetinmek, bir yandan elde edilecek kazancın çok küçük olmasına, öte yandan da bazı kesimlerin zarar görmesine neden olur. Yalın üretim tüm öğeleriyle bir bütündür, ve “potansiyel” yararlarının ortaya çıkması, ancak bir bütün olarak kavranıp uygulanmasına bağlıdır . Yalın işletmelerin, sistemin bu boyutunun farkında olmaları önemlidir ve gereklidir. Kısmi uygulamalarla yetinilmesinin en başta gelen nedeni hiç kuşkusuz, firma yönetimlerinin yerleşmiş, alışılmış bir sistemi bütünüyle değiştirmenin gerektireceği çabayı göze alamamalarıdır. Firma üst yönetimleri birçok kez yalın üretimin karşısında ciddi bir engel oluşturmuştur. Bir başka neden ise, işletmelerin yalın uygulamalar konusunda kendilerine güvenememeleridir. Ancak bir sanayi hangi ülkede, hangi gelişmişlik düzeyinde bulunursa bulunsun, “en iyi uygulamacı” konumuna gelmeyi hedeflemek ve çalışmalarını bu hedefe göre ayarlamak zorundadır . Çünkü, gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkelerde yer alan birçok firmanın deneyimlerinin gösterdiği gibi, gerçek ilerleme ancak topyekün değişimi göze almakla mümkün olabilmektedir (Womack and Jones, 1998, p.141).

## 2.11. Yalın Üretimin Getirileri

Yalın üretime başlamadan önce şirketlerin üst yönetimlerinde bu yöntemin işe yarayıp yaramayacağı ve yapılan yatırımın geri alınıp alınamayacağı konusunda kaygıları vardır. Yalın üretime geçen bazı şirketlerde stratejik vizyon eksikliği, yetersiz uygulamalar, liderliğin zayıf olması, hatalı yalın takımının seçimi ve orta kademe yöneticilerin çalışmalara katılmamaları gibi sebeplerle istenilen faydalar elde edilememiştir. Fakat yapılan araştırmalarda yalın üretim tekniklerine ve öğretilerine uyum arttıkça yalın üretimin şirkete katkısı da artmaktadır (Donovan, 2007, p.7).

Yalın üretim uygulamasının ilk altı ayında bir mekanik ekipman üreticisinde hat doluluğunda %58'den %97'ye yükselme, fabrikada üretilen ürün sayısında %12'lik bir artış, kârlılıkta ise %70 bir artış kaydedilmiştir (Donovan, 2007, p.8).

Yalın üretim uygulamasının dördüncü ayında metal ürün üreten bir firmada ise sipariştten teslimata kadar olan zaman altı hatadan sadece iki güne inmiş, stok ihtiyacı %40 düşmüş ve brüt kar oranı %12 artmıştır(Donovan, 2007, s.8).

Yalın üretimi uygulayan elektronik ürün üreten bir firmanın uygulamaya başlamasından 1 yıl sonra sipariştten teslimata kadar geçen süre %80 düşmüş, servis performansı iki kat iyileşmiş ve iade ürün oranları %90 oranında düşmüştür(Donovan, 2007, s.9).

Tablo 2.3'de yalın üretim uygulayan şirketlerin 6,12 ve 18 ay uygulama sonucu şirket performanslarındaki iyileşmeler gösterilmiştir. (Donovan, 2007, p.12).

Tablo 2.3 Yalın üretim uygulamasında getiriler

| <b>Yalın üretimden ne beklenmeli?</b>         |                          |              |              |
|---|--------------------------|--------------|--------------|
| <b>Ölçüt</b>                                  | <b>En az beklentiler</b> |              |              |
|   | <b>6 ay</b>              | <b>12 ay</b> | <b>24 ay</b> |
| <b>Sipariştten teslimata kadar geçen süre</b> | 33%+                     | 50%+         | 70%+         |
| <b>Stoktaki azalma</b>                        | 25%+                     | 40%+         | 60%+         |
| <b>Malzeme maliyetindeki azalma</b>           | 3%+                      | 5%+          | 10%+         |
| <b>Üretilebilen ürün sayısındaki artış</b>    | 5%+                      | 10%+         | 20%+         |
| <b>Siparişleri tam zamanında karşılama</b>    | 90%+                     | 95%+         | 99%+         |

(Kaynak: Donovan and Michael, 2007, p.12)



### 3. YALIN ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Yalın Üretim Sistemi'nde uygulanan teknikler topluca şunlardır (Womack and Jones, 1998, .p.87):

1. 5S (Endüstriyel ortamda düzen ve temizlik),
2. Kanban Sistemi,
3. Karışık Yükleme ve Üretimde Düzenlilik,
4. Tek-Parça Akışı,
5. Makinalar/Atölyeler Arası Senkronizasyon,
6. U-Hatları,
7. Poka-Yoke,
8. Toplam Üretken Bakım,
9. Kalite Çemberleri,
10. Tam Zamanında Üretim,
11. Hızlı Kalıp Değişimi.

Bir işletmede yalın üretim yöntemlerine başlamada ilk adım 5S olmalıdır. Çünkü düzen ve tertipli olan bir yerde kayıplar daha rahat görülebilir. Bu sebeple yalın üretim tekniklerine anlatmaya 5S ile başlanacaktır.

### 3.1. 5S (Endüstriyel ortamda düzen ve temizlik)

Japonca' da Seiri (Sınıflandırma), Seiton (Düzen), Seison (Temizlik), Seiketsu (Standartlaşma) ve Shitsuke (Disiplin) kelimelerinin baş harflerinden oluşan ve işyerinde temizlik ve düzenin sağlanması faaliyetlerini kapsayan bir tekniktir (Monden, 1993, p.23)

5S' te ilk adım olan sınıflandırma, gereksiz araç-gereç ve elemanların gereklilerden ayrılması ve bunların yok edilmesini kapsar (Hirano, 1990, p.37). Gereksiz her eleman yer tutacağından ve hata riskini arttıracığından yok edilmelidir.

Düzen adımında gereksiz olanlar sistem dışına alındıktan sonra geri kalan her türlü araç-gereç, takım, malzeme kolayca erişilebilecek ve kullanım kolaylığı sağlayacak biçimde düzenlenir (Hirano, 1990, p.37). Bu sayede gerekenler, istenildiği zaman bulunabilmekte ve araç-gereçleri aramak için zaman kaybedilmemektedir. Buradan da anlaşılacağı gibi temel amaç israfın oluşumunun engellenmesidir.

Üçüncü adım temel temizlik işlerinin günlük olarak ve aksatılmadan yürütülmesini kapsar (Monden, 1993, p.23). Yerlerin süpürülerek, silinerek temizlenmesi, pencerelerin silinmesi, duvarların boyanması yolu ile etraftaki pislik, kir ve tozlar ortadan kaldırılır. Bu çalışmalar sayesinde toz vb. artıklar nedeniyle makinalarda meydana gelen arızalar engellenir; temiz ve parlak yüzeyler üzerinde hatalar daha çabuk fark edilir.

Dördüncü adımda standartlaşma sağlanır. Diğer bir deyişle yukarıda açıklanan ilk üç adım sonucunda elde edilen temiz ve düzenli ortamın sürdürülmesi için yöntemler ve standartlar oluşturulur (Hirano, 1990, p.37).

Beşinci ve son adımda temizlik-düzen konusunda Disiplin sağlanır. Yani oluşturulan temiz ve düzenli ortamın sürdürülmesi için gereken faaliyetler benimsenir ve herkesin hayatının bir parçası haline gelir (Hirano, 1990, p.37). Bu amaçla yöneticiler, çalışanlarını hatanın engellenmesi için yeni

yöntemler, kurallar geliştirmeye ve uygulamaya teşvik etmelidir (Monden, 1993, p.23).

Endüstriyel Düzen- Temizlik' in faydalarından bazıları şu şekilde sıralanabilir: Hataların daha çabuk ve kolay fark edilmesi sayesinde kalitenin iyileştirilmesi , israfların yok edilmesi sayesinde maliyetlerin düşürülmesi, teslimatların tam zamanında gerçekleştirilmesi, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının azalması, takım, kalıp ve araç-gereçlerin yerleşiminin düzenlenmesi sayesinde hazırlık sürelerinin kısaltılması (Hirano, 1990, p.37).

### 3.2. Kanban Sistemi

Kanban Japonca'da kart, ilan tahtası veya işaret anlamındadır. Terim genellikle kartın kendisi ve malzeme için kullanılır (Tapping, 2003, p.40). Süreç akışında önceki aşamalara üretim ve teslimat sinyali vererek çekmeyi düzenleyen, parça kutularına ilişitirilmiş kartlardır (Womack and Jones, 1998, p.464). Kanban esas olarak çeşitli iş alanları arasında en basit ve en direkt iletişim biçimidir (Ohno, 1998, p.194).

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. (Womack and Jones, 1998, p.87)

Üretim kontrol sistemleri, çeken sistemler ve iten sistemler olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Klasik sistemler iten sistemlerdir; üretim ve envanter kontrolü tahmin edilen talep değerleri doğrultusunda hazırlanan üretim çizelgeleri ile yapıldığı için iten sistemler olarak adlandırılır. Bu

sistemde üretim süreçleri, bir sonraki sürecin ihtiyacını karşılayacak şekilde üretim yapar. Fakat bu sistemlerde, üretim süreçlerinden birinde oluşan bir sorundan veya talepteki tahminlerden kaynaklanan dalgalanmalara uyum sağlamak kolay değildir. Üretim hızını etkileyen bu değişiklikler doğrultusunda çizelgelerin yeniden gözden geçirilmesi ve ilgili birimlere gönderilmesi gerekmektedir. Bu da zaman alıcı olduğundan iten sistemlerde stok bulundurarak değişikliklere adapte olunur. Dolayısıyla bu sistemlerde yüksek ara stok bulundurmamak kaçınılmazdır (Womack and Jones, 1998, p.119).

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. Taiichi 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 gerekecek 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. “Çekme” olayının başladığı yer son montaj hattıdır ve bu hattan başlayarak parçalar atölyeden atölyeye, ya da yan sanayiden ana sanayi fabrikasına doğru çekilirler.

Üretimin tam zamanında gerçekleştirilebilmesi için tüm proseslere, ne zaman ve ne kadar üretim yapacaklarını zamanında bildiren bir bilgi sisteminin kurulması gereklidir. Tam zamanında üretim sistemlerinde ve grup teknolojisinde bu işlevi gerçekleştiren “kanban” sistemidir. Kanban sistemleri, basit bir sistem mantığıyla çalışan ve manuel uygulandığından düşük yatırım maliyetine sahip olan sistemlerdir (Shingo, 1988, p.112-116).

Kanban, bir hattın dengelenmesinden ve tasarlanmasından sonra yapılır. Standartlaştırma ve süreç kontrolünde son adımdır. Kanban sistemini etkili yapmak için birkaç kural vardır. Bu kurallar aşağıdaki gibidir (Tapping, 2003, p.40):

1. Çıktı süreçleri girdi süreçlerinden parça çeker.
2. Girdi süreci sadece çekilen malzemeyi üretir.
3. Sadece %100 hatasız ürünler gönderilir.
4. Her zaman farklı süreçler ve operasyonlardaki akışın değişkenliği ortadan kaldırılmaya çalışılır.
5. Kanban kartları görsel kontrolü sağlamak için ürünlerle birlikte taşınır.
6. Kanban kartının sayısı süreç-içi çalışma envanterinin miktarını belirler.
7. İyileştirmeleri güçlendirmek için dolaşımdaki kanban sayısı azaltılmaya çalışılır.

Sonuç olarak kanban yönteminde ıskartaya, arızaya ve uzun hazırlık sürelerine yer yoktur. Tam anlamıyla sıfır stok seviyesinin gerçekleştirilmesi için sistemin yapısında görülen hatalı parça üretimine sebep olan bütün problemlerin giderilmesi gerekir. Bu sistem, her sürecin tek bir parçayı üreten bir sonraki istasyona birer birer aktardığı, ekipman ve süreçler arasında tek parçalık güvenlik stoğunun bulunduğu bir sistemdir. Kanban uygulamasında başarılı olan şirketlerin işçilik verimliliğinde %30'luk artış, stok düzeylerinde %60 ve ıskarta oranlarında %90 azalma, fabrika alanının kullanımında %15 tasarruf sağladıkları görülmüştür (Cesur, 1997, p.144).

### **3.3. Karışık Yükleme ve Üretimde Düzenlilik**

Japon üreticiler ve Türkiye de dahil olmak üzere pek çok otomobil firması, aynı son montaj hattında "karışık yükleme" yani değişik modelleri birbiri ardı sıra monte etme yöntemini kullanmaktadırlar. Karışık yüklemenin birincil ve en önemli işlevi, üretimin talep değişikliklerine hesapta olmayan bitmiş ya da işlenmekte olan ürün stoğu ile karşılaşılmasıyla 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 (Sapançalı, 1998, p.62).

Ancak, karışık yükleme uygulamasında dikkat edilmesi gereken bir püf nokta vardır. Kanbanlar kanalıyla yan sanayinin ya da fabrika içi atölyelerin tam zamanında 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 stok bulundurmamak 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 palet çıkarırsa, önceki istasyonlarda fazladan 3'er palet (stoksuz çalışıldığında) bulunmayacağına göre, üretim hemen aksayacaktır (Sapancalı, 1998, p.83). Üretimin aksamaması için getirilebilecek tek çözüm, önceki istasyonlar ve yan sanayilerin işlenmekte olan ürün stoğu bulundurmalarıdır.

Yalın üretim sisteminde, yan sanayi ile genellikle kanban kartlarıyla çalışılmasına karşın, bazı büyük parçaları üreten yan sanayiler(ve fabrika içi atölyelerle kanban yerine, o günkü karışık yükleme ve üretimde düzenlilik sisteminin, yan sanayi firmalarına bilgisayar yoluyla gönderilmesi yoluna da gidilmektedir. Ancak kanban, pahalı ve amaca uyma esnekliği kuşkulu bir bilgisayar sistemi yerine, yüzlerce üretim birimi arasında istenilen dakikliği ve senkronizasyonu sağlayabilen, üretimdeki tüm olası değişiklikleri, ana sanayi firmasının kendi iç istasyonları kadar, yan sanayi firmalarına da otomatikman yansıtabilen, yan sanayi firmalarını çok kısa bir sürede, ana sanayi üretimine uyum sağlayacak düzeye getirebilen, üstelik ucuz ve kolay uygulanabilme özelliğine sahip tek tekniktir (Monden, 1983, p.55).

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 miktarlarda çıkarılması esasına göre çalışılır. Karışık yükleme düzeninin ne olacağını tayin eden ise, müşteri talep miktarı ve bileşimidir (Sapancalı, 1998, s 92).

### 3.4. Sürekli Akış (Tek-Parça Akış)

Üretilcek olan parçaların işlenme akışına göre; bir parçanın son şeklini alması için gerekli olan tüm makinelerin herhangi bir atölye içinde birbirlerini takip edecek şekilde yerleştirilmelerine “süreç bazlı hat” denilmektedir. Bu hat içerisinde üretilmekte olan parçaların bir önceki süreç için gereken makineden sonrakinde kullanılacak makineye süreçler arasında beklemeden aktarılmasına da “tek parça akışı (one-piece flow)” adı verilmektedir. Taichi Ohno'nun Ford üretim sistemi içindeki son montaj hattından esinlenerek oluşturduğu tek parça akışı hedefine ne oranda ulaşırsa, toplam işlem zamanı da o oranda azalacak ve işçilik maliyetleri de o oranda düşecektir. Tek parça akışının tıpkı diğer tekniklerde de olduğu gibi hem fabrika içi atölyelerde hem de yan sanayilerde uygulanması zorunludur. Ancak bu şekilde bir sonraki ürün grubuna monte edilecek tüm parçalar aynı anda üretilbilir ve aynı anda son montaj hattına teker teker ulaşabilirler (Monden, 1983, 68).

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 miktarlarla çalışılabilmeleri, tahmin edileceği gibi bazı ön koşullara bağlıdır. Bu koşullar (Çevik, 1998, s.93):

- \*Üretkenlik çok yüksek olmalıdır,
- \*Üretim zamanlarının çok kısa olmalıdır,
- \*Üretim akışı içinde bekleme olmamalıdır

Yalın üretimin, gereksiz yere zaman harcamalarına bulduğu çözümlerden biri, herhangi bir atölye içinde bir parçanın nihai halini alması için gerekli olan tüm makinaların, parçaların işlenme akışına dayanarak ardışık bir sırada 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 miktarının bir adete indirilmesiyle stoğun “sıfırlanması” olarak da tanımlayabiliriz (Çevik, 1998, s.93).

Tek-parça akışı Taiichi Ohno'nun eseridir. Ohno, Ford üretim Sistemini incelerken, sistemin en etkin ve yararlanılabilecek ögesinin son montaj hattı olduğunu düşünür. Son montaj hattında arabalar bir süreçten diğerine, yedek araba stoğu olmaksızın, ilk süreçte yapılması gereken işler tamamlanır tamamlanmaz, yani beklemeden ve her zaman birer adet halinde aktarılmaktadırlar. Ohno, günümüzde dahi çoğu üreticide sadece son montaj hattında kullanılan bu sistemin, aslında son montaj hattıyla kısıtlı olması gerekmediğini, tüm fabrika içinde ve atölyelerin kendi içlerinde de bu sistemi uygulayabileceğini, böylece stok olayının tümüyle yok edilebileceğini fark etmiştir (Çevik, 1998, s.98).

### **3.4.1. Sürekli Akış Sisteminin Uygulanması**

Stoksuz çalışmanın temel koşullarından biri olan tek-parça akışı, yalın üretime göre çalışan fabrikaların hem kendi atölyelerinde hem de yan sanayilerinde aynı anda, senkronize olarak gerçekleşir. İdeal olarak gerçekleştirilmek istenen, karışık yükleme, üretimde düzenlilik ve kanban kartlarıyla çekiş sistemine göre, bir sonraki ürün grubuna monte edilecek tüm parçaların, aynı anda ya da kısa aralıklarla üretilmeleri, aynı anda ya da kısa aralıklarla son montaj hattına teker teker ulaşmalarıdır. Yani yapılan iş, tek tek her bir parçanın hiç beklemeden bir süreçten diğerine geçmesi ve yine aynı anlayışla, parça eğer montaj da gerektiriyorsa, hemen atölye içi montaj hattına ve nihayet oradan da ürünün son montaj hattına iletilmesidir (Çevik, 1998, s.102).

Tüm bu akış bütününe belirgin bir püf noktası vardır. Bu nokta, tüm üretim olayının büyük bir son montaj hattına dönüştürülmesidir. Geniş anlamda tek-parça akışı, son montaj hattı uygulamasının, tüm üretim



istasyonlarını kapsayacak ve tüm üretim istasyonlarını birbirlerine son montaj hattı anlayışıyla bağlayacak şekilde genişletilmesidir.

Tek-Parça Akışın bir çok değişkeni olmasına karşın, katı ve zor uygulanan kuralları yoktur. Yalnızca uygulama deneyimi için rehberliğe ihtiyaç vardır. Sistemin ana değişkenleri şunlardır (Çevik, 1998, s.112):

- Personelin seçimi, eğitilmesi, kapasite ve yetenek derecesi
- Ürün montajının kompleksliği ve değişkenleri
- Teknoloji/proses karışıklığı
- Personel, teknoloji ve iş içeriği arasındaki denge.

### **3.4.2. Sürekli Akış Sisteminin Yararları**

Sürekli akış çalışmanın avantajları şunlardır (Tapping, 2003, p.18):

- Sıfır veya minimum envantere sahip olma yoluyla hedef zamanı kısaltma yeteneği sağlar.
- Hataları ve/veya problemleri müşterilere geçmeden belirlemede kolaylık tanır.
- En çok ihtiyaç duydukları yerde çok-fonksiyonel çalışanların bulunabilirliğini sağlar.
- Daha az deneyimli operatörlerle akışı sürdürmeye yönelik standart işi kullanma yeteneği sağlar.

Tek-parça akışına ne kadar yaklaşılr, parçaların süreçler arasındaki bekleme süreleri ne kadar düşürülürse, toplam işlem zamanı da o kadar azalacak. Yani, üretim o kadar daha kısa süre içinde gerçekleştirilebilecektir.

Ayrıca bu sistemde, aynı miktar ürün/parça çok daha kısa sürede üretilbileceği için, işçilik maliyetleri açısından da önemli boyutlarda tasarruf edilebilecektir (Çevik, 1998, s.112).

### **3.5. Makinalar Ve Atölyeler Arası Senkronizasyon (Eş Zamanlılık)**

Süreç bazlı hat kurulup, tek parça akışına geçildikten sonra, halen yalın üretim için uygunsuz bir durum mevcuttur. Hattaki makineler aynı süre içinde aynı miktarda işlemiyorlarsa ve makineler hiç durmadan bu şekilde çalışıyorsa, parçalar daha fazla üretim yapılan makineden dolayı birikme yapacaktır. Bu da tek parça akışını engelleyecektir. Süreç bazlı hatların fonksiyonel bir biçimde kullanılabilmesi için hattı oluşturmakta olan makinelerin bir işlemi tamamlayabilmeleri için gerekli olan sürelerin de birbiriyle uyumlu olması gerekmektedir. Bu da ancak hattaki makinelerin senkronizasyonu ile gerçekleştirilebilir (Shingo, 1988, p.355).

Tek-parça akışının gerçekleştiği süreç-bazlı hat, makina ya da hat yani stoğun 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 çalışılırsa, sonraki makinanın yanında öncekinden gelen parçalar giderek artan miktarlarda birikmeye başlayacaklardır. Bu durumda “beklemesiz” üretim olan tek-parça akışı gerçekleşemeyecektir(Acar, 2002, s.80).

İşte yalın üretimde bu sorun, hattaki makinaları birbirine senkronize ederek, yani tüm makinaların aynı süre içinde aynı miktarda parça işlemeleri

sağlanarak çözülmüştür. Kapasitesi yüksek olan, yani herhangi bir parçayı işleme süresi diğerlerinden kısa olan makinalara, belli 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 hazırlıkta, 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 (Acar, 2002, s.86).

Çoğu kez, makinalar arası yığılmaları önlemek için, belli bir hatta kapasitesi yüksek bir makina varsa, bu makinadan bir sonraki prosesi gerçekleştiren makinaların sayısını artırma yoluna gidilmektedir. Oysa, yalın üretimde hakim olan anlayışa göre, kapasitesi düşük makinaların verimi, o gün içinde gerçekleştirilmesi gereken ürün miktarının tutturulması için yeterliyse, bu durumda gereksiz ürün üretmek yerine yüksek kapasiteli makinalar toplam-iş denetimi tekniğiyle düşük kapasiteli makinalara adapte edilmelidir. Bu açıdan çoğu firmada, yalın üretimde gördüğümüz yaklaşımın tam tersi bir anlayış ve düzenleme uygulandığından, toplam iş denetimi tekniği ilk başta yadırganabilmektedir (Sapançalı, 1998, s.61).

Yalın üretimde toplam-iş denetiminin yanı sıra, makinalardan tam kapasite verim elde edilebilmesi için de çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalardan birincisi, düşük kapasiteli makinaların kapasitelerini artırıcı modifikasyonlara gitmek şeklindedir.

İkinci ve en önemli yöntem ise, kullanılan makinaların fabrikaların kendi bünyelerinde imal edilmeleridir. Bu sayede, makina maliyetleri düşürülebilmektedir. Gerçekten de, örneğin Toyota ve yan sanayilerinde kullanılan birçok makina dışarıdan alınma değil, kendi içlerinde imal edilen makinalardır. Böylelikle, bir yandan kapasiteleri birbirine yakın makinalar tasarlanabilmekte, dolayısıyla senkronizasyonda toplam iş denetimi gerekliliği azalmakta; öte yandan da toplam-iş denetimi uygulandığında,

makina maliyetleri düşük olduğundan, “verim” kaygısı çok fazla olmamaktadır.

Yalın üretimde tek parça akışı anlayışının atölyelerle sınırlı kalmayıp atölyeler arası akışa da uyarlanması gibi, senkronizasyon da sadece tek bir atölye içindeki süreç-bazlı hatlarda değil, bütün atölyeler arasında uygulanmaktadır. Yani, değişik atölyelerin kapasiteleri birbirlerine yaklaştırılmakta, aynı zaman süresi içinde aynı miktar üretme” ilkesi atölyeler arasında da hayata geçirilmektedir. Dolayısıyla, örneğin bir televizyon fabrikasında plastik hane, otomatik dizgi, manuel dizgi atölyeleri ile son montaj hatları ve lojistik departmanı birbirlerine senkronize çalışmaktadırlar (Acar, 2002, s.80).

Yalın üretimde, nasıl ki tek-parça akışı anlayışı atölyelerle sınırlı kalmayıp atölyeler arası akışa da uyarlanmışsa, eş zamanlılık da sadece tek bir atölye içindeki süreç-bazlı hatlarda değil, atölyeler arasında da uygulanmaktadır. Yani, değişik atölyelerin kapasiteleri yukarıdaki anlayışa göre birbirlerine yaklaştırılmakta, “aynı zaman süresi içinde aynı miktar üretme” ilkesi atölyeler arasında da hayata geçirilmektedir. Dolayısıyla, örneğin yine otomobil üretiminde, pres hattı, kaynak hattı ve boya hattı da birbirlerine senkronize çalışmaktadırlar (Shingo, 1988, p.358).

### **3.6. U-Hatları**

Yalın üretim yaklaşımına göre, bir fabrika/atölyenin işleyişinde olabilecek en büyük israf ya da zaman kayıplarından biri de çalışan insanların bir yerden bir yere gitme, makinaların çalışmasını kontrol etme ya da makina başında, makinanın devrinin bitmesini bekleme gibi ürüne hiçbir değer katmayan pasif eylemlerinin getirdiği zaman kayıplarıdır. Üretkenliği son derece düşürücü rol oynayan bu zaman kayıpları, pek çok fabrika/atölye işleyişinde üzerine pek değinilmeyen bir konu olmasına karşın, Taiichi Ohno yine daha 1950’lerde pasif eylemlerin önlenmesiyle çalışanlardan çok daha yüksek verim elde edilebileceğini fark etmiş ve birçok konuda olduğu gibi, bu

amaca yönelik de etkin yöntemler geliştirmiştir (Morgan and Liker, 2006, p.60).

Bu sistemin temel mantığı olarak; makinaların doğru çalışıp çalışmadığının kontrolü, makinaya parçayı yerleştirme, işlenmiş parçayı alma gibi eylemleri mekanikleştirerek ve otomatikleştirerek kazanılan zaman, her işçinin birden fazla makinayı çalıştırması anlamına gelir. Böylece bir yandan aynı işi çok daha az sayıda işçiyle gerçekleştirmek mümkün olmakta, diğer yandan da talebin değişmesi durumlarında sadece işçi sayısı ile oynayarak üretim verimini talepteki esnekliğe adapte etme olanağı elde edilmektedir.

Bu tip yerleşimlerde, parçayı makinalara otomatik olarak yerleştiren ve işlem bitince yine otomatik olarak makinadan alıp kızaklara ileten donanımlar olmasa da, yani bu işleri işçinin kendisi yapsa dahi, sistem içinde makinaların doğru çalışıp çalışmadığını kontrol eden donanımın mutlaka bulunması (otonomasyon) gerekir. Böylece bir makina çalışırken, işçi o makinayı gözlemlemek/kontrol etmek zorunda kalmadan bir sonraki/önceki makinaya parçayı yerleştirip/alıp makinayı çalıştırabilir (Morgan and Liker, 2006, p.62).

Taiichi Ohno'nun bir işçinin birden fazla makinadan sorumlu olması ilkesi, daha önce incelediğimiz tek-parça akışı ve süreç-bazlı hat anlayışıyla da birleşince ortaya çıkan yerleşim düzeni "U-hatları" olmuştur.

U Hatlarının önemi Japonya dışında çok geç fark edilmiştir. 1983 yılında yapılan bir araştırmaya göre Amerika'da General Motors fabrikalarında yılda 5.000.000 adet araç toplam 463.000 çalışanla üretilmiştir ve kişi başına düşen otomobil sayısı yaklaşık 11 adet olmuştur. Japonya'da ise Toyota fabrikalarında senede 3.400.000 araç toplamda 59.000 işçinin çalışmasıyla üretilmiştir, yani Japonya'da 1 işçi 1 senede 58 adet otomobil üretmiştir Görüleceği üzere kişi başına verimlilik farkı yaklaşık olarak % 400 dür. (Okur, 1997, s.70).

### 3.7. Poke Yoke (Hata Önleyici Düzenekler)

Poka Yoke, Japonca bir kelime olup, Hata Bulma kelimesine karşılık gelmektedir ve Toyota Üretim Sistemini geliştirmede kilit rol oynayan Shigeo Shingo tarafından 1961'de geliştirilerek Sıfır Kalite Kontrol (SKK) olarak düzenlenmiştir (Gürsoy, 2002, s.67). Unutkanlık, dikkatsizlik ve yanlış anlama gibi insan unsurundan kaynaklanan durumlara karşı çeşitli, hata yapmayı önleyici ve yardımcı araç ve/veya stratejileri kullanarak, ancak daha fazla kontrol elemanına gerek duymadan sıfır hatalı üretime ulaşmayı hedeflemektedir.

Hata-önleme, sipariş alma ya da imalat aşamalarındaki hataları önlemek üzere kullanılan, hata geçirmez bir cihaz veya prosedürdür (Womack and Jones, 1998, p.466). Toyota'da bu cihazların adı "poka yoke"dir (Ohno, 1998; p.192).

Kitle üretimi anlayışa göre çalışan birçok firmada %1-5 arası ıskarta oranı normal karşılanırken, yalın üretimde ürün kalitesi için saptanan asgari hedef "ppm" (parts per million) noktasına gelinmesi, yani ıskarta oranının yüzdeler (%), bindeler, hatta on binlerle değil, "milyonlar"la ifade edilecek düzeye indirilmesidir (üretilen her yüz/bin/on bin değil, her milyon parçada kaç hatalı parça var). Hatta ppm bile yeterli değildir, nihai hedef "sıfır hata" noktasına gelinmesidir (Şimşek, 2004, s.138).

Ppm' in neden bu kadar önemli olduğunu açıklamak istersek; her şeyden önce, yalın üretim yaklaşımında, üretimde kalitesizliğin bir maliyeti, daha doğrusu, "maliyetleri" vardır. Birincisi, eğer bir firma ürünlerinin tümünün istenilen kalitede üretildiğini garanti edemiyorsa, sürekli kalite kontrol faaliyeti içinde bulunmak zorunda kalır, oysa "kalite kontrol" aslında ürüne hiçbir değer katmayan, tersine bir-çok elemanın değerli zamanını alarak işgücü maliyetini artıran bir faktördür. İkincisi, kalitesiz üretim, bazı ürünlerin hatalı çıkmaları dolayısıyla tekrar elden geçirilmelerini yani onarımlarını gerektirir. Oysa onarım, işgücü ve amortisman maliyetini gereksiz yere artıran bir diğer faktördür. Üçüncüsü, kalitesiz üretim, üretilen

pek çok ürünün/parçanın tamamıyla ıskarta edilmesi anlamına gelir. Yani, o ürünlerin/parçaların üretilmeleri ile tümüyle boşuna işgücü ve makina zamanı harcanmış demektir ki bu durumun maliyet implikasyonunu hatırlatmaya bile gerek yoktur. Ve nihayet dördüncüsü, kalitesinden %100 emin olunmayan ürünlerin müşteriye ulaşması durumunda, kullanım sırasında çıkması kuvvetle muhtemel arızalanmalar, yine gereksiz bir yığın masraf üstlenilmesi anlamına gelecektir. Öyleyse, tüm bu maliyetleri üstlenmek yerine, %100 hatasız ürün üretebilecek düzeye gelmek çok daha mantıklıdır (Şimşek, 2004, s.148).

Hata önleme tekniklerinin bir işletmede uygulanması sırasında öncelikle hatalar karşısındaki anlayışın değiştirilmesi gerekmektedir. Bu aşamada kusurların kendilerine değil kaynaklarına ve bunları kaynaklarında ortadan kaldırma fırsatlarına bakılır. Herkes yeni bir kural seti ile oynadığını anlamalıdır. Tek başına muayene hiçbir zaman sıfır kusurları başaramaz (Tapping, 2003; p.66). Kusurların kök nedeni araştırılır ve kök nedenler kaynaklarında yok edilir. Hataların kök nedenleri insanlarda değil iş sürecindedir.

### **3.8. Deney Tasarımı**

Yalın üretimde hatayı “çözme” görevi, işçi ve mühendislerin üzerine düşer ve bu işlev yerine getirilirken bambaşka teknik ya da tekniklerden yararlanır. Bu tekniklerden en etkin ve basiti deney tasarımıdır.

Eğer deney tasarımı zaman zaman kullanılan bir yöntem değil de, günlük bazda metodik olarak uygulanan bir yöntem olarak benimsenirse ürün kalitesinde 6 ay içerisinde 1/100 boyutlarında bir iyileştirme sağlanabilir. Yani eskiden 10/100 olan ıskarta oranı, deney tasarımı sayesinde 6 ay içerisinde %0.1 düşürülebilir. Sonuç olarak; üründe hataya yol açan birden fazla etken olması durumunda, bu etkenler arası olası etkileşimi yakalayan dolayısıyla çözüm üretmede yardımcı olan bir tekniktir (Şimşek, 2004, s.190).

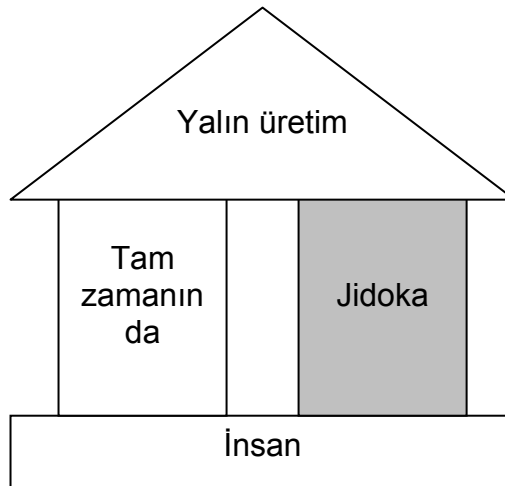
### 3.9. Otonomasyon (Jidoka)

Yalın üretim sisteminin temel fikri israfların tamamen ortadan kaldırılmasıdır. Bu fikrin dayandığı temel taşlardan biri de jidokadır (Ohno, 1998, p.43). Jidoka, makinelerde karşılaşılabilecek olumsuzluklara bağımsız olarak müdahale edebilecek cihazların yerleştirilmesidir.

Jidoka hataları bulan ve bir hata bulunduğunda duran uygun otomasyon seviyesine ulaşmak için kullanılır. Bu otomasyon seviyesi tam otomasyondan daha düşük maliyetlidir ve hataları süreç içine geçmesini önler.

Hata önleme tecrübesi olan bir üye ve mühendislik kaynaklı çapraz-fonksiyon takımları tarafından yapılır. Bir hücre, iş istasyonu veya hat 2 ile 6 ay arasında tamamlanır. Uygulama zamanları takım kavramları anladıkça ve uygulamada tecrübe edindikçe azalır. Jidoka hata-önleme cihazlarını içine alır, böylece makineler hataların oluşmasını bulur ve önler. Operatörün ilerlemesine izin vermez. Ayrıca hata önlemeyi montaj işlemlerine uygular, böylece hatalar hemen bulunur ve duruş zamanı olmadan doğru ölçümler alınır (Tapping, 2003, p.26). Şekil 3.1’de yalın üretim ile jidoka arasındaki ilişki gösterilmiştir.

Şekil 3.1 Yalın üretim ve jidoka ilişkisi



(Kaynak:Tapping, 2003, p.26)



### 3.10. Toplam Üretken Bakım

Toplam Üretken Bakım (TÜB) imalat veya hizmet üretiminde kullanılan makine ve ekipmanların verimliliğini artırmak amacıyla uygulanan bir bakım yöntemidir. Bu konu dördüncü bölümde detaylı olarak ele alınacaktır.

### 3.11. Kalite Çemberleri

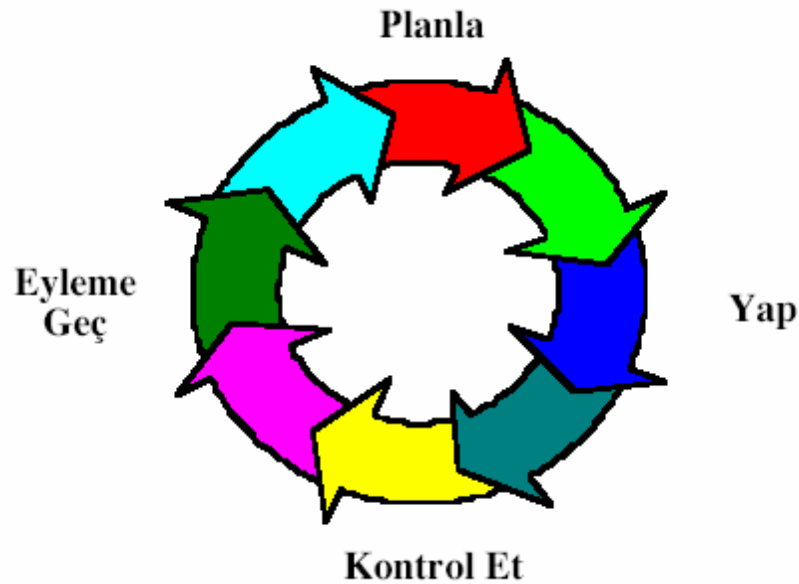
Kalite çemberleri, çalışanların yaptıkları iş ile ilgili çeşitli sorunların kaynaklarını ve nedenlerini; birlikte çalışarak ve periyodik toplantılar yaparak araştıran, çözümler bulan, çözen ve üst yönetime rapor eden gönüllü kişilerden oluşan gruplardır (Çetin ve diğerleri, 2001 ,s.124).

Kalite çemberlerinin çıkış yeri Japonya' dır. Bu gelişmede İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra Japon ürünlerinin düşük kaliteli ürünler olarak nitelendirilmeleri etkili olmuştur. Zamanla, ülkenin ekonomik açıdan kalkınmasının, üretilen mal ve hizmetlerin nicelik ve niteliği ile ilgili olduğunu gören ülke ve kuruluş yöneticileri, kalite kavramını odak noktası haline getirme çabalarına giriştiler Çıkış nedeni işletmedeki kalite problemleri ve maliyetleri azaltmak olan bu çemberler daha sonraları, özel kalite problemlerini, verimlilik ve idari problemleri de çözmek için bir araya gelmeye başladılar. Kalite çemberleri üzerindeki ilk düşünceler 1949 yılında ortaya çıktı. Japon Bilim Adamları ve Mühendisleri Birliği'nin, işi geliştirme çalışmalarının ve analizlerinin işin kendisinden ayrı tutulmasının, verimsiz bir yol olduğuna ve mühendislerin bir organizasyondaki kalite sorunlarının hepsinden haberdar olup verimlilik sorunlarını tek başlarına çözemeyeceklerine olan inancı, bu düşüncenin temelini oluşturur. Kısacası, bu sorunların halledilmesi için, çalışanların potansiyellerinden faydalanılmasının gerekliliğine inanılmıştır (Şimşek, 2004, s. 291).

Katılımı teşvik edici bir yönetim tekniği ve insan kaynağı geliştirme aracı olan kalite çemberlerinin çok yaygın kullanım alanları bulunmaktadır. Mal ve

hizmet üreten her kuruluş, kalite çember etkinliklerini gerekli gördüğü her yerde yürütebilir. Çalışanların yaptıkları işlerinden tatmin olmalarını sağlayarak ve grup karar verme sürecini işletip örgütün verimliliğini maksimize ederek, kalitenin sürekli gelişmesinde bir katalizör görevi almaktadır. Çember çalışmaları, yönetim ve iş gören arasında iyi ilişkiler kurulmasında oldukça etkilidir. Böylece atıl kapasiteler kullanılmakta ve sürekli gelişmeye kaynak sağlanmış olmaktadır (Shingo, 1988, s.364).

Bir işletme biriminde sürekli iyileştirmeyi sağlamak için, kullanılan en popüler yaklaşım E. Deming'in sürekli iyileştirme yöntemidir. Bu yöntemin şematize edilmiş hali aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.2. Deming'in Sürekli İyileştirme Yöntemi

(Kaynak: Şimşek, M., 2004. s.298)

Şekil 3.2'deki bu kavramları açıklayacak olursak;

**Planla:** Bu evre süreçte en zaman alıcı olan konudur. Temel fikir farklı bakış açılarına sahip kişileri bir araya getirip, beraberce nasıl çalışılacağını ortaya koymaktır. Bu tür tartışmalar için en çok kullanılan yöntem beyin fırtınası veya balık kılçığıdır. Temel problem alt problemlere ayrılır ve alt

problemler de daha küçük problemlere bölünür. Daha sonra grup problemi çözmeyi sağlayacak verileri toplamaya başlar. En önemli evrelerden biridir çünkü doğru veriyi toplamak problemin çözümü için temel taşıdır. Daha sonra, toplanan veriler analiz edilir. Bu analiz yöntemleri kontrol şemaları, etki-tepki diyagramları v.b. olabilir. Elde edilen analiz sonuçlarından problemin nasıl çözüleceğinin planlanması yapılır. Problemi doğuran sebeplerin ortadan kaldırılması için yapılacak eylemler planlanır ve son olarak da yapılan plan bütün işletmenin uzlaşması için sunulur.

Yap: Planlama evresinden sonra, planın uygulamaya konduğu evredir. Bu evrede, pilot bir uygulama yapılır ve planın doğru çalışıp çalışmayacağı ortaya konur.

Kontrol et: Yapılan pilot çalışmanın sonuçları değerlendirilir ve uygulama dikkatlice incelenir.

Eyleme geç: Planın uygulanıp uygulanmayacağı veya yeni çözüm yöntemi bulunup bulunmayacağı kararının verildiği evredir. Eğer, plan işletmede uygulanacaksa, örgütsel sınırlar çizilir, yönetim desteği istenir ve bütün bunlardan sonra .planla. evresine geri dönülerek sürekli iyileştirmenin yolları aranır (Şimşek, 2004, s. 298).

Kalite çemberlerinden maksimum verim alınabilmesi için özel bir “problem çözme” yöntemi geliştirilmelidir. Bu yüzden çember üyelerine, yalın üretimin “problem çözme” yöntemi öğretilmelidir. Bu yöntem ana hatları ile şöyledir (Okur,1998, s.107):

1. Problemin Saptanması: Tüm işlem ve süreçler “ürüne değer katanlar” ve “ürüne değer katmayanlar” olarak ayrılmalı ve ürüne değer katmayanlar ana problem olarak belirlenmelidir. Tümöyle gereksiz olan, “kalite kontrol”, “ulaşım/taşıma”, “bekleme” gibi faaliyetler ürüne değer katmazlar ve maliyeti de artırırlar.

2. Problemin (Mevcut Durum) İncelenmesi: Problem alanları belirlendikten sonra, sorunların nereden kaynaklandığı araştırılır. Yapılan her

işle alakalı olarak “Neden?” sorusu sorularak mevcut çalışma Şekli analiz edilir ve sorunun kaynağı bulunmaya çalışılır.

3. Fikir Üretme: Problem tanımlanıp sebebi belirlendikten sonra, iyileştirmeye yönelik fikirler üretilmelidir. Bir işin daha kolay, daha kaliteli, daha çabuk ve daha az maliyetli bir şekilde nasıl yapılabileceğinin tespiti için bir “beyin fırtınası” çalışması yapılmalıdır.

4. Değerlendirme: Uygulanabilir fikirler ortaya çıkarılır ve aralarından en iyisi seçilmeye çalışılır.

5. Uygulama Programının Hazırlanması: Bir fikir kabul edildikten sonra, uygulama planını üretme aşamasına geçilir. Yapılan iyileştirme çalışmasının yatırım maliyeti bulunup, yatırımın kendini ne kadar sürede amorti edeceği hesaplanmalı, yatırım verimliliği yüksek olan planlara öncelik verilmelidir.

## **3.12. Tam Zamanında Üretim**

### **3.12.1. Tam Zamanında Üretim Kavramı**

Toyota üretim sisteminin babası ve Toyota Motor Company'nin ilk başkanı olan Taiichi OHNO, JIT (Tam Zamanında Üretim) kavramını, "pazarın gereksinmelerinin karşılanması için ne gerekiyorsa, ne zaman gerekiyorsa, ne miktarda gerekiyorsa tam zamanında ve doğru miktarda üretmek" olarak tanımlamaktadır (Majima, 1995, p.7).

1983'te Hall bir üretim sistemi ve felsefesi olarak TZÜ' nün tanımını şöyle yapmıştır: 'Dar anlamıyla TZÜ, gerekli zamanda, gerekli yerde, yalnızca gerekli malzemeyi bulundurmaya amaç edinen malzeme hareketi ve iletimidir. Geniş anlamıyla TZÜ, gerekli malzeme hareketini tam zamanında yapan bütün imalat faaliyetlerini kapsar (Çevik, 1998, s 95).

JIT kavramı; üretim alanının bütün kollarında sürekli değişimi ve aynı zamanda "Yalın Üretim" gibi yeni bir üretim stratejisini de ifade etmektedir. Yasuhiro MONDEN de JIT'i "kısa zamanda, gerekli zamanda, gerekli miktarda, gerekli ürünleri üretmek" (Zaepfel, 1995, p.216) olarak tanımlamaktadır.

### **3.12.2. Tam Zamanında Üretim Sisteminin Temel Amaçları**

JIT'in temel amaçlarını üç ana başlık altında toplayabiliriz (Savaş, 2002, s.3):

1. Ürün Kalitesini Yükseltmek
2. Ürün Maliyetlerini Düşürmek
3. Ürünün Dağıtım Olanaklarını Artırmak

JIT'in temel amaçlarından ilki ürün kalitesinin yükseltilmesidir. Böylece işletme rakiplerine göre rekabet avantajları elde edebilir ya da var olan avantajlarını koruyabilir. Olası kalite sorunlarının tarafların ortaklaşa çalışmasıyla aşılması, her çalışanın yaptığı işin kalitesinden sorumlu olması, kalite ile ilgili sorunlar ortaya çıktığında çözülmesine ve tekrarının önlenmesine yönelik uygulamalar JIT'de ürün kalitesini artırmaya yönelik çabalardır. Ürün ve süreç kalitesini daha doğrusu toplam kalite kontrolünü gerçekleştirerek verimsizlikleri yok etme çabaları bir yandan ürün kalitesini artırırken, diğer yandan maliyetlerde önemli düşüşler sağlar. Geleneksel üretim ortamlarının aksine, JIT yüksek kalite düşük maliyet uyumunun sağlandığı ortamdır. Maliyet düşürme daha çok verimsizliklerin büyük ölçüde ortadan kaldırılmasına ve verimlilik artışlarına dayanmaktadır. Ürünle ilgili olarak kalite ve maliyet hedeflerine ulaştıktan sonra JIT'in odaklandığı son nokta işletmenin ürün dağıtım olanaklarını artırmaktır. Bundan anlaşılması gereken istenilen ürünlerin, istenilen sürede müşteriye teslim edilmesidir (Savaş, 2002, s.3).

JIT felsefesinin amaçları; israfı ortadan kaldırmak, verimliliği artırmak, ürünlerde ve üretim sürecinde sürekli gelişmeyi sağlamaktır. Gerekli parçaların gerekli olduğu miktarda, gerekli kalite düzeyinde, gerekli olduğu zaman ve gerekli olduğu yerde üretilmesi durumunu açıklayan JİT, israfın önlenmesi şeklindeki son amacını dolaylı olarak açıklamaktadır. JIT'in temelinde, tüm israfların önlenerek, maliyetlerin düşürülmesi ilkesi yer almaktadır. Bir işletmede, ancak tüm israfın önlenebildiği noktada üretim gerçekleştirilebilecektir. Maliyetlerin üretim sürecinde düşürülmesi yoluyla da işletmenin verimliliği artırılabilir (Prokopenko, 1995, p.163).

JIT kavramı, sermaye bağlanan ve verimsiz stokları azaltmak yoluyla işletmeyle ilgili değer yaratma sürecindeki savurganlıkları en aza indirmeyi ve genel lojistik zincirlerle ilgili akış ve teslim sürelerini, üretimle ilgili yan sanayi dallarından müşterilere kadar en uygun duruma getirmeyi, karşılaştırılan süreye en yüksek derecede bağlılık yoluyla, müşteri memnuniyetini artırmayı amaçlamaktadır (Wildemann, 1991, s.149). Toyota üretim sistemi olarak da adlandırılan JIT'in temel amacı, maliyetlerin düşürülmesi olarak kabul edilmektedir. Maliyet düşürme potansiyelleri her yerde ortaya çıkarak, kendini göstermektedir. Depo stoklarının minimize edilmesi, özellikle yarı mamul stoklarının en aza indirilmesi maliyetlerin düşmesine yol açmaktadır. JIT kavramı da, üretimde israfların ortadan kaldırılması yoluyla maliyetleri düşürmeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle JIT kavramından sadece "tam doğru zaman noktasında" değil, aksine "geç değil, ama erken de değil" anlamının çıkarılması gerekir (Dreisbach,1998, p.141).

JIT, yeni bir felsefe ve amaçlar bütünüdür. Bu amaçlar, hammadde, yarı mamul ve mamul stokları bazında sıfır stok ve sıfır israftır. İsrاف, bir ürüne değer katmadan maliyet ekleyen bir olgu olarak tanımlanabilir. İsrافı ortadan kaldırmak, müşteriye hizmet veya ürüne doğrudan değer katmayan tüm faaliyetleri en az düzeye indirmek anlamındadır. İsrافın ortadan kaldırılması işletmenin her biriminde, üretimin her aşamasında gerçekleştirilebilir. Bu da ancak sıfır hata hedefiyle olanaklıdır. Sıfır hata, satın alınan ve üretilen parça ve ürünlerde olmalıdır. Bu amaçlar, idealize edilmiş stratejik işletme hedefleridir. Bu hedefler doğrultusunda, sürekli iyileştirme çabaları üzerinde

yoğunlaşmak ve bu yolla israfları önleyip, maliyetleri düşürmek gerekmektedir (Acar, 1992, s.87).

JIT, genel akış sistemi içinde yan sanayilerde dahil olmak üzere tüm üretim alanlarıyla birlikte operatif olarak çalışma anlamına gelmektedir. JIT'in tipik özellikleri, koordine edilen program düzenleme, sıkı bir biçimde kesin olarak programa uyma, çok küçük parti büyüklükleri ve sirkülasyonlar, Kanban'a göre malzeme çağırma, teknik ve güvenlik ağına ek olarak karışıklıklar ve arızalar nedeniyle program uyumu için organizasyonla ilgili çözümlenmelerdir (Wilhelm, 1993, p.12).

### **3.12.3. JIT Üretim Sisteminin Temel Fikri**

JIT'in temel fikri, amaç ve yöntem olarak "tam doğru zaman noktasında" daha kısacası "tam zamanında üretim" olarak ifade edilmektedir. JIT'in çıkış noktası, satıcılardan talep edilen malzemelerin uygun zamanda teslim alınması ve bunların doğrudan doğruya işlenebilmesi ve depolama gerektirmemesidir. Bu beklentiler elbette özel üretim içinde geçerlidir. JIT, üretimin tüm işletme alanlarında olanaklı olduğu kadar az stokla ve kısa akış süre-sinde gerçekleştirilmesi anlamına gelmektedir. Bu sistem aynı zamanda üretimle birlikte lojistiği de içermektedir. JIT, çalışma süresi gereksinimini, bekleme sürelerini, bir işin yapılması için gerekli hazırlık sürelerini en aza indirme, parti büyüklüklerini küçültme, kalite hatalarını en aza indirme, en hızlı bir biçimde hataları giderme ve üretim dalgalanmalarını en aza indirme görevlerini yerine getirmektedir (Steinbach, 1999, p.29).

JIT kavramı, beklenti, gecikme ve karmaşıklığın önüne geçmek anlamına da gelmektedir ki, bu genellikle malzemelerin depolanmasıyla birlikte ortaya çıkmaktadır. JIT, ayrıca işleme süreçleri boyunca bazı taşıma işlemleri ve tampon stokların yönetimine bağlı olarak para tasarrufları da sağlamaktadır. Bu sonucun elde edilmesi, bir dizi halinde malzeme kontrol yöntemleri olarak bilinen (çekme "çağırma" teknikleri olarak da adlandırılmaktadır) yöntemlerle ilişkilidir. Buna üretim akışıyla senkronize edilmiş yan sanayinin teslimlerine uygun fabrika ve Kanban sistemlerini de

dahil edebiliriz. Sistemde hammadde ve parçalar tam ve doğru olarak saptanan yollar üzerinde üretimin içine akmakta ve tam bir tempo içinde üretim süreçlerinden geçmektedir. Çünkü, JIT, malzeme stokunun azaltılmasını ve akış sürelerinin yönetimini amaçlamaktadır. JIT'de malzeme teslimleri her defasında öylece hat üzerinde gitmektedir ki teslimler tam zamanında gerçekleşmektedir. Bunun için JIT üretim her bilgisayar ya da her çağrı başlama sinyaliyle gerçekleşmektedir (Karmarkar, 1990, s85). JIT kavramının en önemli yapı taşları arasında bir işin yapılması için gerekli olan hazırlık süresinin kısaltılmasına yönelik teknikler de bulunmaktadır. JIT'de kalite güvencesi sağlamanın sisteminin anlamına uygun olduğu ve kalite güvencesi sağlama eğilimini ortaya çıkardığı anlaşılmaktadır. Üretimde esnek kapasitelerin öne çıkarılarak istikrarsız satış sürecinde, akış sürelerini kısaltması nedeniyle JIT önerilmektedir (Zaepfel, 1995, p.737).

JIT'in amaçlarına ulaşabilmesi için işletme düzeyinde 3 ana faaliyetin yapılması gerekmektedir. Bu faaliyetler, aynı zamanda JIT'in unsurlarını oluşturmaktadır. Bu unsurlar (1) Toplam Kalite Yönetimi, (2) Tam Zamanında Satılma ve (3) Kanban (Çizelgeleme) Sistemidir (Acar, 1992, s.88).

JIT, sıfır stok hedefine ulaşabilmek için üretimin her aşamasında hammadde, yarı mamul ve mamul stok düzeyini azaltmak zorundadır. Bu da JIT üretim ortamında malzeme hareketlerinin kontrolü amacıyla kullanılan bir çizelgeleme yaklaşımı olan Kanban sistemi aracılığıyla gerçekleştirilebilir. Kanban sisteminin en belirgin özelliği, itme sistemlerinin tam tersine çekme sistemi olmasıdır. Kanban sistemi, talebe dayalı bir üretim yönetimi sistemidir. Kanban, JIT sistemi içinde üretim yönetimine yönelik bir enstrüman olarak kullanılmakta ve üretim yönetimi için üretilen ürün çeşitliliğinin az olması durumunda uygun olmaktadır (Gstetner and Kuhn, 1996, p.554).

JIT felsefesi hem üretim ve hem de tedarik alanında gerçekleştirilmektedir. JIT'in işletme içinde gerçekleştirilmesi Kanban sistemi yardımıyla yerine getirilmektedir. Kanban sisteminin temel fikri, "süper market prensibi" ne göre malzemelerin sağlanması ve hazır bulundurulması ve organize edilmesi esasına dayanmaktadır. Kanban, bir yandan tüketicilere



gereksinim duyuldukça raflarda sürekli belirli bir miktarı tam doğru bir zamanda elde bulundururken, diğer yandan da raftaki eksik miktar açığını sürekli tamamlamayı ifade etmektedir. Kanban sisteminin amaçları, malzeme stoklarının azaltılması ve sirkülasyona göre bağlanan sermaye miktarının azaltılması, akış sürelerinin kısaltılması ve aynı zamanda teslimlerin kısa sürede yapılmasına ilişkin esnekliğin yükseltilmesidir (Dreisbach, 1998, p.141).

Kanban sisteminde, Kanbanın optimal sayısı seçilen amaç büyüklüğünden bağımsızdır. Maliyetler, bir taraftan stok durumu, diğer taraftan da eksik miktarlar nedeniyle ortaya çıkmaktadır ve her iki maliyet büyüklüklerinin toplamı minimum Kanban sayısından bağımsız olarak bulunabilmektedir (Kuhn, 1994, p.530). Kanban sisteminde, Kanban sayısı aracılığıyla, depolanmış stoklar ve eksik miktarlar etkilenebilir. Kanban sayısı, Kanban sisteminin etkilenebilir toplam maliyetlerini en aza indirmektedir. Burada maliyet fonksiyonları, Kanban sayısını yükseltmekte ve toplam maliyetleri artırmaktadır. Kanban sayısı azaldıkça, sonuçta maliyetler düşmekte ve optimal Kanban sayısı daha sonra ortaya çıkmaktadır (Gstetner and Kuhn, 1996, p.558). Kanban sistemi, bir üretim planlama ve yönetimi-ÜPY sistemi olduğu gibi, JIT'in de bir alt sistemi ve tamamlayıcısıdır.

JIT felsefesi, sıfır stok ve sıfır hata hedeflerine ulaşabilmek için az sayıda satıcıyla (yan sanayi) yüksek kaliteli ürünlerin küçük miktarlarda ve zamanında teslimini gerektirdiğinden alıcı (ana sanayi) satıcı (yan sanayi) ilişkilerinin yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Bu felsefe, üretimin her düzeyinde stokları, hem yüksek maliyetlere neden oldukları hem de sistem içindeki iyi işlememezlük ve yetersizlik kaynaklarını gizledikleri için önemli bir israf unsuru olarak kabul etmektedir. Bu nedenle de JIT'de stokların azaltılması sürekli bir amaç olarak benimsenmiştir (Acar, 1993, s.77). JIT'in işletmeye sağladığı yararlarından biri de malzeme akış maliyetlerini en aza indirmesidir. Bu maliyetleri en aza indirme, üretim için gerekli ihtiyaçları karşılama derecesinin yüksek olması nedeniyle satış bölümlerinde ve özel bölümlerdeki yetersiz stoklarla sağlanmaktadır (Zaepfel, 1995, p.216). Bu nedenle kantitatif ve kalitatif müşteri isteklerinin yerine getirilmesinde,

rekabete uygun olarak satış ve dağıtım daraltılarak teslim süreleri kısaltılabilir. Lojistik süreçlerin bütünlüğe yönelik olarak en uygun duruma getirilmesi, yan sanayi ve ürünün nihai tüketicileriyle ilişki içerisinde oluşan satış ve dağıtım kanalları da JIT bölgesi kapsamına girmektedir (Fandel ve François, 1989, p.537).

### **3.12.4. JIT Üretim Sisteminin Yararları**

JIT, genel olarak gereksinim duyulan malzemenin istenildiğinde hazır edilmesi veya üretilmesi olarak ifade edilebilir. JIT'in ele aldığı konular bir ürüne ilişkin katma değer yaratmayan tüm faaliyetlerin elimine edilmesi ya da azaltılması, yüksek düzeyde ürün kalitesi, kusurlu ürünlerin düzeltilmesi yerine faaliyetlerin bir kerede ve istenildiği şekilde yapılmasıdır (Ersoy, 1996, s.94). Stok düzeyinin azaltılması, gecikmelerin en aza indirilmesi, maliyet tasarrufu sağlama ve kusurlu üretim faaliyetlerinin ortadan kaldırılması olarak da anlaşılabilen JIT'in temel amacı olan israfların elimine edilmesinde katma değer yaratmayan her şey israf olarak kabul edilmektedir. Katma değer yaratmayan her şey ise israf edilen zaman, emek, işyeri, parça, malzeme, donanım, madde, finansal ve beşeri unsurlardaki gereksiz kullanımlardır. JIT'de anahtar katma değer olayıdır. Katma değer yaratmayan faaliyetlerin tanımlanarak, ortadan kaldırılması gerekmektedir. JIT, üretim verimliliğinin artırılmasına ve katma değer yaratmayan faaliyetlerin elimine edilmesine yaramaktadır (Pekdemir, 1993, s.30).

İşletmeler JIT'i, genellikle maliyetleri düşürebilmek amacıyla uygulamaktadırlar. Bu sistemin maliyetlerin düşürülmesinde etkin olmasının nedenleri, satın alma siparişleri, kalite kontrolleri, stok hareketleri, depolama ve benzeri faaliyetleri büyük ölçüde azaltmasıdır. Bu ve benzeri faaliyetlerin azaltılması veya tamamen ortadan kaldırılması, bu faaliyetlerin yol açtığı maliyetlerin azalması anlamına da gelmektedir (Tanış, 1992, s.101).

JIT'in muhasebe sistemine, özellikle maliyet ve yönetim muhasebesine sağladığı yararları da şöyle sıralayabiliriz (Tütek ve Öncü, 1992, s.89):

1. Ürün maliyetlerinin daha gerçekçi olarak saptanması: Muhasebede yöneticiler için temel ürün, maliyet bilgi kaynağı olduğundan doğru olarak saptanan ürün maliyetleri fiyatlamaya, ürün karışımına ve ödemelerin maliyet tabanlı olduğu sözleşmelere ilişkin daha etkin kararlar alınmasını sağlar.

2. Gerçekleşen maliyetlerin daha etkin kontrolü: JİT felsefesi ayrı ayrı ve bölümlere ilişkin maliyetler yerine, bir bütün olarak tüm işletmenin maliyetlerinin düşürülmesini amaçlar.

3. Muhasebe sistemi maliyetinin azaltılması: JİT'in temelini oluşturan tüm faaliyetlerin basitleştirilmesi muhasebe sis temine de yansımakta ve dolayısıyla sistemin maliyeti azalmaktadır.

4. Muhasebe sürecini basitleştirmesi: JİT üretim, daha az muhasebe kaydı gerektirdiği için muhasebe sürecini basitleştirmekte ve stok olmadığı içinde stok muhasebesinin oluşturduğu formalite ve kırtasiyeciliği ortadan kalkmaktadır.

5. Direkt işçilik maliyetlerini ortadan kaldırma: JİT'de, direkt işçilik maliyetleri siparişlere ayrı bir maliyet unsuru olarak yüklenmekte, GÜM (Genel Üretim Maliyetleri) içinde yer alan bir maliyet kalemi olarak değerlendirilmektedir. Bu görüşten hareketle, ürün şekillendirme maliyeti eşittir GÜM olmaktadır. Bu durumda da direkt işçilik gideri mali yet unsuru olarak ortadan kalkmaktadır.

6. Üretim maliyetlerinin direkt olarak satılan malın maliyeti hesabına aktarılması: Üretim koşullarında üretim maliye tını sayfalar halinde inceleyen muhasebe kayıtlarının aksine, JİT'de satın alınan hammadde ve malzemeler direkt olarak üretim hesabına yüklenmektedir.

JİT'in, muhasebe sistemine, maliyet ve yönetim muhasebesine sağladığı yararlar yanında maliyet düşürme açısından işlet-melere sağladığı yararları da şöylece sıralayabiliriz (Yükçü, 1999, s.803):

1. Stoklara Daha Az Yatırım Yapılması Nedeniyle Stok Bulundurma Maliyetlerinde Azalma: Temel amaç olarak sıfır stokla üretim yapılması

hedeflendiğinden stok maliyetlerine bağlanan fonların azalmasına neden olmaktadır. Bu fonlar; fon maliyeti (faiz vb.), stokların yönetimi, nakledilmesi, depo kirası veya amortismanı, stoklarla ilgili sigorta primleri ve stok kayıtlarının tutulmasına ilişkin personel ve kırtasiye giderlerinden oluşmaktadır. Stoklara daha az fon ayrılması nedeniyle sermaye dönüş hızında da (toplam satışlar/toplam varlıklar) gözle görülür bir artış olmaktadır.

2. Tesis Yatırım Maliyetlerinde Azalma: Stok düzeyinin azaltılması ve hücre organizasyonu nedeniyle daha küçük alanlarda üretim gerçekleştirileceği için işletmenin stok ve üretim amacıyla ihtiyaç duyduğu alanlar fiziksel olarak azalır. Bu da tesis yatırım maliyetlerinde tasarrufa neden olur.

3. Direkt İlk Madde ve Malzeme Maliyetlerinde Azalma: Satıcıların sayılarının azaltılması yoluyla az sayıda ve güvenilir satıcılarla uzun süreli anlaşmalar yapılmak suretiyle miktar indirimleri alınır, sürekli istenilen kalitede malzeme tedariki sağlanmış olur.

4. Diğer Maliyetler Üzerindeki Olumlu Etkileri: Üretim verimliliğinin artması, işçilik giderlerinde azalmaya neden olur. Böylece kusurlu ve döküntü mamul sayısı azaltılmış olur. Parça bazında az sayıda satıcı ile uzun süreli anlaşmalar yapılması sipariş verme maliyetlerini azaltır. Yapılan anlaşmalarda kalite garantisi arandığından, teslim alınan ilk madde ve malzeme için ayrıca bir kontrol zamanına ve bu işi yapmak için bir görevli bulundurmaya gerek olmayacaktır.

5. Stokların azaltılmasıyla, stokların zaman içinde değer kaybına uğraması ve çalınması gibi riskler de azalacaktır.

6. Bekleme sürelerinin azaltılmasıyla toplam üretim süresinde kısalma olacaktır.

7. Dağıtım noktalarının müşterilere yakın olacak biçimde yeniden konumlandırılması, taşıma ve pazarlama işlemlerine hız ve güven getireceğinden satışlarda artış, müşteri hizmetlerinde iyileşme ve nakliye giderlerinde azalma olur.

8. Gereksiz karmaşıklıkların ortadan kaldırılması, işgücü, malzeme, araç gereç ve makinelerin verimli bir biçimde kullanılması, maliyetlerin azaltılması, üretimde esnekliğin ve verimliliğin artırılması

98. Üretim birimlerinde merkezîyetçi olmayan katılımcı atölye sistemine geçilmesi, çalışanların iş tatmininin artırılması yoluyla iş bağımlılığı yönünde motivasyon sağlanması

10. Mamul ve hizmetlerin kalite ve fiyatını iyileştirme yoluyla işletmeyi pazarda ki rakiplerden daha iyi konuma getirme

11. Hatalı ve kusurlu ürünlerin sayısının azalması bakım, onarım ve garanti giderlerinin azalmasına dolayısıyla satış sonrası hizmet (servis) maliyetlerinin düşmesine neden olur

### **3.13. Hızlı Kalıp Değişirme (SMED)**

Hızlı kalıp değişirme ekipman ayarlarını ve değişirme operasyonlarını 10 dakikanın altında yapılmasını mümkün kılan teknikler kümesidir (Shingo, 1988b, 14). Üretim makinelerinin on dakikadan daha kısa bir sürede bir üründen diğerine geçebilmeleri için geliştirilen teknikler olarak da tanımlanır (Ohno, 1998; 467). Bu kısım dördüncü bölümde ele alınacaktır.

## 4. TOPLAM ÜRETKEN BAKIM

### 4.1. Toplam Üretken Bakım Tanımı ve Özellikleri

TÜB imalat veya hizmet üretiminde kullanılan makine ve ekipmanların verimliliğini artırmak amacıyla uygulanan bir bakım yöntemidir. Uygulamanın yaratıcısı olarak bilinen Seiichi Nakajima TÜB'yi çalışanların küçük grup faaliyetleri yoluyla katıldıkları bir bakım şekli olarak tanımlamaktadır. Nakajima'ya göre TÜB şirket çapında gerçekleştirilen ekipman yönetimini içerir (Nakajima,1988, p.1). Ekipman yönetimi kalite hataları ve makine arızalarını önlemek, ekipman ayarlarını azaltmak, operatöre daha kolay ve daha güvenli bir ortam sağlamak için gerçekleştirilen faaliyetler toplamıdır (Shirose, 1992, p.13).

TÜB'nin önde gelen otoritelerinden K.Shirose TÜB'yi Japon tarzı ekipman yönetimi olarak değerlendirmektedir. Japon tarzında bakım sorumluluğu yalnız bakım bölümünde değil, tüm çalışanlardadır. Shirose için TÜB tüm üretim bölümü çalışanlarının, operatörlerinin bakım faaliyetlerine katılmasıdır. TÜB'nin tarihini TÜB'nin dayandığı 5 temel noktayı sıralayarak açıklığa kavuşturabiliriz (Nakajima, 1989, p.10):

1. TÜB ekipman verimliliğini en üst düzeye çıkarmayı hedefler.
2. TÜB ekipmanın ömrü boyunca kapsamlı bir verimli bakım olanağı sağlar.
3. TÜB çeşitli bölümlerin katılımını gerektirir (Mühendislik, üretim, bakım gibi).
4. TÜB üst yönetimden sahada çalışan operatöre kadar tüm çalışanların katılımını gerektirir.
5. TÜB özerk, küçük-grup faaliyetlerinin esas olduğu verimli bakım uygulamasıdır.

TÜB' nin, organizasyonlara vaat ettiklerini teslim etmelerinde yardım eden 'sıfır arıza' ve 'sıfır hata' hedefleri vardır (Nakajima, 1991). Arızalar ve hatalar elimine edildiğinde, ekipman duruşları önemli ölçüde azalacaktır. Bununla beraber duruşlar ile ilgili maliyetler de azalacaktır ve procesteki is envanteri bundan sonra minimize edilebilir ve bunların bir neticesi olarak, genel verimlilik artacaktır (Nakajima, 1988, p.23).

TÜB, bakım için günlük toplam gücünü kapsayan günlük aktiviteler ile otonom operatör bakımını yapan, arızaları elimine eden ve ekipman etkinliğini optimize eden yenilikçi bir yaklaşımdır. Shirose TÜB' ü şöyle tanımlar: TÜB, tüm çalışanlar tarafından yapılan üretken bakımdır ve her hangi bir programlanmamış durusu önlemeyi ve ekipman etkinliğini maksimize etmeyi amaçlar (Hassan, 1999, p.11).

TÜB, bir organizasyon için gelişmenin potansiyel bir kaynağını ve Toplam Kalite Yönetimi konseptinin faydalarını devam ettirmek için bir sonraki adımı temsil eder. TÜB, tüm organizasyonu kapsar ve etkin olarak uygulandığında daha iyi genel performans ve geliştirilen randıman ile isin tüm kısımları için faydalı olur. TÜB, şirketler için gerekli bir stratejik araç olarak ortaya çıkıyor ve önemi, sadece imalat sektörü ile sınırlı kalmıyor. TÜB' ün kapsamı, imalatın ötesine araştırma ve geliştirme, ve lojistik gibi alanlara kadar uzanıyor. TÜB, otomobil endüstrisinin odağıyken, şimdi kağıt, yiyecek, yağ rafinerisi endüstrileri ve servis endüstrileri gibi diğer endüstrilere yayılıyor (Brah and Chong, 2004, p.11).

TÜB , sıfır hata hedefini başarmak için, planlanan aktivitelerde, temel hazırlık ve problem çözmede eğitim vererek ve takım çalışması ile is gücünü motive etmek için ve fabrika bakımına dikkat çekmek için çabalar. TÜB, geleneksel 'üretim operatörü ekipmanı işletir, bakım operatörü tamir eder' anlayışının olduğu post modern imalat organizasyondan farklı olarak üretim ve bakım personelini bir araya getirir. Suziki' ye göre TÜB, fonksiyonel alanlar arasındaki organizasyon içi bağlantıları geliştirerek maliyet, dağıtım, güvenlik, ve moral kalemlerinde tatmin edici, ölçülebilir gelişmeler meydana getirebilir (Carrannante, 1996, p.13).

## 4.2. Toplam Üretken Bakım Kavramının Oluşumu

Japon üretim işletmeleri diğer çalışmalara göre çok önceden “Önleyici Bakım” (PM : Preventive Maintenance) çalışmalarına başlamışlardır. Çünkü, üretim çıktısı, miktarı, kalitesi, güvenilirliği ve çevresi hemen hemen tamamen araç ve gereçlerin durumuna bağlıdır. Japonlar tarafından geliştirilen önleyici ve verimli bakım çalışmaları, ürün kalitesi ve verimliliğin geliştirilmesinde çok önemli bir rol oynamıştır.

Üretim işletmeleri önleyici ve verimli bakım üzerinde yoğunlaşırken, montaj işletmeleri işçi yoğunluğunu azaltmak için daha çok yeni ekipmanlara yatırım yapmayı yeğlemişlerdir. Bu endüstrilerde kullanılan ekipmanlarda otomasyon sürekli arttı ve Japonya günümüz endüstri robotları kullanımında dünya lideri oldu. Teknoloji ve otomasyonun artışı, tam zamanında üretim ile birleşince etkin ekipman kullanımı verimlilik artışında en önemli unsur oldu ve montaj sanayisinde bakım yönetimine olan ilgi arttı. Bu da tamamen bir Japon yaklaşımı olan Toplam Verimli Bakımın (TÜB) doğmasına sebep olmuştur (Suzuki, 1994, p.68).

TÜB kavramını ilk defa dile getiren ve Japonya’da bunu tanıtan kişi Seiichi Nakajima’dır. Nakajima 1950 yılında Amerikan Önleyici Bakım uygulamaları konusunda çalışmaya başlamıştır ve 1962’de ilk defa Amerika’yı ziyaret etmiştir. Bundan sonra her yıl Amerikalı ve Avrupalı imalatçıları ziyaret ederek, onların üretim faaliyetlerini gözlemiş ve Önleyici Bakım sistemleri hakkında bilgi toplamıştır.

Tablo 4.3 : Japon endüstrisinde TÜB’nin gelişim aşamaları

|         |                | 1976   | 1979   |
|---------|----------------|--------|--------|
| Aşama 1 | Arıza Bakım    | % 12,7 | % 6,7  |
| Aşama 2 | Önleyici Bakım | % 37,3 | % 28,8 |
| Aşama 3 | Verimli Bakım  | % 39,4 | % 41,7 |
| Aşama 4 | TVB            | % 10,6 | % 22,8 |

(Kaynak: Suzuki, 1994, s..68)



Seiichi NAKAJİMA bakım uygulamalarını baz alarak 1970'li yıllarda Koruyucu Bakım ve Önleyici Bakım olarak adlandırılan kavramları geliştirmiş ve 1971 yılında Japonya'da JIPM denilen Japon Fabrika Bakım Enstitüsü (Japan Institute of Plant Maintenance) tarafından tanımlanan Toplam Verimli Bakım (Total Productive Maintenance) ortaya çıkmıştır (Shirose, 1992, p.45)

TÜB, hızla uluslararası bir sistem haline gelmektedir. Amerika ve Avrupa ülkelerinde çok geniş bir uygulama görmüştür. TÜB, ülkemizde 1990'lı yılların başlarında kabul görmüş, başta Pirelli, Brisa, Kordsa, Tofaş, Arçelik, Netaş, Beko olmak üzere birçok firmada uygulanmaya başlanmıştır. Türkçeye "Toplam Verimli Bakım" olarak çevrilen Total Productive Maintenance, kalite ve verimliliğin üst sınırlarını sürekli olarak zorlayarak üretim araçlarının sıfır kayıp ve sıfır hata ile üretim yapar hale getirilmesi için uygulanabilecek bir bakım sistemidir (Kubilay, 1997, s.37).

1971 yılında Nippon Denso Şirketi Japonya'da TÜB'yi ilk uygulayan ve tanıtan firma olmuştur. İşte bu TÜB'nin başlangıcıdır (Suzuki, 1992, p.94). TÜB ilk olarak otomotiv endüstrisinde kök salmış, kısa sürede Toyota, Nissan, Mazda ve bunların yan sanayicileri için şirket kültürünün bir parçası haline gelmiştir. Bu anlayış aynı zamanda, beyaz eşya, mikro-elektronik, makine parçaları, plastik, film ve bunlar gibi diğer endüstrilerde de yayılmıştır. Son yıllarda gıda, kimyasal, ilaç, gaz, çimento, kağıt, demir gibi birçok endüstride TÜB benimsenmiştir (Suzuki, 1994, p.70).

### **4.3. Toplam Üretken Bakımın Hedefleri**

TÜB'nin hedeflerini farklı şekillerde tanımlamak mümkündür. Verimliliğin maksimize edilmesi, duruşların azaltılması gibi faktörlerin hepsi birer hedeftir. Ancak bunların hepsinin birer kayıp olduğu göz önünde bulundurulursa TÜB'nin en temel hedefi "sıfır" olarak özetlenebilir (Tsuchiya, 1992, p.45)

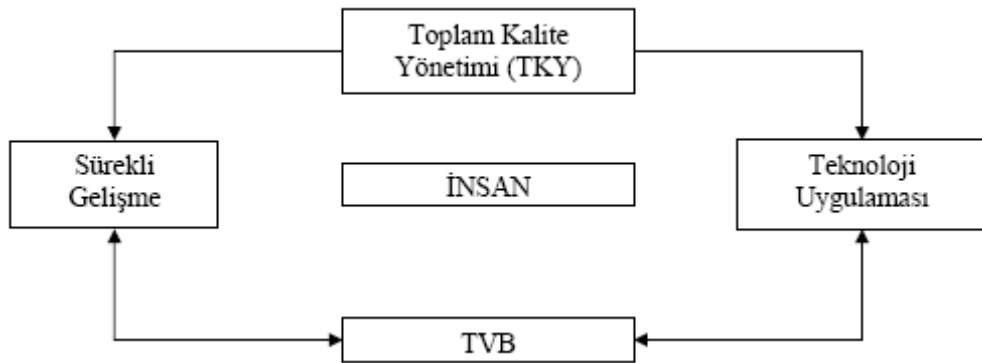
TÜB çalışmasında, bütün kayıpların elenerek (ideal halde sıfırlanarak), normal koşullarda önemli bir harcama yapmadan, tüm makinelerin

verimliliğinde ve ürün kalitesinde doğrudan ölçülebilir bir gelişme sağlamak hedeflenir.

TÜB'nin iş hedefleri ise şu şekilde sıralanabilir (Tsuchiya, 1992, p.46):

- Dünya çapında başarı,
- Müşteri memnuniyeti,
- Maliyette rekabet edebilme,
- Pazar payı.

TÜB'nin hedefiyle, şirketin iş hedefleri çakışır. Bu nedenle TÜB'nin bütün organizasyonca kabul görmesi gerekir. Şekil 2.3'de, TÜB-İş Hedefleri ilişkisi görülmektedir. Yapısında gerçek açıklık, güven ve karşılıklı saygı olmalıdır. TÜB, tek başına bir yönerge değildir. Şirketin iş yapma biçimi, vizyonu ve değerleriyle mantıksal bağı vardır. Bu nedenle şirket hedeflerine ulaşmanın bir yolu da TÜB uygulamasıdır (Kubilay, 1997, p.27).



Şekil 4.1 TÜB-İş hedefleri ilişkisi

(Kaynak: Kubilay, 1997, s.27)

Toplam üretken bakımın amacı, insan kaynaklarının ve ekipmanın gelişimi için şirket kültürünü yeniden yapılandırmaktır..insan kaynaklarının

gelişimi demek, fabrika otomasyonu taleplerinden sorumlu olan çalışanların eğitimi demektir (Nas, 2001, s.65).

1. Çalışanların aşağıda belirtilen yetenekleri kazanmaları gerekmektedir:

- Operatörler: Otonom Bakım yeteneği,
- Bakımcılar : Yüksek Kaliteli Bakım yeteneği,
- Üretim mühendisleri : Bakım gerektirmeyecek ekipman tasarımı yeteneği.

Toplam üretken bakım, insan kaynaklarının gelişimi için fabrika ekipmanlarını geliştirmeyi amaçlar.

2. Fabrikanın ekipman performansının yeniden yapılandırması için aşağıda belirtilenlerin yapılması gereklidir:

- Mevcut fabrika ekipman performansının iyileştirilerek toplam etkinliğin artırılması,
- Yeni ekipmanın tasarım süresinin ve çalışma süresinin minimize edilmesi.

3. Ayrıca Toplam üretken bakım, sadece insan kaynakları değil, satış , tasarım, sekreterlik ve diğer departmanların da gelişimini sağlayarak şirket kültürünü yeniden yapılandırmayı amaçlar. Toplam Üretken Bakımın temel konsepti Tablo 4.2'de yer almaktadır.

Tablo 4.2: Toplam Üretken Bakımın Temel Konsepti

|  |
|--|
| Toplam Üretken Bakımın Temel Konsepti  |
| 1. Karlı şirket kültürü yaratmak : Ekonomik etkinliği ve sıfır kaza, sıfır hata ve sıfır arıza gerçekleştirmeye çalışmak                     |
| 2. Önleyici felsefe  |
| 3. Tüm çalışanların katılımı : Hiyerarşik sistemde küçük grup aktiviteleri organize etme, operatörler tarafından "Otonom Bakım" aktiviteleri |
| 4. "Saha Aktiviteleri" : Görsel kontrol, çalışma çevresini temiz tutmak  |
| 5. Otomasyon ve adamsız fabrika : .insansız çalışma çevresi yaratmak   |

( Kaynak: Erdoğan, 2001. s.78)

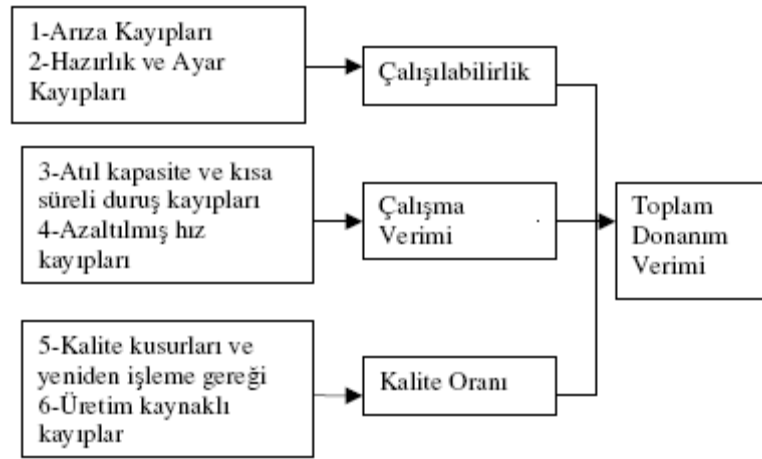
#### 4.4. Toplam Donanım Verimliliği

TÜB yönteminde; donanımın genel çalışma durumu hakkında veriye ulaşmak için Toplam Donanım Verimliliğinin hesaplanması gerekmektedir. Toplam Donanım Verimliliği; çalışabilirlik, çalışma verimi ve kalite oranı kavramlarının bileşiminden oluşmaktadır. Bu kavramlar aşağıda detaylı olarak açıklanmaktadır (Shirose, 1992, p.49).

Bu yöntemde performans değerlendirmesi yapan fabrikaların genellikle %50-60 arasında değişen oranlarda toplam donanım verimliliğine sahip olduğu görülür. Söz konusu kayıplar her işyerinde mevcut olabilirse de; her birinin görece oranı, donanımın özelliklerine, hatta bir araya getirilişine otomasyon şartlarına ve diğer faktörlere bağlı olarak değişir. Örneğin, eğer bir işyerinde bol miktarda kurma, ayar ve arıza kaybı mevcutsa özellikle çalışabilirlik oranı düşük olur. Bunun gibi, atıl kapasite ve kısa süreli duruşların bol miktarda mevcut olduğu bir işyerinde de özellikle çalışma verimi oranı düşük olacaktır.

TÜB sisteminde üst yönetimden alt yönetime kadar tüm çalışanlar Toplam Donanım Verimliliğini en üst düzeye çıkarmak için çalışırlar. Bu

faaliyetler için üst yönetimden, makine operatörlerinden, makine teknisyenlerinden ve üretim mühendislerinden TÜB'ın hedefleri; sıfır hata, sıfır duruş, en az donanım çevrim maliyetini elde etmek için destek alınır. Şekil 4.4'de Toplam Donanım Verimliliği'nin; çalışabilirlik, çalışma verimi ve kalite oranı arasındaki ilişkisi görülmektedir.



Sekil 4.4. Toplam Donanım Verimliliğinin, Çalışabilirlik, Çalışma Verimi ve Kalite Oranı ile ilişkisi

(Kaynak: Shirose, 1992, p.48)

#### 4.4.1. Kullanım Oranı

Kullanım oranı yükleme süresi içinde donanımın üretim yapabilir durumda olduğu süreyi gösteren bir orandır (İdea, 2003, s.59). Yükleme zamanı bir gün veya ay içinde toplam mevcut zamandan işletme tarafından planlanmış duruşların çıkarılmasıyla elde edilir.

Bunlar koruyucu ve düzeltici bakımları, sabah toplantılarını ve planlı idari faaliyetleri kapsar. Kayıp zaman; makine ayarları, takım değiştirme ve ayar değişiklikleri için kullanılan süredir. Kullanım oranı gerçek çalışma

süresinin (yükleme süresinden hat duruşlarının çıkarılmasıyla elde edilen süre) yükleme süresine oranıdır.

Bu süre matematiksel olarak şu formülle ifade edilebilir (İdea,2003, s.57).

$$\text{KULLANIM ORANI (KO)} = \frac{\text{Yükleme Süresi-Hat Duruşları}}{\text{Yükleme Süresi}}$$

Kullanım oranının nasıl hesaplanacağı bir örnek yardımıyla daha iyi açıklanabilir. Her gün tam programlanmış bir makinede bir vardiya 480 dakikadır. Bundan 30 dakika yemek ve 10'ar dakika yemekten önce ve sonra çay molası düşüldüncce makinenin yükleme süresi bir vardiya için 430 dakika olarak ortaya çıkar. Makine arızaları 60 dakika., takım değiştirme 20 dakikadır. Belirli bir is günü için, yükleme süresinin 430 dakika ve devre dışı kalınan toplam sürenin de 60 dakikası çeşitli arızalar, 20 dakikası takım değiştirme, 20 dakikası da ayar işlemleri olmak üzere 100 dakika olduğu hesaplanırsa, buna göre söz konusu gün için kullanım oranı:

$$\text{Kullanım Oranı} = \frac{430-100}{430} = \%76$$

Ancak, bu %76'lık kullanım oranı, fiili çalışma şartlarını doğru olarak göstermez. Çünkü arıza kaybını hesaba katmakla beraber; üretim hataları, hız kaybı ve diğer kayıp faktörlerini dikkate almamaktadır.

Donanımın gerçek kullanım oranı ilgili kayıtların duyarlılığı şirketlere bağlı olarak değişmektedir. Genelde bu rakamlar kayıt edilmemektedir. Bazı yöneticiler, işçinin kayıt için harcayacağı zamanı israf olarak görmekte ve bunun çalışma için kullanılması gerektiğine inanmaktadırlar. Kayıtların duyarlılığını belirlemek zordur. Zamanı saniyesine kadar ölçmeye gerek

yoktur. Fakat pratikte bu kayıtlardaki değerler gerçek değerden 10 dakikaya kadar değişen zaman birimlerinde fark etmektedirler. Bazı işletmeler ise yarım saati geçmeyen donanım duruşları için kayıt bile tutmamaktadırlar.

Ancak bu kabul edilebilir bir uygulama değildir. Bu şekilde ham veya hiç islenmemiş verilere dayandırılan kullanım oranları işletmeleri yanlış ve eksik yönetime yönlendirir. Eğer kârlı bir TÜB uygulaması ve en uygun donanım verimliliğinin izlenmesi isteniyorsa, aşağıdaki iki faktör önemlidir:

- Donanım çalışma kayıtlarının duyarlı olarak tutulmasını sağlayacak uygun bir yönetim anlayışı oluşturarak kontrol sağlamak.
- Donanım çalışma şartlarının ölçümü için duyarlı bir ölçek tasarlamak şarttır.

#### 4.4.2. Çalışma Verimi

Çalışma verimi, net çalışma oranı ve çalışma hızı oranı olmak üzere iki kavramdan oluşur. Net çalışma oranı, uzun bir çalışma süresi boyunca çalışma hızının ne ölçüde kararlı ve sabit kalabildiğini tanımlar. Fakat bu değer bize fiili hızın teorik hızdan daha mı fazla, daha mı düşük olduğunu söylemez. Donanımın düşük hızda çalıştığı sürelerle rağmen, çalışmanın dengeli olup olmadığını ölçer. Bu, kaydedilmiş küçük duruşların yanında günlük işlemler sırasında oluşan küçük problemleri de hesaba katar.

Net çalışma oranı ve çalışma hızı oranı matematiksel olarak şu formüllerle ifade edilebilir (İdea, 2003, s.58).;

$$\text{NET ÇALIŞMA ORANI} = \frac{\text{Fiili İşlem Zamanı}}{\text{Çalışma Zamanı}}$$

veya,

$$\text{NET ÇALIŞMA ORANI} = \frac{\text{Üretilen Miktar X Fiili Zaman}}{\text{Çalışma Zamanı}}$$

$$\text{ÇALIŞMA HIZ ORANI} = \frac{\text{Teorik Zaman}}{\text{Fiili Zaman}}$$

Çalışma verimi, çalışma hızı oranı ve net çalışma oranının ürünüdür. Donanım çalışma hızı oranıyla anlatılan teorik hız (tasarımdaki donanım kapasitesine dayalı olan hız) ile onun fiili çalışma hızı arasındaki farkı göstermektedir (Shirose, 1992, p.51).

Çalışma verimi matematiksel olarak aşağıdaki su formüllerle ifade edilebilir;

$$\text{ÇALIŞMA VERİMİ} = \text{Net Çalışma Oranı X Çalışma Hızı Oranı}$$

$$\text{ÇALIŞMA VERİMİ} = \frac{\text{Üretilen Miktar X Fiili Süre}}{\text{Çalışma Süresi}} \times \frac{\text{Teorik Süre}}{\text{Fiili Süre}}$$

$$\text{ÇALIŞMA VERİMİ} = \frac{\text{Üretilen Miktar X Teorik Süre}}{\text{Çalışma Süresi}}$$

Burada teorik süre ve fiili süre kavramını açıklamak gerekirse; teorik süre herhangi bir makinede fabrikanın yetkili süre ölçüm elemanları tarafından tespit edilmiş olan süredir.



#### 4.4.3. Kaliteli Ürün Oranı

Makinede üretim esnasında ortaya çıkan ıskarta veya kusurlu ürünler, o makinenin verimliliğini etkileyen kayıplardandır. Kaliteli ürün oranı, donanımda üretilen kalite kusursuz ürün miktarının toplam üretim miktarına oranıdır (İdea,2003, s.59).

$$\text{KALİTELİ ÜRÜN ORANI} = \frac{\text{Kaliteli Ürün Miktarı}}{\text{Toplam Üretim}}$$

#### 4.4.4. Toplam Donanım Verimliliğinin Hesaplanması

Üç aşamalı hesaplamanın tamamlanmasından sonra, toplam donanım erimliliğinin hesaplanması aşağıdaki gibidir (İdea,2003, s.60).

$$\text{TOPLAM DONANIM VERİMLİLİĞİ} = \text{Kullanım Oranı} \times \text{Çalışma Verimi} \times \text{Kaliteli Ürün Oranı}$$

### 4.5. Toplam Üretken Bakımı Uygulama Süreci (12 Adım Yöntemi)

Bir firmada üst yönetim olarak TÜB'a geçme kararı alınıp gerekli ön çalışmalar yapıldıktan sonra 12 adımdan oluşan Toplam Üretken Bakım Gelişim Program sürecine başlanır. Toplam Üretken Bakımın tüm çalışanlar tarafından kavranması ve uygulanmaya başlanabilmesi için bu 12 adım çok dikkatli olarak planlanması ve belirli bir zamana yayılması gereklidir. Bu 12 adım aşağıda tanımlanmaktadır (JIPM, 1983, p.34):

#### a. Üst Yönetimin Toplam Üretken Bakım Başlangıcını Deklare Etmesi

Firmaların en üst düzey yöneticilerinin sistem başlamadan tüm çalışanlara düzenleyeceği bir toplantı, sistemin ne olduğunun ve neler getireceğinin herkes tarafından anlaşılması için büyük bir fırsattır.

#### b. Başlangıç Eğitimleri ve Toplam Üretken Bakım Kampanyası

Toplam Üretken Bakımın esas olarak makine/ekipmanla birlikte insan kaynakları ile birlikte şirket kültürünü değiştirmeyi hedeflemesi nedeniyle, program başlangıcında tüm çalışanlara eğitimler verilerek çalışanların TÜB'ün ne olduğunu çabukça kavramaları sağlanabilir. Bu eğitimlerin sadece üretimde çalışan personele değil de tüm firma çalışanlarına verilmesi, entegrasyonu hızlandırır ve kolaylaştırır. Eğitimler olmaksızın yapılmaya çalışılacak uygulamalar başarısızlıkla sonuçlanacaktır.

#### c. Model Uygulaması

Yönetim tarzının benimsendiği model uygulamalar, tüm çalışanların katılımı ile başlatılır. Model uygulamalarda genellikle belirli bir makine ya da belirli bir bölüm uygulama konusu olarak alınır. Başarılı sonuçlar alındıktan sonra tüm fabrika geneline yaygınlaştırma yapılır.

#### d. Toplam Üretken Bakım Hedeflerinin Belirlenmesi

Toplam Üretken Bakım'da hedeflerin belirlenebilmesi için o anda bulunan durumun değerleri saptanmış olmalıdır. Bu değerlere göre belirli bir periyot için hedefler belirlenir. Hedeflerin iddialı değer olması gerekir ve hedefler ödüllerle desteklenmelidir. Aksi takdirde basit hedeflere dahi ulaşmak oldukça zordur.

#### e. Toplam Üretken Bakım Gelişimi İçin Temel Planın Hazırlanması

TÜB uygulamaları ile bir başarı ödülü alınabilecek düzeye gelinecek şekilde bir ana uygulama planı hazırlanmalıdır. Bu planın çok detaylı

hazırlanması gerekir. Gerektiğinde plan mutlaka revize edilmeli ve güncel durumla örtüşmesi sağlanmalıdır.

#### f. Toplam Üretken Bakım Başlama Vuruşu

TÜB Planı hazırlandıktan sonra, tüm fabrika genelinde uygulama yapılmaya başlanır. Uygulama başlangıcına örnek olarak, tüm başlama vuruşu davetlilerine dağıtılacak iyileştirme kartları, uygulama alanları dolaşarak iyileşmeye açık noktalara takılabilir ve kartların üzerine iyileştirme konusu ve öneriler kaydedilebilir. Bu toplantıya tüm beyaz ve mavi yakalılar katılabilir ve yine kartların takılması da herkes tarafından yapılabilir. Bu şekilde yapılacak bir uygulama ile saha çalışanları, yönetim kademelerinin de işlerin ortağı olduğu bilincine erişir ve motive olur.

#### g. Ekipman Etkinliğini Yükseltmek İçin İyileştirme Sistemleri Kurulması

Ekipman etkinliğinin yükseltilmesi için kaizen ekiplerinin kurulması gereklidir.

## 5. HIZLI KALIP DEĞİŞTİRME

### 5.1. Tanımı

Hızlı kalıp değiştirme ekipman ayarlarını ve değiştirme operasyonlarını 10 dakikanın altında yapılmasını mümkün kılan teknikler kümesidir (Shingo, 1988b, p.14). Üretim makinelerinin on dakikadan daha kısa bir sürede bir üründen diğerine geçebilmeleri için geliştirilen teknikler olarak da tanımlanır (Ohno, 1998, p.467).

### 5.2. Tarihsel Gelişim

Ünlü uzman Shigeo Shingo'ya göre yalın üretimin en önemli tekniği SMED'dir (Shingo, 1988b, p.14). Kitle üretim sisteminde stoklu çalışmaya birinci sırada gösterilen gerekçe ya da uzmanlara göre "mazeret", makinalarda bir kalıptan diğer kalıba hatasız ürün elde edecek şekilde geçme süresinin çok uzun tutmasıdır. Kitle üretim sisteminde bu sürenin uzun tutacağı adeta bir "veri" kabul edilir, dakikalar hatta bazen saatler alan hazırlık sürelerinin radikal olarak kısaltılması için gerekli çaba gösterilmez. Oysa hazırlık süresi uzadıkça, makinanın aynı parçayı büyük miktarlarda üretmesi/işlemesi bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır, çünkü makina herhangi bir kalıbı en az hazırlık süresi kadar kullanmalıdır ki makinadan alınan verim yüksek, işçilik maliyetleri düşük olsun. Bu durumda stoksuz çalışma yani karışık yükleme akışına ayak uyduracak şekilde değişik parçaları birbiri ardı sıra ve ancak hemen o an ge-reken miktarlarda üretme diğer her şey yalın üretime göre yeniden düzenlense bile, imkansız hale gelmektedir (Shingo, 1988b, p.26).

Fabrikalarda, küçük partiler halinde üretim yaparken karşılaşılan en önemli sorun model değişimi (hazırlık) için harcanan uzun zamandır.

Kalıpların ve takımların değiştirilmesi, ayarlanması, spesifikasyonlara uygun yeni ürün çıkıncaya kadar geçen süre, ayrılan hurda parçalar başlıca kayıpları oluşturur. Hazırlık kayıplarından çekinen mühendislerin eğilimi ihtiyaçtan (siparişi almandan) fazla parça üretip, bunları stokta muhafaza etme yönündedir. Yukarıdaki duruma bakarak, başta Toyota olmak üzere dünyanın pek çok ülkesinde sayısız şirkete danışmanlık yapmış olan Shigeo Shingo, daha 1950'lerde stoksuz üretim için "olmazsa olmaz" birincil koşulun, makinaların hazırlık süresinin kısaltılması olduğunu görmüş, ve geliştirdiği yöntemlerle yüzlerce şirkette kendi iddia ettiği gibi hazırlık sürelerini, hem de çok kısa bir zaman dilimi içinde radikal olarak indirmeyi başarmıştır. Böylece herhangi bir makina, bir parçadan değişik başka bir parçaya birkaç dakika, hatta 1 dakikanın altında geçebilecek duruma gelmiş, makinalar inanılmaz bir esneklik kazanarak, stoksuz üretime uygun hale gelmişlerdir (Shingo, 1988b, p.27).

Shingo'nun hazırlık sürelerini kısaltmak için geliştirdiği ve "single-minute exchange of dies: SMED" olarak adlandırdığı yöntem yalın üretimin en önemli tekniklerinden birisidir. Ancak, Shingo'nun hangi makina olursa olsun, hazırlık süresini bir dakikaya indirebileceğini belirttiği ve başarıyla uyguladığı SMED tekniği, aslında öylesine basit ama etkin ilkelere dayanmaktadır ki, bu ilkeleri ana hatları itibariyle uygulanması ve hatta sırf bu kısıtlı bilgilerin bile firmalara hazırlık olayına farklı yaklaşımlarına yetmektedir.

Hızlı Kalıp Değişimi genel olarak SMED sistemi olarak bilinir. Bu isminin Tek dakikalık kalıp değişmesini baş harflerinden almıştır. Bu terim on dakikanın altında olan takım işlemlerine bir teori ve teknik göndermesini yapar bu birkaç dakikanın tek grupta belirlenmesi bu sistemin kazancıdır. Bu birçok durumda sürpriz bir şekilde yoğun karşılaşılabilecek bir süreçtir.

Bir çok kitap "Çabuk kalıp değiştirme ve Ani işlem" gibi Japonya'da çıkmıştır. Japon endüstri mühendisleri indirgenmiş takım zamanının rekabete dayanan endüstriyel bir pozisyon geliştirmede anahtar olduğunu anlamışlardır. Değişik endüstriyel ve bunların değişik makina çeşitleri SMED'in bu kurallarını kendi üretim proseslerine uygulayabilirler ve

verimlilikte ve kısaltılmış zamanda sonuç almada doyurucu gelişmeler gösterebilir.

SMED sistemi bir işlemin 4 saatten 3 dakikaya indirilmesini olanaklı hale getirmeye izin veren üç temel düşünceyi kapsar(Shingo, 1988b, p.31).

- Üretim hakkında çok basit bir düşünce (SMED altında yatan kavram).
- Düzenlenmiş kavramdan sağlanan pratik metotlar (Realistik bir sistem).
- Pratik tekniklerin örnekleri (Pratik metot).

Bu noktada takım zamanı gelişmesi ile ilgili olarak geleneksel aşamayı özetlersek:

-Takım değişmesindeki ustalık uzun dönemli deneyim ve yetenek ve çalışma gerektirir.

-Büyük parti üretimi takım zamanının etkisini azaltır. Çalışanların zamanında kesinti yaratır. Birleştirici tezgah operasyonları takım zamanlarını kısaltır ve verimli çalışmayı ve üretim kapasitesini artırır.

-Büyük parti üretimi envanter fazlaşmasını getirir. Ekonomik partiler, envanter kalitesini düzenler ve ona göre belirler.

Bu düşünceler rasyonel üretim politikalarının temel kaynağını oluşturur. Bunlar önemli bir kör noktayı gizler konuşulmayan varsayıma göre takım zamanları ve kendi başına şiddetli bir azaltma yapamaz. Takım düzeltmeleri bundan daha önce düzenli bir şekilde izlenmiyor olmasının sebebi, takım üreticilerinin bu noktada anlaşma yapmaları ve çalışanların yeteneklerine güvenmeleriydi. Takım değiştirmelerin sayısı küçük parti üretimlerine biz çeşitlilik istersek azaltılamaz, ama zamanın azaltılması mümkündür. Bu yüzden küçük parti üretimlerine direkt takım zamanının etkisi etkileyici bir şekilde azaltılabilir ve envanter büyük ölçüde kesilebilir. Bu üretim planlamasını çoğu zaman büyük partilerde yüksek üretim olduğu zaman kafa karıştırdığını görüyoruz. Bu fazla envanterin yaratılmasının kaçınılmaz

olduğunu gösteriyor ve fazla envanterin elemine edildiği karşılaştırma olanağı sağlıyor(Shingo, 1988b, p.34).

Çeşitli ürünler üretmek yerine firmalar sadece siparişe göre üretim yapıyorlardır. Bu düşünce, üretim konseptince bir devrim yaratacaktır.

SMED'i geliştirmek 19 uzun yıl almıştır. 1950 yılında Toyota endüstrisinde geliştirici bir çalışma yaparken başlamıştır. İlk kez iki çeşit takım operasyonunun olduğunu görmüştür. "Kalıbın içten değiştirilmesi" bu sadece makine kapalı iken yapılabiliyordu ve "Dıştan kalıp değiştirme" bu makine açık iken de yapılabiliyordu.

SMED sistemi, yalnızca yeni bir teknik değildir. Bu tamamen üretimin kendisi üzerinde yeni bir düşünce sistemidir. SMED sistemi bazı Japon endüstrilerinde çok gelişmiştir ve tüm dünyaya yayılmaya başlamıştır. Fransa'da Citroën, İsviçre'de H. Weidmann şirketi SMED'i tatmin edici verimlilik gelişmeleri için kullanıyorlardı. Birçok ülkede pozitif sonuçlar; SMED' in teorisi ve teknikleri anlaşıldıktan ve uygulandıktan sonra elde edilmiştir(Shingo, 1988b, p.38).

## 5.2. SMED'in Temel İlkeleri

SMED yaklaşımını şekillendiren, uygulamasına yön veren ana ilke, yalın üretimin diğer tekniklerinde de olduğu gibi, "gereksiz zaman harcamalarından kurtulmak" tır. Tüm SMED yaklaşımında ve SMED'in alt ilkelerinde bu anlayış hakimdir.

Temel SMED ilkeleri şunlardır (Acar, 2002, s.85-103).

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

a. İlk olarak halihazırdaki uygulamada hangi işler makina durduğunda, hangileri makina çalışırken yapılıyor, saptanmalıdır.

b. Bunlar içinde bazı işler rahatlıkla ve önemli bir değişikliğe gidilmeden makina çalışırken de yapılabilir olmalarına karşın, halihazırda makina durduğu zaman yapılıyorsa, 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 rulmanlı sistemler ya da taşıyıcılar (arabalar) kullanılmalıdır. Bu tür “mekanizasyon” bir kalıptan ötekine geçiş süresini kısaltacaktır.

3) Kalıp bağlama sırasında makinayı ayarlama gereğini önlemek de zaman tasarrufu sağlayacaktır. Bunun için bağlama sürecinde kullanılan kalıp ve makina bölümlerinde standartlaşmaya gitmek önemlidir. Örneğin, kalıpların makinaya bağlantı kısımları standart hale getirilirse (yani aynı boyut ve şekilde olursa), kalıplar bağlanırken aynı bağlayıcılar ve takımlar kullanılabilir. Böylece standartlaşan kalıp değiştirme işi daha az süre tutacaktır.

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 çalışmalarısıyla harcanır. Oysa bu zaman kaybı,



kalıbın ilk anda tam gerektiği şekilde yerine oturması sağlanırsa, kendiliğinden önlenmiş olacaktır. Burada kullanılacak yöntemler arasında kalıbın bir dokunuşta yerine oturabileceği “kaset” sistemleri, ya da makinaya 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 hazırlık süresi hala yaklaşık 45 dakika tutarken, Shingo daha 1971’de Toyota’da bu işlemi 3 dakikaya indirmeyi başarmıştır. Dünyanın her yerinde de aynı başarıyı, değişik sanayi kollarında elde etmiştir.

SMED’in küçük-miktarlarda üretime geçmek için etkin bir teknik olduğunu kabul edersek, bizim bir firma olarak bu işten somut kazancımız ne olacaktır? Yani, bu işe kalkışmamıza değer mi? Gerçekten de, sadece Türkiye’de değil, dünyanın pek çok yerinde çoğu firma on yıllardır büyük-miktarlarda üretim uygulaması içinde oldukları için, SMED’le sağlanabilecek kazançların boyutu hemen fark edilmeyebilir. Oysa SMED’le yakalanabilecek avantajlar hiçbir firmanın göz ardı edemeyeceği denli büyük çaptadır (Acar, 2002, s.89).

Amerikan Omark Industries şirketinin yöneticileri, maliyetleri düşürmek için küçük adetlerde üretime geçip mevcut stok seviyelerini aşağıya çekmeleri gerektiğine karar verirler ve bu amaçla bir dizi çalışmalar başlatırlar. Ancak, önlerine hep aynı engel çıkmaktadır. Kalıp değişim sürelerinin uzun sürmesi, dolayısıyla küçük adetlerde üretim için ön koşul olan sık kalıp değişimi yapılmasının, mevcut kurulum sürelerinde imkansız oluşu. Tam o sırada, şirketin genel müdür yardımcısı, Shingo’nun ünlü kitabını okur ve SMED’in etki gücüne ikna olur. Hemen bir ekip oluşturur ve SMED’in öğrenilip Omark Industries’te de uygulanmasını ister. Ekibin

başarısı hiç de yabana atılacak gibi değildir. Sadece bir ay içinde, iki saat tutan kalıp değişim süreleri, bir buçuk dakikaya indirilir (Shingo, 1988b, p.364).

Toyota gelişimi sırasında başlangıçta 8 saati bulan kalıp değiştirme sürelerini 3 dakikaya indirebilmiştir. Toyota uyguladığı farklı üretim modeli ile bir işçisinin üretkenliğini 1950'de yılda 2 den; 1960'da 14,8'e, 1970'de 19,4'e 1982 yılında ise 56'ya çıkartmayı başarmıştır (Aynı dönemde Chrysler'de bir işçi yılda ortalama 16 otomobil üretebiliyordu) (Ohno, 1998, p.28).

### 5.3. SMED Uygulamasının Aşamaları

İki tip hazırlık türü vardır. Bunlar (Gemba, 2004, s.15);

İç hazırlık: Eski kalıbı sökmek ve yerine yenisini takarak üretime başlamak, bu süre içerisinde makinanın durdurulması, üretime ara verilmesi kaçınılmazdır.

Dış hazırlık: makine çalışırken, üretime devam edilirken de yapılabilecek faaliyetlerdir.

Bunlar;

- bağlanacak kalıbın getirilmesi
- sökülen kalıbın temizlenmesi
- sökülen kalıbın bakımı ve raftaki yerine taşınması.

Bir işletmede SMED uygulamasına geçildiğinde uygulanması gereken 3 aşama vardır. Bunlar;

- İç ve Dış hazırlık süreçlerinin birbirinden ayrılması

- İç hazırlığın Dış Hazırlık sürecine çevrilmesi
- SMED' i İç ve Dış Hazırlığa Ayrı Ayrı Uygulamak

### **5.3.1. İç ve Dış Hazırlık Süreçlerinin Birbirinden Ayrılması**

SMED'in uygulanmasında en önemli aşama iç ve dış hazırlık olayının birbirinden ayırt edilmesidir. Makine durdurulduğunda parçaların hazırlanma, onarım gibi işleri yapılmaz.

Bunun yerine hazırlık işlemini dış işlem olarak ayırabilmek için bilimsel gayretler sarf eder, bu yönde gelişme kaydedebilirse o zaman makine kapalı olduğunda iç hazırlık süreci için 30% ve % 50 oranında zamandan tasarruf sağlamış olunur. İç ve dış hazırlık olayının ayırt edilmesini teşvik ederek SMED'in başarılması için pasaport çıkarmış olunur.

Geleneksel çalışma durumunda bir kaç çeşit kayıp meydana gelmektedir. Bunlar (Smed, 2006, s.2);

-Üretimi tamamlanmış mallar depoya kaldırıldığında veya stoktaki hammadde partisi eskisinin yerine geçebilmek amacıyla getirilme süresi içerisinde makineler kapatılmıştır. Bu taşıma işlemi süresi içerisinde değerli zaman kaybedilmiştir.

-İç ayarlar başlayınca veya kurulduktan sonra aşınmış parçalar ortaya çıktığında bıçaklar, bloklar vb. gönderilmektedir. Sonuç olarak parçaları kaldırmak ve yenileri ile değiştirmek zaman kaybına neden olmaktadır. Üretimden sonra ham madde ve üretilmiş malların nakliyesi sırasında kayıp ortaya çıkmaktadır. Gereksiz olan parçalar, araç gereç odasına taşındığında makine sürekli kapalı bulunmaktadır.

-Titreşimler ve sallantılar olduğunda, iyi yerleştirilmediğini ve gerekli tamiratın yapılmadığını anlaşıyor; civatalarda sorun meydana gelmektedir çünkü civata yuvası çok sıkıştırılmıştır veya uygun büyüklükte kalınlık bulunamamıştır

Ne kadar kötü olursa olsun kalıp değiştirme süreci izlenmeli ve bir kalıp değiştirme talimatı hazırlanmalıdır. Geliştirme faaliyetleri boyunca talimat revize edilerek daima güncel kılınmalıdır. Kurulum süresi boyunca ihtiyaç duyulabilecek tüm araç gereçler ve malzemenin bir listesi yapılmalıdır (İdea, 2004,s.17).

Kontrol listesinin kullanımı; çalışma süresince gerekli olan tüm parçaları ve işlem basamaklarını içeren bir liste hazırlanmalı. Bu listeyle çalışma şartları iki kez kontrol edilmiş ve böylece çalışma şartlarında hata yapılmamış olur. Aynı zamanda kontrol tablosu dediğimiz şey de çok yararlıdır. Kontrol tablosu dediğimiz şeyin üzerinde tüm parçaların ve gerekli olan araç gereçlerin çizimleri vardır. İ alışma işlemi başlatılmadan önce tüm ilgili parçaların uygun çizimleri yapılır. Böylelikle operatörün bu tabloya kısa bir süre için göz atması ile parçaların durumunu, eksik var mı gibi tespitini yapılabilmesi mümkün ve bu teknik böylece son derece yararlı olmaktadır. Bu kontrol tablosunun eksik tarafı ise çalışma şartlarının kendiliğinden ayırt edememesidir. Buna rağmen kontrol listesini tamamlayan değerli bir unsurdur (Smed, 2006, s.3).

İ hazırlığı dış hazırlıktan ayırt edebilmek için hazırlık süreci alt adımlara ayrılarak incelenmelidir. En önce akla gelebilecek metot, elde kronometre ile yoğun iş analizi yapmaktır Genellikle, işi çok iyi bilen bir usta veya operatörün sorgulaması önemli ipuçları verebilir. Hazırlık işlemine videoya kaydedip, sonradan analiz etmek de iyi bir metot olabilir. Böylece ilk bakışta gözden kaçmış hareketlerin yakalanması mümkün olur (İdea, 2004,s.18).

Yapılan gözlem ve sorgulamalardan sonra, elde edilen verilerin daha anlaşılır olması ve kolaylıkla analiz edilebilmelerini sağlayabilmek için yapılması gereken şunlardır (İdea, 2004,s.19):

- Makina ve kalıp parkını kapsayan yerleşim planı üzerinde operatrlerin, taşıyıcı araçların (vinç, forklift, transpalet, vb.) spagetti diyagramları oluşturulur. Elde edilen zaman tablosu "Hazırlık Operasyon Adımları Zaman izelgesi"ne işlenir. Her bir operatör veya hazırlık görevlisi için ayrı ayrı izelge oluşturmada fayda vardır.

- Elde edilen ve görsel hale getirilen veriler, başlangıçta yazılmış olan talimat göz önüne alınarak, hazırlık görevlilerinin de hazır bulunduğu bir oturumda incelenir. Bu aşamada, beyin fırtınası gibi problem çözme tekniklerinin kullanılmalıdır.
- Her bir hazırlık operasyon adımının üzerinden gidilerek, bu adımın dış hazırlık mı, yoksa iç hazırlık mı olduğu konusunda karar verilmelidir. SMED' in ilk adımında her hangi bir yatırıma ihtiyaç duyulmadan sadece belirli prosedürler üzerinde anlaşarak ve bunları uygulayarak iyileştirme yapılması gerekmektedir.

İç ve dış hazırlık ayırımı yapıldığında, yeni bir kalıp bağlama operasyonunda dış hazırlık işlemlerinin hazırlık öncesi, makina çalışırken yapılması yoluna gidilir. Hazırlık süresi ve operasyon adımları yeniden ölçülerek raporlanır. Yeni uygulamanın eskisine nazaran daha avantajlı olduğuna karar verildiğinde, hazırlık talimatı revize edilerek durum resmileştirilir (Smed, 2006, s.4).

### **5.3.2. İç Hazırlık Sürecinin Dış Hazırlık Sürecine Çevrilmesi**

İç kurulum'u dış kurulumla dönüştürebilmek için kurulum alt adımlarının işlevlerine bakılması gerekmektedir. Ardından, iç kurulum bileşenlerini dış kurulumla kaydırabilmenin yolları bulunabilir. Bu dönüşüm için, ekipmanın çalışma rejimine hazırlanması, standartlaşma ve ara fikstürlerin kullanılması gibi tekniklere başvurulur (İdea, 2004, s.21).

İç hazırlık sürecinin dış hazırlık sürecinden ayrılmasından dolayı %30 ile %50 oranında zamandan tasarruf edileceğine inanılmaktadır. Bu yüksek oran dahi SMED'in başarılması için yeterli değildir. İç hazırlık olayının dış hazırlık olayına dönüştürülmesi aşaması iki önemli hususu içermektedir (Shingo, 1988, s.87):

- İşlemler yeniden gözden geçirilerek herhangi bir adımın iç işlem olarak yanlışlıkla uygulanıp uygulanmadığı konusu kontrol edilmelidir.

- Bu adımların dış hazırlık aşamasına döndürülmesi yollarının araştırılması.

İç hazırlığı dış hazırlığa dönüştürebilmek için hazırlık alt adımlarının işlevlerine bakmamız gerekiyor. Sonra, iç hazırlık bileşenlerini dış hazırlığa kaydırabilmenin yolları bulunabilir.

### **5.3.3. Hızlı Kalıp Değişimini İç ve Dış Hazırlığa Ayrı Ayrı Uygulamak**

SMED'in birinci kademesinde iç ve dış hazırlıkları birbirinden ayrılır. Daha sonra, mümkün olduğunca iç hazırlık faaliyetlerinden bir kısmını dış hazırlığa kaydırarak makinanın üretim yapmadığı süreyi kısaltmaya çalışılır. Nadiren de olsa ikinci kademe sonunda SMED hedefine ulaşılabilir. Fakat genellikle 3. kademeye de başvurulması gerekecektir. Bu aşamada iç hazırlık faaliyetlerini kısaltmanın yolları aranır. Bulunan yollar dış hazırlık faaliyetlerinin de kısaltmasına yol açacaktır.

SMED uygulamasına yeni başlamış fabrikalarda yaygın olarak görülebilen bazı özellikler vardır. Bunlar (Shingo, 1988b, p.93):

-Bağlanacak kalıp üzerinde, üretim öncesi yapılması gereken temizlik ve fonksiyon kontrolü kalıp makinaya bağlandıktan sonra yapılmaktadır. Ortaya çıkabilecek eksiklikler ve bozuk parçalar, çok kıymetli olan makina zamanı içerisinde tamamlanmakta veya onarılmaktadır.

-Bağlanacak kalıp parkında veya kalıp bakım atölyesinde ve üretimi biten kalıp söküldükten sonra yeni kalıbın makina yanına getirilmesi akla gelmektedir.

- İhtiyaç duyulduğu an taşıyıcı araçlar (vinç, forklift, transpalet, vb.) çağırılmakta, çoğu kez bunlar başka işle meşgul olduklarından kalıbı değişen makinanın yanına getirilebilmeleri gecikmektedir. SMED öncesi hazırlık

süresinin uzamasına neden olan, en önemli kronik sebep taşıyıcı araçların süreci aksatmasıdır(Shingo, 1988b, p.96).

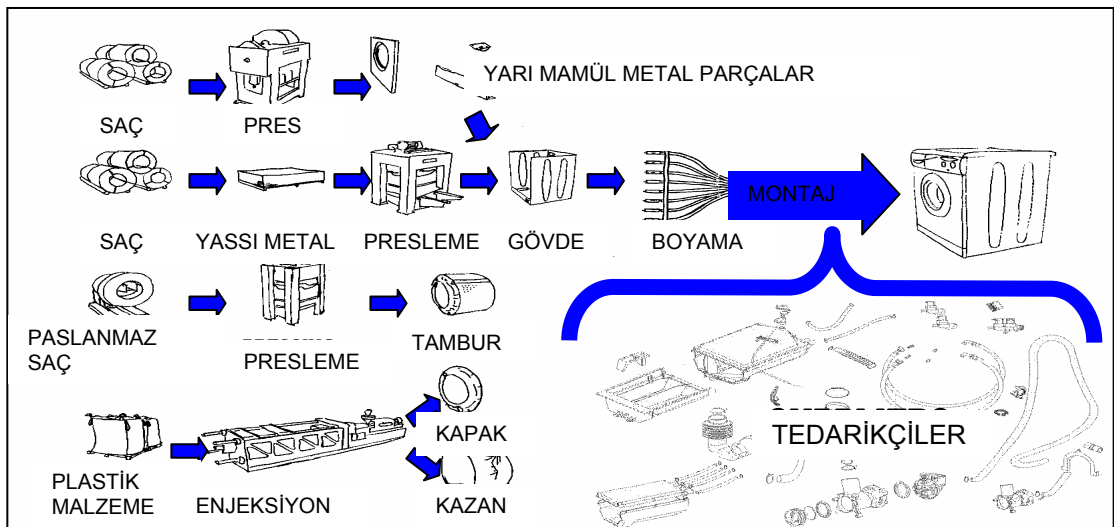
Makinalara bağlanacak kalıplar veya diğer teçhizat stok bölgesinde üretime hazır vaziyette bekletilmelidir. Kalıplara ve kalıpların üzerine bağlanacak elemanlara kolay ulaşım için renk faktörü kullanılmalıdır. Büyük makinalarda kurulum yapılırken kurulum sorumlusu operatörün makinanın her iki yanında bağlantılara müdahale etmesi gerekecektir. Bu durumda kurulum iki operatör tarafından paralel olarak gerçekleştirilerek gereksiz yürümler engellenebilir. Kurulum ekipmanlarının mekanizasyonu ve otomasyonu artırılmalıdır (İdea, 2004, s.26).

## 6. ABC İŞLETMESİNDE BİR TÜB VE SMED UYGULAMASI

Bu bölümde ABC şirketinde uygulanan yalın üretim tekniklerinden bir yönetim biçimi olarak TÜB uygulamaları ve bu uygulamalar ile işletme performans göstergelerinde elde edilen iyileşmeler yıllara bağlı olarak istatistiki olarak verilmeye çalışılmıştır. Ayrıca TÜB 'ye bağlı olarak üretim prosesinde yapılan bir SMED uygulaması anlatılmıştır. Bu uygulama plastik enjeksiyon tezgahında kurulum süresini kısaltmak amacıyla yapılmıştır.

### 6.1. İşletmeye İlişkin Bilgiler

Beyaz eşya sektöründe faaliyet gösteren ABC şirketinde 124'ü beyaz yaka ve 930'u mavi yaka olmak üzere toplamda 1054 kişi çalışmaktadır. İşletme üretim faaliyetlerini 35.000 m<sup>2</sup> alanda gerçekleştirmektedir. Üretim faaliyetlerini gerçekleştirdiği kampüs içerisinde Ar-Ge merkezi ve tüketici hizmetleri tesisleri de bulunmaktadır. Şirket yılda 2.700.000 adet çamaşır makinası üretimi yapmaktadır. Şirket ürettiği ürünlerden bir kısmını iç piyasaya sürmektedir ve ayrıca önemli miktarda ihracat yapmaktadır. Şekil 6.1'de bir çamaşır makinası üretimindeki alt prosesler ve üretim akışı gösterilmektedir.



Şekil 6.1 ABC şirketinde üretim akışı



## 6.2. TB Uygulaması

ABC şirketinde TB uygulaması için 1996 yılında yapılan bir başlangıç toplantısı ile yapılmıştır. Toplantıya çalışanlar, yansanayiler ve müşteriler katılmıştır. Toplantıda üst yönetim, TB'yi işletmede uygulayacağını duyurmuştur. 2nci adımda ise çalışanlara TB ile ilgili eğitimler verilmiş ve farkındalık seviyeleri artırılmaya çalışılmıştır. 3ncü adımda TB'de görev alacak kişiler belirlenmiş ve bir organizasyon oluşturulmuştur.

Ardından ulaşılması istenen hedefler belirlenmiş ve bir ana plan hazırlanmıştır. Tüm çalışanların katılımı ile başlangıç çalışması olarak işletmede 5S yapılmıştır. Daha sonra üretim takımları sürekli iyileştirme, planlı ve otonom bakım faaliyetlerine başlamışlardır.

Sürekli iyileştirme kapsamında işletmenin verimsizliklerinin ve dar boğazlarının neler olduğu TB organizasyonu altında faaliyet gösteren senkronize üretim ve sürekli iyileştirme komiteleri tarafından belirlenmiştir. Belirlenen bu noktalarda iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. Bu iyileştirme çalışmalarında üretim hattında çalışan operatörler aktif görev almışlardır. TB uygulamasının başlangıcında işletmede verimsizliklerin büyük olması sebebiyle verimsizlikler yönetim ve mühendisler tarafından belirlenmiştir. Yapılan iyileştirmelerle büyük verimsizlikler ortadan kaldırıldığından dolayı nispeten küçük verimsizlikleri belirlemek güçleşmiştir. Bu aşamada operatörler kendi çalıştıkları alanlarda verimsizlikleri tespit etmeye başlamışlar ve küçük iyileştirmeler ile verimsizlikleri ortadan kaldırmak için çalışmalar yapmışlardır.

Planlı bakım komitesi işletme genelindeki tezgahların için bakım programları hazırlamış ve bu programları gerçekleştirmişlerdir. Otonom bakım komitesi temizlik ve yağlama gibi bazı küçük çaplı bakım işlerini tezgahta çalışan ve asıl işi bakım olmayan operatörlere yaptırmak için çalışmalar yürütmüştür. Tüm uygulamalar ile tezgahların kullanım etkinliklerinin artırılması planlanmıştır.

Üretim bölümlerine destek olarak kalite bölümü, kalite bakım faaliyetlerini yürütmüştür. Üründe meydana gelen kalite hatalarını ortadan kaldırmak için üretim sürecinde görev alan tüm birimlerden çalışanların katıldığı kalite iyileştirme faaliyetleri yürütülmüştür. Bu faaliyetlerde yan sanayiden gelen parçalar ve hammaddeler, işletme içinde üretilen parçalar ve montaj işlemleri detaylı olarak incelenmiş ve kalite hataları giderilmeye çalışılmıştır.

Erken ekipman komitesi üretim mühendisliği bölümü çalışanlarının katılımı ile erken ekipman faaliyetlerini gerçekleştirmiştir. Bu faaliyetler kapsamında üretimde görev alan çalışanlar kendi kullandıkları tezgahların bakım ihtiyacını azaltacak öneriler hazırlamış ve erken ekipman komitesine iletmışlerdir. Erken ekipman komitesi ise yeni üretim tezgahının siparişlerini verilen bu önerileri dikkate alarak vermeye başlamıştır. Böylelikle tezgahların bakım ihtiyacının azaltılması, tezgah verimliliklerinin ve tezgahlardan çıkan kaliteli ürün oranının artırılması amaçlanmıştır.

Erken ürün komitesi ürün geliştirme bölümü çalışanlarının katılımı ile erken ürün faaliyetlerini gerçekleştirmiştir. Bu komite yeni bir ürünün tasarımında müşterilerden, kalite bölümünden ve üretim bölümünden gelen geri bildirimleri kullanmışlardır. Bu faaliyetlerle ile üretilebilir, kaliteli ve müşteri ihtiyaçlarını karşılayabilen ürünlerin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

TÜB uygulamasının ilerleyen aşamalarında endirekt ve yönetsel bölümlerde de daha verimli çalışmak adına bir takım faaliyetlerde bulunulmuştur. Son olarak, güvenlik,sağlık ve çevre sistemi oluşturulmuştur.

### **6.2.1. TÜB Organizasyonunun Oluşturulması**

ABC şirketinde TÜB faaliyetlerinin gerçekleştirmesi için ilk olarak bir TMP organizasyonu kurulmuştur. Bu organizasyon TÜB üst kurulu, TÜB ofis, komiteler, takımlar ve TÜB ekiplerinden oluşmaktadır. Organizasyondaki her

bir birim TÜB'nin hedeflerini gerçekleştirilmesinde ayrı görevlerde bulunmaktadır.

TÜB üst kurulu, tüm fabrikadaki TÜB'in faaliyet planını yürürlüğe koyar ve uygulamaları izler. Tüm alt çalışma gruplarını motive etmektedir.

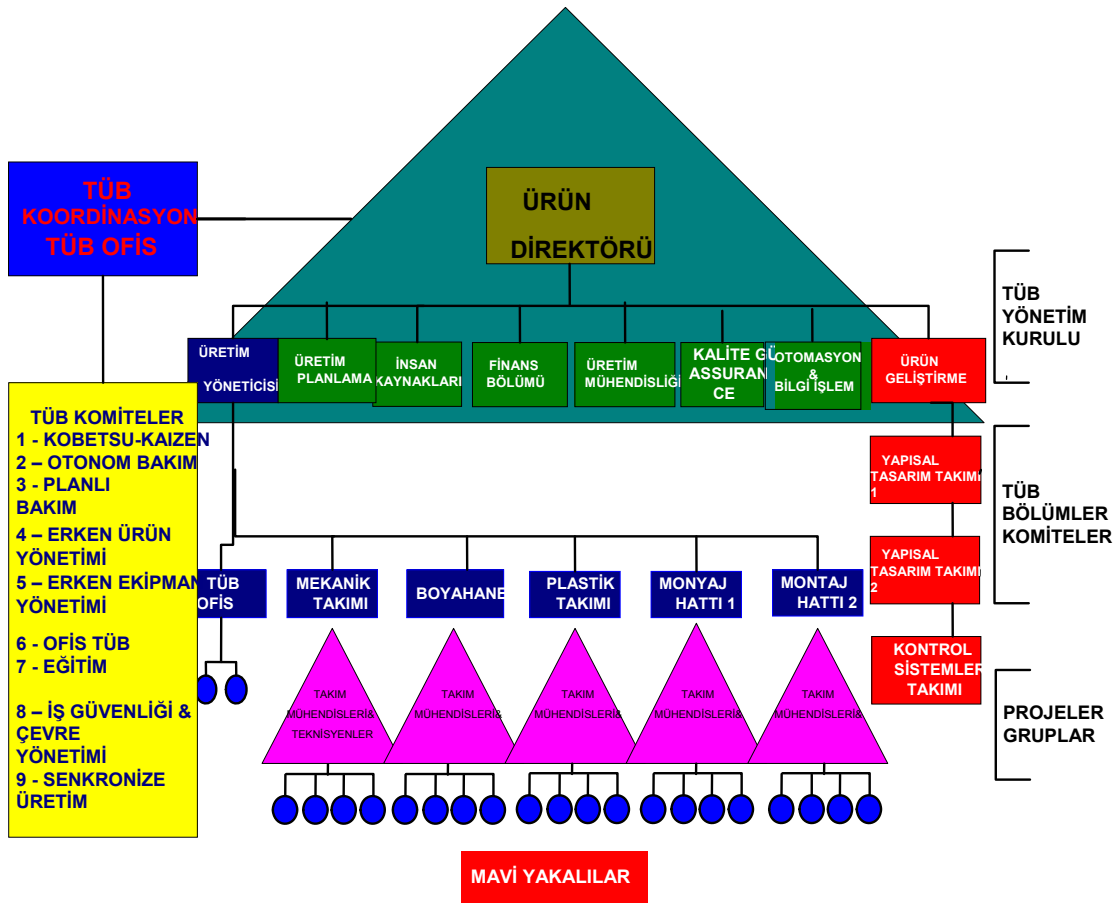
TÜB ofis ise genel olarak TÜB faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi sırasında organizasyondaki birimlerin koordinasyonunu sağlar. Takımlardan gelen soruları çözüme yardımcı olur. TÜB'in tüm faaliyet planını oluşmasında takımlarla koordineli çalışır. TÜB çalışmalarına yönelik ilerlemeleri izler ve yönlendirir.

TÜB organizasyonunda komiteler; Kobetsu Kaizen (Sürekli İyileştirme), Otonom Bakım, Planlı Bakım, Erken Ürün, Erken Ekipman, Eğitim, Ofis TÜB ve İş Güvenliği ve Çevre/Hijyen komitelerinden meydana gelmektedir. Komitelerin her birinin işletmeyi daha ileri bir seviyeye götürmek için hedefleri vardır. Kobetsu Kaizen komitesi, işletmedeki tüm verimsizlikleri ortadan kaldırmak için sürekli olarak iyileştirme çalışmaları yapar. Otonom Bakım Komitesi, bakım faaliyetini tezgahlarda çalışan tüm operatörlere yaymaya çalışır ve "benim tezgahım" bilincini çalışanlara vermeye çalışır. Tezgahta bir arıza çıktığında bakım operatörüne ihtiyaç duyulmaksızın tezgah operatörü tezgaha müdahale edebilir. Planlı Bakım Komitesi, üretim tezgahlarının planlı olarak bakımından sorumludur. Erken Ekipman Komitesi, elde edilen tecrübelerle dayanarak bir yeni bir ekipman tasarlanacağı yada satın alınacağı sırada devreye girer ve eski ekipmanlarda önceden meydana gelen sorunların yeni ekipmanlarda da çıkmasını önlemeye çalışır. Eğitim Komitesi, çalışanların yalın üretim konusundaki bilgilerini artırmak için düzenli olarak eğitimler verir. Ofis TÜB komitesi, genel olarak TÜB faaliyetlerinin koordineli bir şekilde yürütülmesi için çalışmalarda bulunur. İş Güvenliği ve Çevre/Hijyen komitesi, iş kazalarının önlenmesi ve çalışanların daha iyi bir ortamda çalışabilmeleri için faaliyetlerde bulunur. Senkronize Üretim Komitesi, tüm üretim sürecinin senkronize (eş zamanlı) yürütülebilmesi için çalışmalarda bulunur.

TÜB organizasyonunda takımlar, TÜB ekiplerinin otonom bakım ve verimlilik hedeflerine yönelik ilerlemelerini izler ve yönlendirir. TÜB ekiplerine destek olur. Teknik yetersizliklere karşı gerekli müdahalelerin yapılmasını sağlar. Kendi faaliyet planını oluşturur ve alt gruplara rehber olur.

TÜB ekipleri ise, otonom bakımın 7 adımı için hedeflenen çalışmalarını düzenler ve yapar. Verimlilik hedeflerini takımlarla birlikte belirler. Yeni hedefler belirler Hataları giderici iyileştirme önerileri verir. İyileştirme faaliyetlerini gerçekleştirir.

Şekil 6.2'de ABC şirketinde oluşturulmuş olan TÜB organizasyonu verilmektedir. Şirketin en tepesinde olan ürün direktörü aynı zamanda TÜB organizasyonunun en tepesinde bulunmaktadır.



Şekil 6.2 ABC'de TÜB organizasyonu

### 6.2.2. TÜB için Performans Göstergelerinin Belirlenmesi

JIPM (Japan Institute of Plant Management), TÜB tekniğinin etkinliğinin ölçümü için standart göstergeler belirlemiştir. Bu çalışmada JIPM'in belirlediği performans göstergeleri incelenmiştir (JIPM, 1983, p.78).

TÜB uygulamasının işletmede etkinliğinin ölçülmesi için verimlilik, kalite, maliyet, teslimat, iş güvenliği ve motivasyon temel göstergeleri ana göstergeler olarak takip edilmiştir. Verimlilik performansının ölçümünde, verimlilik oranı, üretilebilen ürün sayısı, proses etkinliği ve arıza oranı takip edilmiştir. Kalite performansının ölçümünde, hatalı ürün sayısı ve müşteri şikayetlerindeki değişim takip edilmiştir. Şirketin maliyetleri konusundaki performansının ölçümünde ise, enerji giderleri, bakım giderleri ve hurda giderleri göz önünde bulundurulmuştur. Teslimat performansı, bitmiş ürünlerin stoklanma sürelerindeki değişime göre tespit edilmiştir. İş güvenliği göstergesinde, iş kazalarının sayısı takip edilmiştir. Çalışanların motivasyonları verdikleri öneri sayısı ile ölçülmeye çalışılmıştır.

### 6.2.3. Verilerin Toplanması

Üretim takımları günlük olarak kendi proseslerinde gerçekleşen verileri toplayacaklardır. Ardından bu verileri ilgili TÜB komitelerine aylık olarak aktaracaklardır. TÜB Komiteleri kendi sorumlu olduğu göstergeleri işletmeye ait tüm üretim takımlarından alıp topladıktan sonra verileri TÜB Ofis'e aylık olarak aktaracaklardır. TÜB Ofis ise tüm komitelerin göstergelerine ait verileri toplayıp kayıt altına alacaktır. Bu çalışmada 2004-2008 yılları arasında veri toplanmış olup, 1996-2004 yılları arasındaki veriler TÜB faaliyetleri ile elde edilen gelişmelerin daha iyi bir şekilde anlaşılması için çalışmaya eklenmiştir.

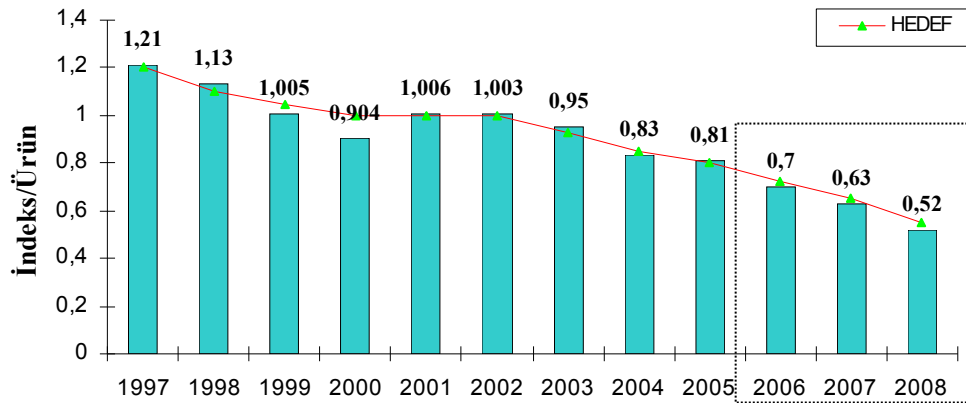
## 6.2.4. TÜB Uygulama Sonuçları

Bu bölümde ABC'de TÜB uygulamasının başlangıcından itibaren performans göstergelerindeki değişimler istatistiki olarak verilecektir. TÜB'in başlangıç tarihi 1996 yılındaki tüm göstergeler indeks değeri olarak kabul edilmiş olup, ileriki yıllarda bazı göstergelerdeki değişiklikler bu değere verilmiştir.

### 6.2.4.1 Verimlilik

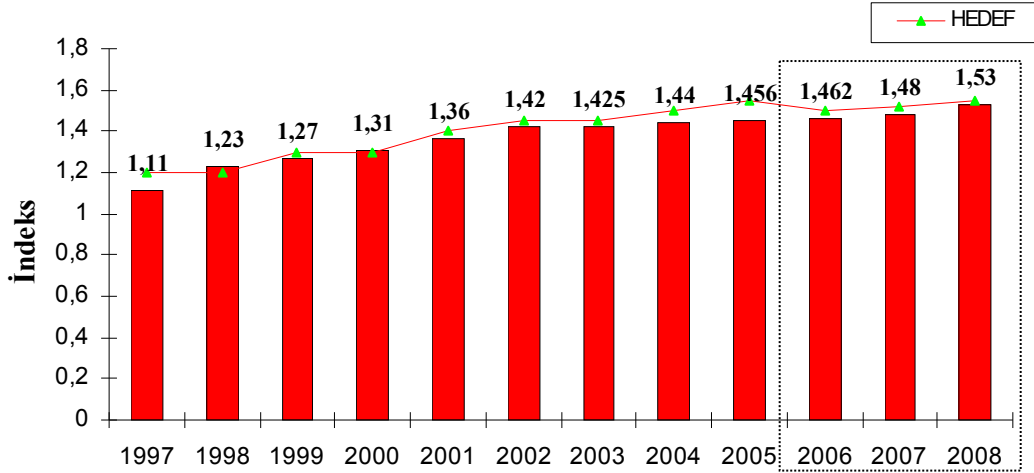
İşletmede verimliliğin takibi tüm bileşenleri içeren ana verimlilik göstergesi ile yapılmaktadır. Bununla birlikte üretilebilen ürün sayısı, proses etkinliği ve arıza oranı gibi alt verimlilik göstergeleri ayrıca takip edilmektedir. Verimlilik hesaplaması dördüncü bölümde anlatılan yöntemle yapılmıştır.

Şekil 6.3'de yıllara göre verimlilikteki değişim gösterilmektedir. Son 3 yılda %35'lik bir iyileşme gerçekleşmiştir. TÜB'nin başlangıcından itibaren bugüne kadar verimlilikte %50'lik bir iyileşme gerçekleşmiştir.



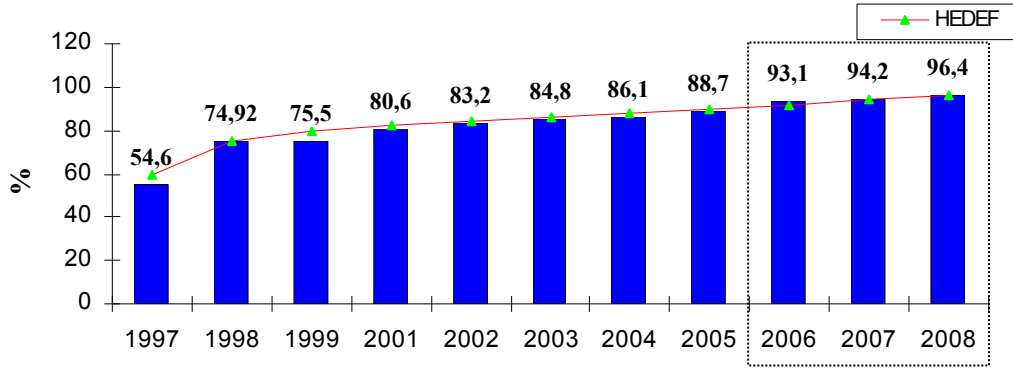
Şekil 6.3 İşletme verimliliğindeki değişim

Şekil 6.4'de yıllara göre üretim sayısındaki değişim gösterilmektedir. Aynı üretim hattında ilave yatırım yapmaksızın yapılan iyileşmelerle üretilen ürün sayısı %50 artmıştır.



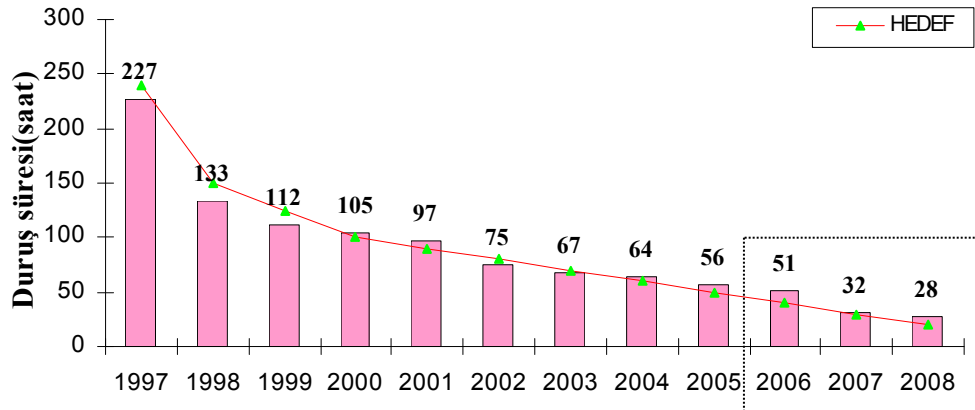
Şekil 6.4 Üretim sayısındaki değişim

Şekil 6.5'de yıllara göre proses etkinliğindeki değişim gösterilmektedir. Toplam tezgah kullanım etkinliği (TTKE) olarak da adlandırılabilen proses etkinliği bir üretim prosesinin yada bir üretim prosesini gerçekleştirmek için kullanılan tezgahın kapasitesinin ne ölçüde kullanıldığını gösterir. Şekle göre 1997'de tezgah kapasitelerinin % 54.6'sı kullanılmaktayken, 2008 senesine gelindiğinde tezgahlar %96.4 kapasite ile kullanılmaya başlanmıştır. Bu da yaklaşık olarak %80'lik bir iyileşmeye tekabül etmektedir.



Şekil 6.5 Proses etkinliğindeki değişim

Şekil 6.6'da yıllara göre makina/tezgah arızalarındaki değişim gösterilmektedir. 1997 yılında toplamda üretim makina/tezgahlarında 227 saat iken, 2008 yılına gelindiğinde toplam makina/tezgah arıza süresi 28 saate düşürülmüştür. Proses etkinliğinin artışında önemli bir faktör olan makina/tezgah arızaları %90 oranında azaltılmıştır.



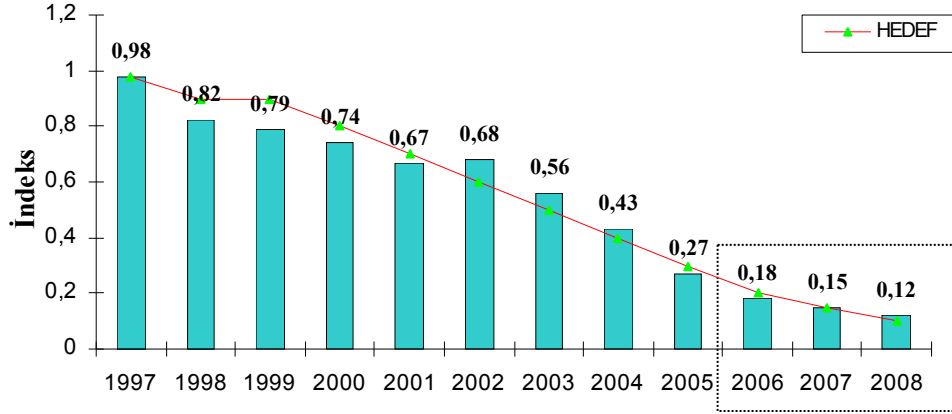
Şekil 6.6 Makina arızalarındaki değişim

#### 6.2.4.2. Kalite

TÜB uygulamalarının işletme verimliliği yanında ürün kalitesi üzerinde önemli katkıları vardır. Kalite göstergesi olarak hatalı ürün oranı ve müşteri şikayetleri işletmede takip edilmiştir.

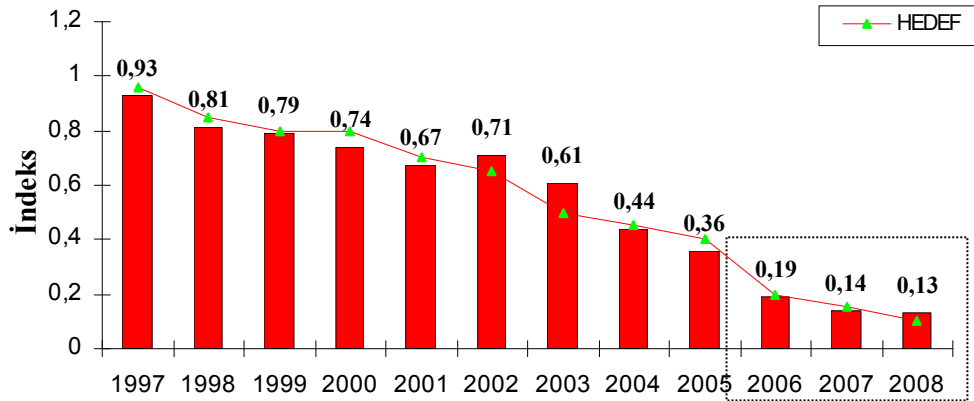


Bu göstergelerden ilki olan hatalı ürün sayısının yıllara göre değişimi Şekil 6.7'da verilmektedir. TÜB uygulaması ile hatalı ürün sayısının %90 oranında azaldığı görülmektedir.



Şekil 6.7 Hatalı ürün sayısındaki değişim

Şekil 6.8'de yıllara göre müşteri şikayetlerindeki değişim gösterilmektedir. Tablodaki veriler müşteri servisinin aranma sayıları ile oluşturulmuştur. Müşteri şikayetlerinin %90 oranında düştüğü görülmektedir. Müşteri şikayetleri hata oranı ile paralel seyir göstermektedir. Ürün hatalarının azalmasının ve dolayısıyla ürün kalitesinin artmasının müşteri şikayetlerinin azalmasına sebep olduğu sonucuna varılmıştır.



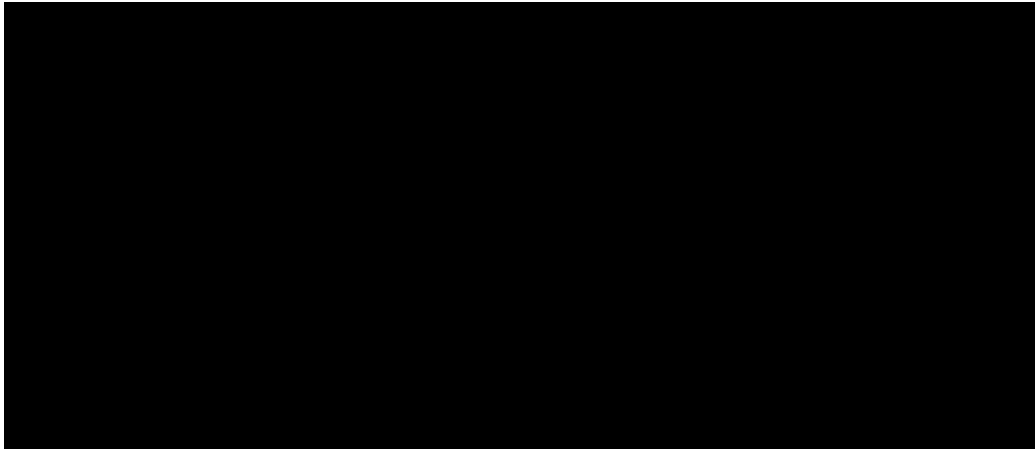
Şekil 6.8 Müşteri şikayetlerindeki değişim

### 6.2.4.3. Maliyet

İşletme maliyet kalemleri genel olarak malzeme maliyeti, işçilik maliyeti, operasyon maliyeti, amortisman maliyeti ve parça maliyeti olarak kategorize edilebilir. Operasyon maliyeti dışındaki diğer kalemler(malzeme,işçilik, amortisman, vs.) verimlilik göstergesi altında çalışılmaktadır.Bu kısımda temel olarak operasyon maliyetlerine odaklanılmaktadır. Operasyon maliyetleri kapsamında enerji giderleri, bakım giderleri ve hurda maliyeti takip edilmektedir.

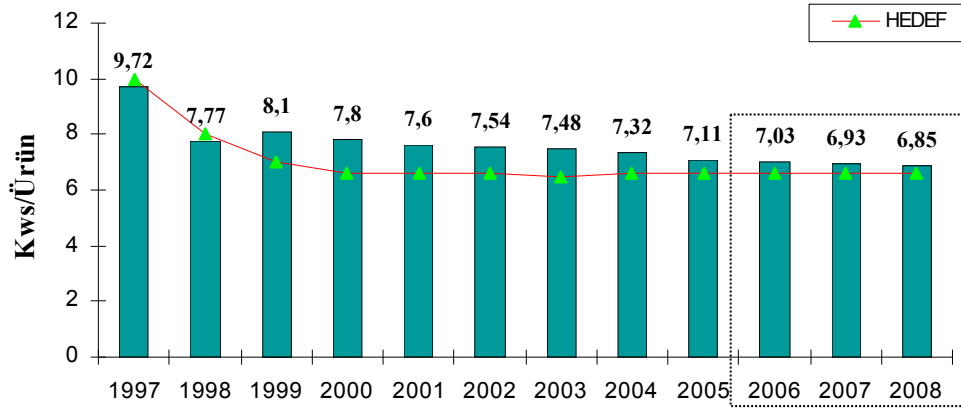
Şekil 6.9'da yıllara göre ürün başına enerji giderlerindeki değişim gösterilmektedir.

1997 yılında ürün başına 7.8 kws enerji harcanmaktayken, 2008 yılına gelindiğinde enerji giderleri %30 azalarak 5.51 kws/ürün'e düşmüştür.



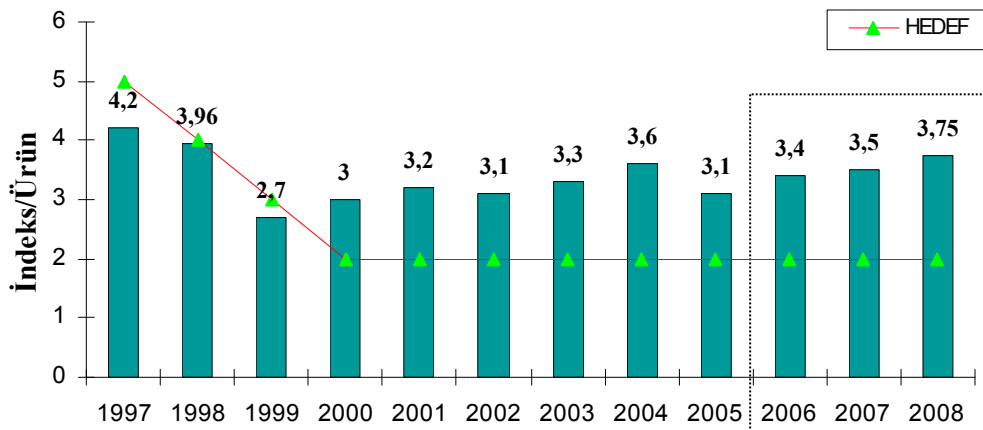
Şekil 6.9 Enerji giderlerindeki değişim

Şekil 6.10'da yıllara göre bakım giderlerindeki değişim gösterilmektedir. Bu tabloya 2008 yılı sonunda bakım giderleri %30 oranında düşüş göstermiştir.



Şekil 6.10 Bakım giderlerindeki değişim

Şekil 6.11'de yıllara göre hurda giderlerindeki değişim gösterilmektedir. Tabloda bakım giderleri indeks değeri olarak verilmiştir. Bakım giderleri TÜB uygulamasıyla 1999 yılına kadar hurda giderlerinde hızlı bir düşüş kaydedilmiş. Fakat ilerleyen yıllarda ürün gamının çeşitlenmesi, üretim proseslerinin çeşitlenmesiyle ve karmaşıklaşmasıyla hurda giderlerinde bir miktar artış meydana gelmiştir ve nihayetinde 1997 yılına göre %10'luk bir azalma elde edilmiştir.

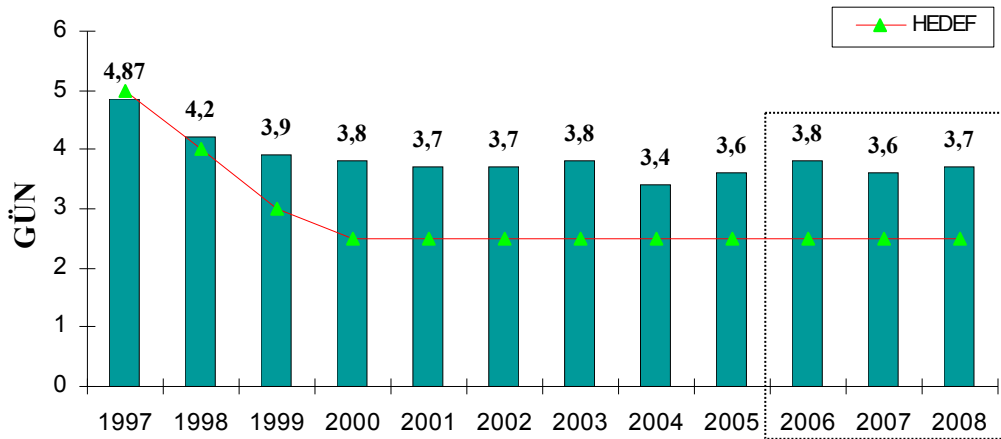


Şekil 6.11 Hurda giderlerindeki değişim

#### 6.2.4.4. Teslimat

Bir diğer ana işletme göstergesi de teslimattır. TÜB uygulaması ile ürünün tasarlanması, gerekli üretim proseslerinin kurulması ve üretilmesi süreçleri daha yalın hale gelmiş ve bu süreçlerin tamamlanması için ihtiyaç duyulan zaman kısalmıştır. Dolayısıyla sipariştan ürünün müşteriye ulaştırılması için geçen zaman kısalmıştır. Bu zamanın kısalmasıyla stok ihtiyacını azaltmaktadır. İşletmenin üretim odaklı olması sebebiyle teslimat süresindeki kısalmayı bitmiş ürünlerinin stok süresi ile takip etmektedir.

Şekil 6.12'de yıllara göre ürünlerin stok zamanındaki değişim gösterilmektedir. Tablodan görüleceği gibi TÜB uygulamasının başlangıcında itibaren stok gün sayısında diğer göstergelerdeki gibi hızlı iyileşmeler elde edilememiştir. Bu durum doğal bir gelişme olarak kabul edilmektedir. Zira stok süresinin düşmesi işletmenin tüm süreçlerindeki iyileşmenin bir sonucu ortaya çıkmaktadır. 1997 yılında bitmiş ürünler müşteriye ulaştırılmadan yaklaşık 4.87 gün stoklanmakta iken, 2008 yılına gelindiğinde stok süresi 3.7 güne düşmüştür. Stoklama süresinde %25'lik düşüş gerçekleşmiştir.

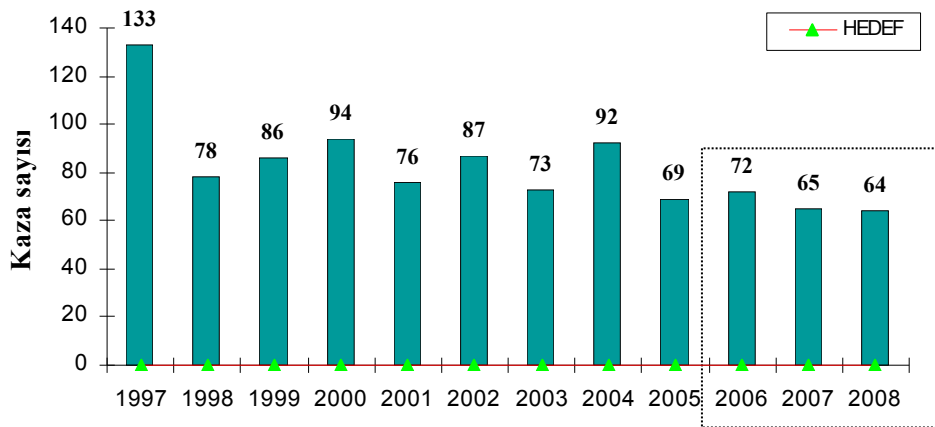


Şekil 6.12 Bitmiş ürünlerin stoklama süresindeki değişim

### 6.2.4.5. İş Güvenliği

TÜB'in bir diğer amacı iş kazalarını ortadan kaldırmaktır. Bu sebeple iş güvenliğini sağlamak için yoğun bir çaba sarf edilir. Kimi zaman iş güvenliğinin sağlamak için gerekli yatırımın maliyeti yüksek olsa da bütçe imkanları dahilinde gerekli aksiyonlar alınmaktadır. İş güvenliği sağlamak için ideal proseslerin kurmanın yanında çalışanlarında bu konudaki farkındalığı ve bilgi seviyesi de önemli etkindir. Bu sebeple işletme içinde işe yeni giren personele iş güvenliği eğitimi verilmektedir. Ayrıca farkında lığı artırmak için işletmenin farklı yerlerine posterler asılmaktadır.

Şekil 6.13'de yıllara göre gerçekleşen iş kazalarındaki değişim gösterilmektedir. Ölümlü, büyük ve küçük kazalar toplanarak aşağıdaki tabloya girilmiştir. TÜB'in iş güvenliği konusundaki sloganı sıfır iş kazasıdır. Dolayısı ile iş güvenli faaliyetlerindeki iş kazası hedefi sıfırdır. TÜB uygulamaları iş kazalarında yarıya indirilmiştir fakat halen istenen seviyeden oldukça uzaktır.

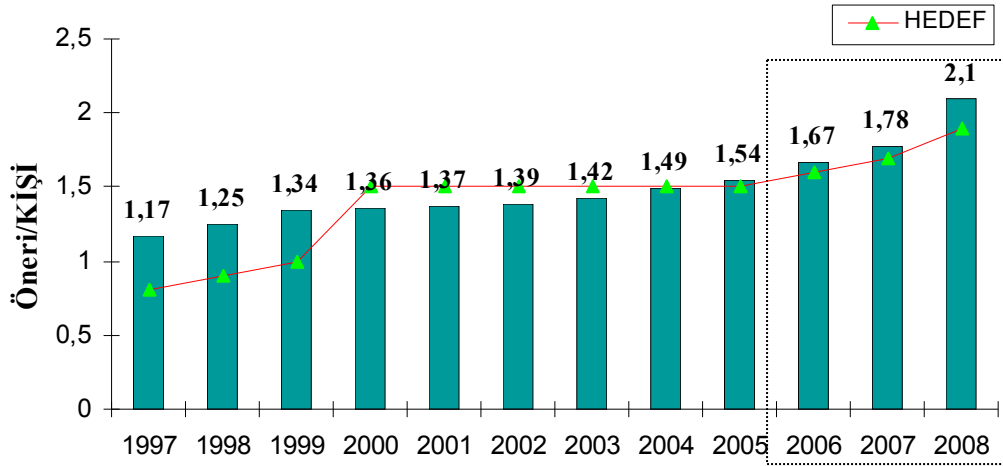


Şekil 6.13 İş kazası sayısındaki değişim

#### 6.2.4.6. Motivasyon

TÜB uygulamaları ile özellikle mavi yakalı personelin çalıştıkları şirketi, yeri ve iş istasyonunu benimsemesi de hedeflenmektedir. Bu gerçekleştiği durumda çalışanın motivasyonu artar ve TÜB faaliyetlerine katılımı ve şirketine olan katkısı artar.

Şekil 6.14'de yıllara göre işletmede kişi başına verilen iyileştirme önerisi sayılarındaki değişim gösterilmektedir. Çalışanların TÜB uygulamalarına katılımlarını artırmak amacıyla ödüllendirme ve tanıma/takdir uygulamalarına gidilmiş ve başarılı olunmuştur. Verilen öneri sayısı iki katına çıkarılmıştır.



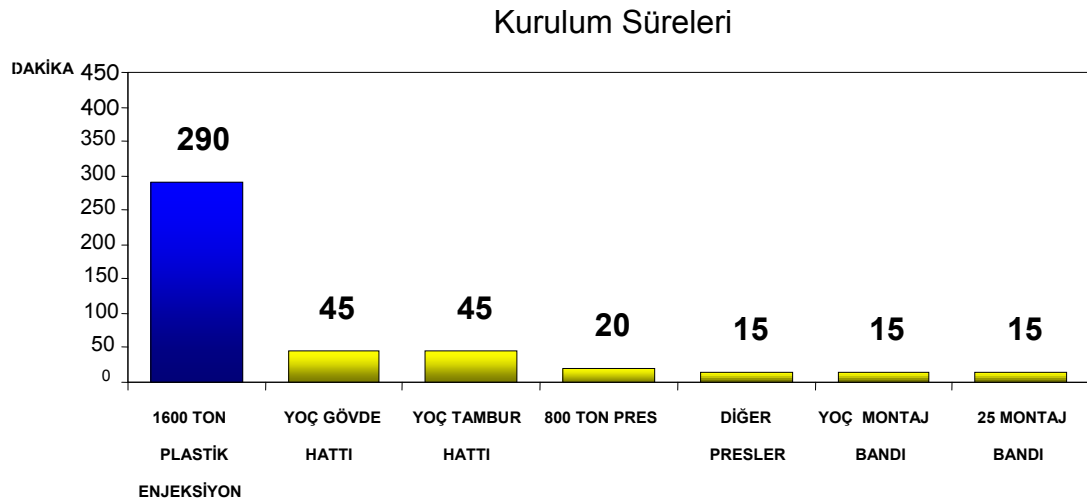
Şekil 6.14 Verilen öneri sayısındaki değişim

## 6.3. SMED Uygulaması

### 6.3.1. Problem Tespitinde İzlenilen Yöntem

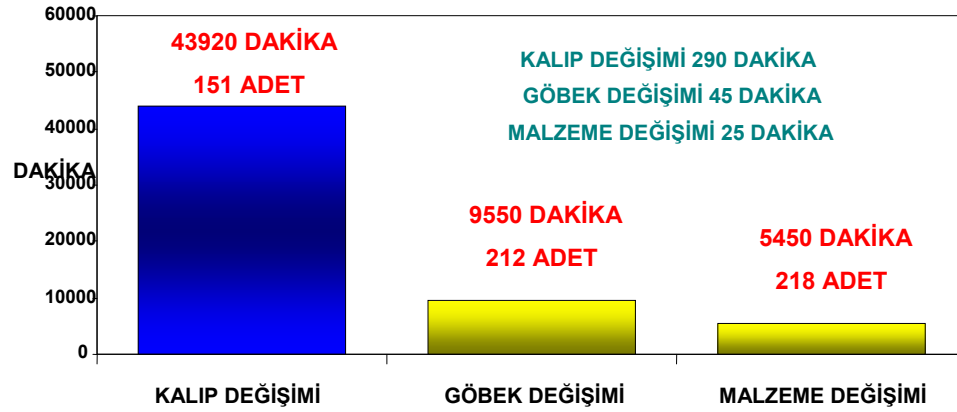
ABC İşletmesi'nin tümündeki kurulum sürelerine bakılarak 290 dakika ile 1600 Tonluk Enjeksiyon Presinin olduğu tespit edilmiştir (Bkz. Şekil 6.15).

Plastik Takımı'nın kurulum pareto'su ile kurulumun kendi içinde nelerden kaynaklandığı incelenmiştir. Mevcut durumun ortaya konup analiz edilmesi sonucunda bir yıl içinde 151 adet kalıp değişimi ve 43920 dakika işçilik kaybı yaşanmıştır. Plastik enjeksiyon kalıbı kurulum süresini 290dk. dan 45 dk.'ya indirmek hedeflenmiştir.



Şekil 6.15 Proseslerin kurulum süreleri

### PLASTİK TAKIMI 2002 YILI SETUP PARETOSU



Şekil 6.16 Plastik takımı kurulum süreleri dağılımı

## 6.3.2. Senkronize Üretim Komitesi'nin Çalışmaları ile Problem Tespiti

Üretimi aksatacak tüm verimsizlikleri ortadan kaldırarak üretimde senkronizasyonu sağlamak ve işletme karlılığını arttırmak amacı ile diğer komitelerle birlikte çalışmak ve onlara yön vermek için 7 kişilik bir ekip kurulmuştur. Bu ekip işlemenin genelinde senkronize üretimi aksatan prosesleri incelemiş ve Plastik takımındaki kalıp değişim sürelerini azaltması için Kobetsu Kaizen (Sürekli İyileştirme) komitesine geri bildirimde bulunmuştur.

### 1. Senkronize Üretim Komitesinin amacı

1. İç üretim yarı mamul stoklarının sıfırlanması,
2. Arka arkaya birbirinden farklı ürün üretebilmek; bir model üretiminden diğer modele geçme süresini azaltarak üretim esnekliğini artırmak,



3. Kaizenler ile sürekli iyileştirme,
4. Ara stokları azaltmak,
5. İç üretim- montaj takımları arasındaki üretimin dengelenmesi,
6. Fabrika kurulu kapasite kullanım oranının artırılması
7. Çevrim maliyetini düşürmek,
8. Toplam tezgah kullanım etkinliğinin artırılması,
9. İşçilik verimliliğinin artırılarak Adam\*saat maliyetinin azaltılması

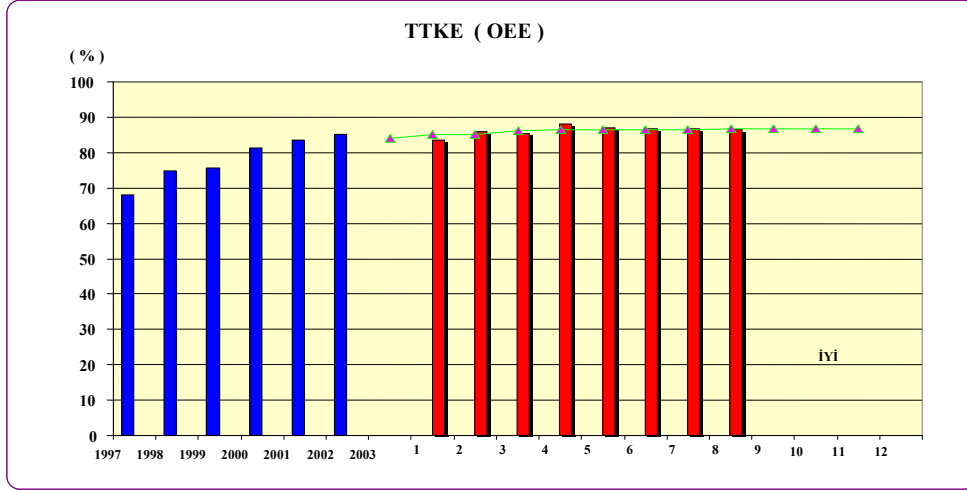
## **2. Senkronize Üretim Komitesinin izlediği göstergeler**

1. Tezgahların kapasite yetersizliği
  - Küçük Duruşlar
  - Tezgah çevrim süreleri
  - Hurda/Yeniden işleme
  - Kurulum
  - Arıza Duruşları
2. Yarı mamul çeşitliliğinin / tip sayılarının fazlalığı
  - Gövde/Kazan/Tambur/Ön panel ortaklaştırma
  - Renk ortaklaştırma

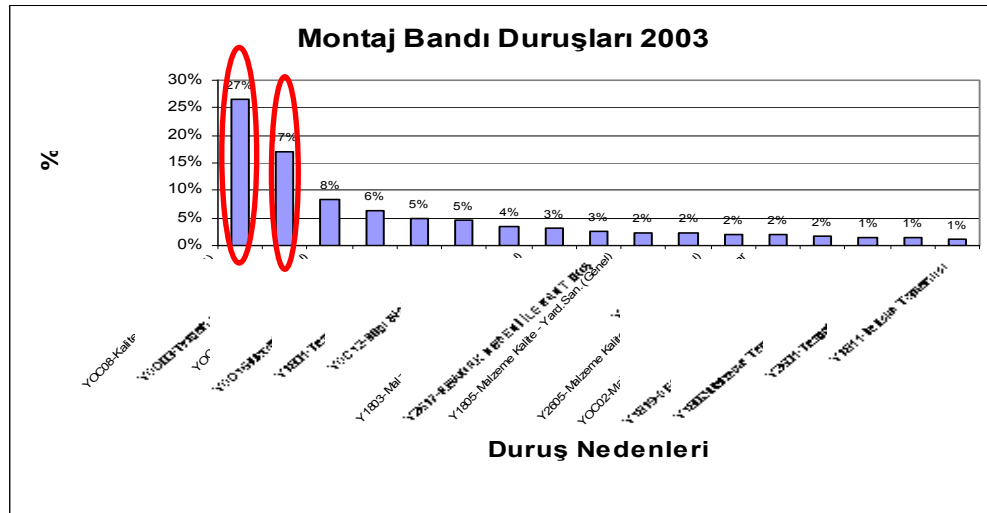
3. Prosesler arasındaki çevrim zamanı farklılıkları (*Senkronizasyon*)

4. Diğer sebepler

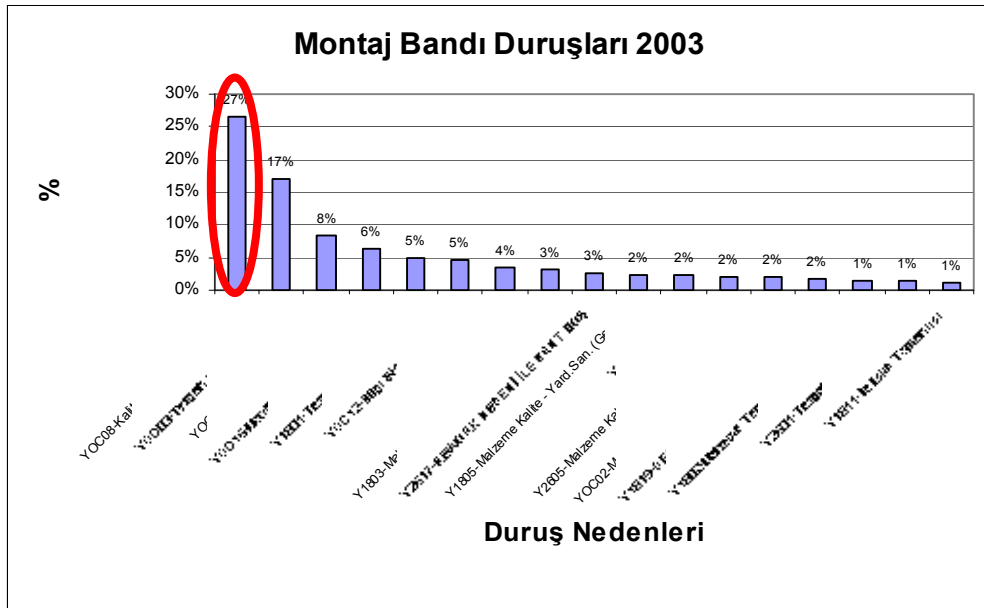
– Vardiyaya geç başlama/erken bırakma gibi kapasite kayıpları



Şekil 6.17 Toplam tezgah kullanım etkinliği grafiği



Şekil 6.18 Malzeme temini ve arıza kaynaklı montaj bant duruşları



Şekil 6.19 Kalite hatası kaynaklı montaj bant duruşları

### 3 Senkronize Üretim Komite Faaliyet Planı

1. Kazan, tambur, gövde ve ön panel model bazında haftalık kapasite çıkarılarak satış bölümüne bilgilendirilmesi, optimum üretim için simülasyonun yapılması-(Senkronize Üretim

2. Çeşitlilik sebebiyle kurulum süresinin azaltılması

**Plastik Kazan kalıp değişim süresi iyileştirmesi 290 dk.->45 dk. (Sürekli İyileştirme)**

Gövde kurulum iyileştirme 60 dak.->10 dak.(Sürekli İyileştirme)

- Yarı ürün takip sistematığının oluşturulması (Ofis TÜB)
- Mevcut çeşitliliğin azaltılması ve yeni tasarımlarda parça ortaklaştırma (Erken Ürün Yönetimi)
- Darboğaz noktalarında kurulum önemi ve SMED eğitimleri verilerek operatörler sürekli bilgilendirilecek (Eğitim Komitesi)

3. Darboğaz analizlerinin yapılması ve iyileştirme verimlilik artırma faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi (Kobetsu-Kaizen Komitesi)

- Yeni yatırım aşamasında devreye girecek tezgahların fabrika çevrim süresine entegre olacak şekilde seçilip devreye alınması (Erken ekipman Komitesi)

- Darboğaz ile ilgili kısa duruşların analizi ve 0'lanması (Otonom Bakım Komitesi)

- Tezgahlardaki iyileştirme faaliyetlerinin MP sayfaları hazırlanıp yeni tezgah alımlarında göz önünde bulundurulması ve kontratlara eklenmesi (Erken Ekipman Yönetimi)

4. Montaj takımı duruşlarına sebep olan arıza analizleri yapılarak MTTR değerleri yüksek olanlar için planlı bakım faaliyetleri oluşturulacak. (Planlı Bakım Komitesi)

- Otonom bakım 4. Adım eğitimleri verilerek operatörlerin bilgi seviyeleri artırılacak (Eğitim Komitesi).

- Yan sanayi-işletme üretim bilgi akışı düzenlenecek. (ABC Portalı, Ofis TUB)

- Kritik komponentler için yan sanayi ile CONWIP, KANBAN ve(veya) ANDON yöntemlerinin geliştirilmesi (Senkronize Üretim).

5. Montaj duruşlarına sebep olan kalite problemleri analiz edilerek POKE-YOKE eğitimlerini verilmesi ve HINHITSU-HOZEN faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi (Eğitim Komitesi- Hinhitsu-Hozen Komitesi).

- Ürün hatalarına yönelik eğitim faaliyetleri planlanacak; Tek nokta dersleri iye yaygınlaştırma ve bilgilendirme yapılacak (Hinhitsu-Hozen Komitesi).

- Tezgah ve bant çevresindeki yarı mamul istif ve tanım standardını oluşturmaya yönelik parça 5S faaliyetlerinin yapılması (Otonom Bakım Komitesi).

- Kritik kalite problemleri için QM'ler hazırlanacak (Hinhitsu-Hozen Komitesi).

Senkronize üretim komitesi yaptığı çalışmaların ardından Sürekli İyileştirme komitesine Plastik takımında gerçekleştirilen kalıp değişiminde süreyi 290 dakikadan 45 dakikaya düşürme görevi vermiştir. Sürekli İyileştirme komitesi de verilen bu hedefi gerçekleştirmek için çalışmalara başlamıştır.

### **6.3.3. Çalışma Ekibinin Kurulması**

İlk iş olarak konu üzerinde çalışılacak ekip kurulmuştur. Bu çalışma için şirket dışından danışmanlık desteği alınmıştır. Projenin liderliğini 1 mühendis tarafından yürütülmüş olup iyileştirme faaliyetleri konularında uzman kalıp bakımcıları, tezgah operatörleri ve bakımcıları tarafından gerçekleştirilmiştir.

### **6.3.4. İç/Dış Kurulum İşlemlerinin Belirlenmesi**

Çalışma grubu tarafından bir kalıbın değişimi sırasında yapılan tüm operasyonlar, gerçekleştirilme süreleri ve iç yada dış kurulum olup olmadıkları sırasıyla tespit edilmiştir. Kurulum süreleri Tablo 6.1'de verilmiştir.

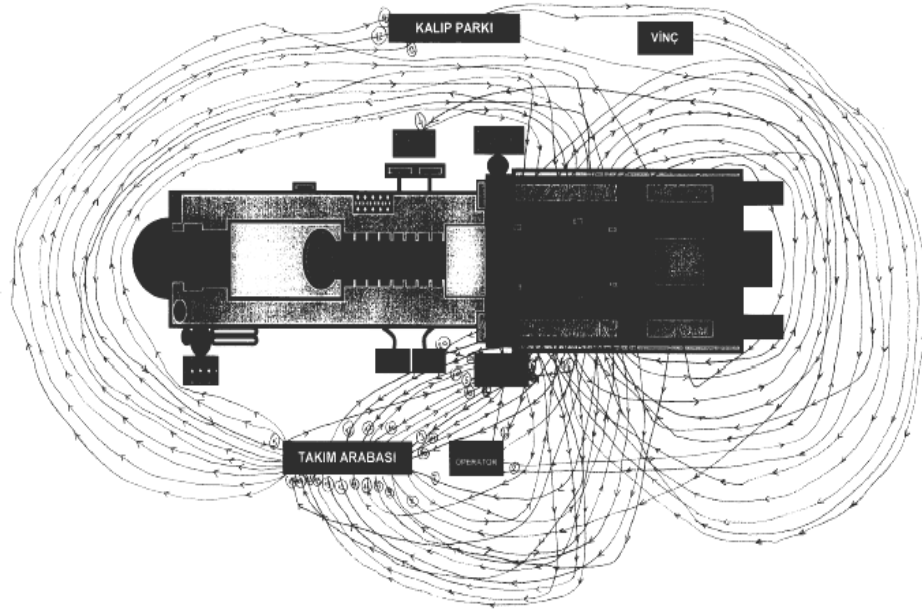
Tablo 6.1 Kalıp değişimi işlemleri

| İşlem | Süre[Dk] | Yapılan İşlem  | İç/Diş |
|-------|----------|--|--------|
| 1     | 5        | Kalıbın ve takım arabasının tezgahın yanına taşıma   | İç     |
| 2     | 14       | Vincin ve anahtarların hazırlanması  | İç     |
| 3     | 8,42     | Tezgah durdurma,kalıp temizliği,koruyucu sürme   | İç     |
| 4     | 12       | Kalıp sularının sökülmesi  | İç     |
| 5     | 5        | Maça emniyet takozlarının takılması  | İç     |
| 6     | 8,53     | Kalıp kapatma, kalıp emniyet kilidi takılması, vincin h. kalıba bağlanması                                       | İç     |
| 7     | 11,40    | Kalıp itici arka civatalarının sökülmesi   | İç     |
| 8     | 2,20     | Hidrolik ve elektrik soketlerinin sökülmesi  | İç     |
| 9     | 7,30     | H.Kalıp pabuçlarının sökülmesi   | İç     |
| 10    | 4,35     | Tezgahın açılması, kalıptan ayrılması, kalıp iticilerinin sökülmesi, tezgahın çal.                               | İç     |
| 11    | 9,08     | H. Kalıp pabuçlarının bağlanması, kalıp emniyet kilidinin sökülmesi, vinç pozisyonu ayarlanması                  | İç     |
| 12    | 15,37    | Tezgahın çalıştırılması, kalıbın açılması, vinç pozisyonu ayarlanması, H. Pabuç sökülmesi, kalıbın yere alınması | İç     |
| 13    | 14,20    | Vincin sabit kalıba bağlanması, pabuçların sökülmesi kalıbın yere alınması                                       | İç     |
| 14    | 8,50     | Sabit kalıbın vinç ile tezgaha   | İç     |

|    |       |  |    |
|----|-------|--|----|
|    |       | götürülmesi  |    |
| 15 | 14,14 | Sabit kalıbın tezgaha oturtulması, kalıp paralellik ayarı, pabuçların bağlanması                     | İç |
| 16 | 21,35 | H.Kalıbın sabit kalıba yapıştırılması, tezgah plakasının yapıştırılması, emniyet kilidinin takılması | İç |
| 17 | 18,99 | Tezgah açılması, iticilerin takılması, tezgah kapatılması, tezgah ayarının yapılması                 | İç |
| 18 | 19,36 | Pabuçların bağlanması, iticilerin takılması, emniyet kilidinin sökülmesi                             | İç |
| 19 | 5,58  | Hidrolik soketlerin takılması, elektrik soketlerinin takılması, tezgah açılması                      | İç |
| 20 | 33,28 | Maça takozlarının çıkarılması, su bağlantılarının yapılması, tezgah programının girilmesi            | İç |
| 21 | 24,90 | Kalıp yükseklik ayarının yapılması, robot ayarının yapılması, hava soğutmalarının ayarlanması        | İç |
| 22 | 28,24 | Yarı otomatik baskı alınması, vantuz ayarının yapılması, sağlam ürün alınması                        | İç |

### 6.3.5. Spagetti Diyagramının Çıkarılması

Çalışma grubu, bir kalıp değişimi sırasındaki operatörlerin yapmış oldukları tüm hareketleri bir tezgah krokisinin üzerine çizmiştir. Şekil 5.3'de görüldüğü gibi hareketler çok karmaşıktır bu sebeple bu diyagrama spagetti diyagramı adı verilmektedir. Gereksiz ve israfa( muda) neden olan yürümler ve hareketler tespit edilmiştir. Operatörlerin daha önce hiç farkına varmadıkları ve yaptıkları gereksiz hareketler çizilen bu diyagram ile belirlenmiştir.



Şekil 6.20 Spagetti diyagramı

### 6.3.6. Problemler Alanların Çıkarılması

Ekip problemler noktaları tespit edip aşağıdaki gibi sıralamıştır:

1. Kalıp sökme esnasında maçaların düşmemesi için konulan emniyet takozları zaman kaybına neden oluyor (5. İşlem, 5dk.).
2. Kalıp soğutma sularının tezgah geliş yönüne göre ters tarafta olması zaman kaybına neden oluyor (4.İşlem, 12dk.).
3. Çalışma alanının dar olmasından dolayı itici civatalarını sökmek zaman kaybına neden oluyor (7.İşlem, 4dk.).
4. İtici millerini almak için sabit ve hareketli kalıbı ayrı ayrı indirmek zaman kaybına neden oluyor (10, 11, 12, 4,4dk.).



5. Sabit ve hareketli kalıbın tek tek indirilmesi zaman kaybına neden oluyor (13. İşlem,21,5dk.).
6. Sabit kalıp bağlanırken vinç ile kalıbın tezgaha göre paralellliğini sağlamak zaman kaybına neden oluyor (15. İşlem, 14,1dk).
7. Kalıp soğutma sularının kalıbın farklı yerlerinden giriş ve çıkış yapması zaman kaybına neden oluyor (20.İşlem, 35,3dk).
8. Kalıp bağlama pabuçlarının tek parça halinde olmaması zaman kaybına neden oluyor (9, 12, 13, 15, 18. İşlemler, 5,4dk).
9. Maça bağlantı soketlerinin farklı olması (16-24'lü) zaman kaybına neden oluyor (19. İşlem, 3dk).
10. Çalışma alanının dar olmasından dolayı itici civatalarını takmak zaman kaybına neden oluyor (18. İşlem, 12,4dk).

### **6.3.7. İyileştirme Çalışmaları**

#### **1. İç Kurulumun Dış Kurulum Haline Dönüştürülmesi**

Kalıp ve takım arabası kurulum işlemine başladıktan sonra tezgahın yanına taşınmaktaydı ve bu işlem 5 dk. sürmekteydi. Yine kurulum sırasında kalıbı kaldırıp indirmede kullanılan vinçin konum ayarı ve bu vinçi kumanda etmekte kullanılan anahtarların kurulum yapılan tezgahın yanına getirilme işlemi kurulumla başladıktan sonra yapılmaktaydı ve bu işlem 14 dk. sürmekteydi. Ayrıca kalıbın hareketli kısımları olan maçaların hareketini sınırlayıcı takozlar maçaların üzerinden kurulumla başladıktan sonra çıkarılmaktaydı ve bu işlem 10 dk. sürmekteydi. Tüm bu kurulum işlemlerinin kalıp kurulumuna başlamadan önce yapılabileceği belirlenmiştir ve bu işlemler kurulum öncesine yani dış kurulumla dönüştürülerek toplamda 31 dk. Kazanılmıştır.

## 2. Dış Kurulumların İyileştirilmesi

Kalıp sökölürken maçaların düşmemesi için takoz konuluyordu, kalıp tek parça halinde indirildiği için problem ortadan kaldırılmıştır. Bu iyileştirme ile 5dk. süren işlem ortadan kaldırılmıştır.

Soğutma suyunun tezgahtan geliş yönü ile kalıba giriş yönleri eşleştirilerek daha az süre içinde soğutma suyu hortumları bağlanmaya başlanılmıştır.12dk.dan 3,1dk.ya düşürülmüştür.

İtici civataları sökölürken çalışma alanının dar olması, anahtar takımlarının hareketlerini kısıtlıyordu. Daha hızlı hareket edebilmek için gerekli ekipmanlar alınmıştır. 11,4 dk.dan 4,5 dk.ya düşürülmüştür.

Kalıp iticilerini almak için kalıbın iki defa sökölüp bağlanması gerekiyordu daha sonra tek parça halinde indirilerek problem çözülmüştür. 4,4 dk.dan 0,5dk.ya düşürülmüştür.

Kalıp sabit ve hareketli kısımlar olmak üzere iki parça halinde indiriliyordu. Çift caraskal sistemi ile iki kalıp operatörüne geçilerek kalıbın tek parça halinde indirilmesi sağlanmıştır. 21,5 dk.dan 6,5 dk.ya düşürülmüştür.

Kalıp paralelliğini sağlamak için vinç ile ayar yapılması gerekiyordu, tezgah üzerine paralelliği sağlayacak sistem yapılmıştır.14,1dk.dan 8,2dk.ya düşürülmüştür.

Kalıp soğutma suyu giriş ve çıkışları kalıp üzerinde farklı yerlerdeydi bir takoz yapılarak tezgah su giriş yönüne göre eşleştirilmiştir. 35,3dk.dan 12,6dk.ya düşürülmüştür.

Kalıp bağlamada kullanılan pabuç ve takoz ikilisi tek parça haline getirilerek ön gruplama işi kaldırılmıştır. 5,4dk.dan 0dk.ya inilmiştir.

Hareketli kalıpta bulunan maça bağlantı soketlerinin farklı (24'lü-16'lı) olmasından dolayı uygun soketin bulunması için zaman harcanmaktaydı. Soketler standart hale getirilmiştir. Konnektörlerin hepsi 24'lü hale getirilmiştir. Her kalıp için farklı soket takılması işi kaldırılmıştır ve 3dk.dan Odk.ya düşürülmüştür.

İtici civataları bağlanırken çalışma alanının dar olması, anahtar takımlarının hareketlerini kısıtlıyordu. Daha hızlı hareket edebilmek için gerekli ekipmanlar alınmıştır ve 12,4dk.dan 4,5dk.ya düşürülmüştür.

Spagetti diyagramındaki 60 hareket 26 harekete düşürülerek toplam 20,4 dk. kazanılmıştır.

### **6.3.8. SMED Uygulama Sonuçları**

İç kurulumu dış kurulum yapma 31dk.

Kaldırılan ve iyileştirilen adımlar 92dk.

Spagetti diyagramı iyileştirmesi 20,4dk.

#### **Birleştirilen adımlar 36,6dk**

SMED ile kurulum süresi toplam 180dakika düşülüp 110dakikalık kurulum durumuna ulaşılmıştır. Son durum kalıp bağlama ve sökme talimatı ve kalıp bağlama–sökme kontrol listesi ile standartlaştırılmıştır. ABC'nin bundan sonraki hedefi SMED tekniğine bağlı kalarak kurulum süresini 45 dakikaya indirmektir ve bu tekniği diğer kalıp kurulumları için de yapmaktır.

## **6.4. TÜB ile SMED Arasındaki Etkileşim**

Her ne kadar iki farklı yalın üretim uygulaması gibi görünse de TÜB ve SMED uygulamaları arasında bir takım etkileşimin olduğu yapılan çalışma ile belirlenmiştir. TÜB uygulaması ile işletmedeki tüm verimsizlikler ortadan

kaldırılmaya çalışılmaktadır. Bu hedefi gerçekleştirmek için TÜB uygulaması ile işletmede bir üst yapı oluşturulmuş ve işletmede gerçekleştirilen tüm iyileştirme faaliyetler oluşturulan bu üst yapı ile koordine edilmektedir.

İşletmede TÜB organizasyonu altında görev yapan Senkronize Üretim Komitesi, plastik üretim takımında yapılan bir kalıp değişiminin işletmede dar boğaza ve verimsizliğe neden olduğunu belirlenmiştir. Senkronize Üretim Komitesi belirlediği bu verimsizliği Sürekli İyileştirme Komitesine iletmiştir. Sürekli İyileştirme Komitesi bu verimsizliği ortadan kaldırmak amacı ile yine bir yalın üretim uygulaması olan SMED tekniğini uygulayarak verimsizliği ortadan kaldırmıştır. TÜB uygulaması verimsizliği ortadan kaldırmada SMED uygulamasından istifade ederken, SMED ise iyileştirme yapılacak yerin seçiminde ve hedef belirlemede TÜB yönteminden yararlanmaktadır. Görüleceği üzere yalın üretim teknikleri yalın üretimin hedeflerinin gerçekleştirilmesinde birbirlerini desteklemektedirler.

## 7. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

### 7.1. Genel Sonuçlar

Üretimin, temel amacı mutlak müşteri memnuniyeti olarak söylenebilir. Gün geçtikçe firmalar arası rekabetin artması sonucu, firmalar için ayakta kalmanın şartı, firmanın bu amacı gerçekleştirmeleri olarak gösterilmiştir. Müşteri memnuniyeti için her firma çeşitli üretim metotlarını kendi üretim sistemi ve organizasyonlarına uyarlamaktadır.

İşletmeler daha hızlı kara geçebilmek için müşteri isteklerine hızlı tepki vermeleri gerekir. Bunun için faaliyetlerinde esnek olmalıdırlar. Müşteri gereksinimine göre esneklik birkaç boyutta olabilir. Müşterinin yeni ürünler talep etmesi durumunda ürün esnekliği, talebin fazla olduğu durumlarda üretim kapasitesini değiştirebileceği miktar esnekliği gibi. İşletmeler bunu yapabilmek için Toplam Kalite Yönetimi, Tam Zamanında Üretim ya da Yalın Üretim gibi felsefeleri benimsemeye başlamışlardır.

### 7.2 TÜB Uygulamasının Sonuçları

TÜB uygulamamasının ABC şirketinde 1996 yılından itibaren uygulanmaya başlanmasından itibaren verimlilikte, kalitede, maliyetlerde, teslimatta, iş güvenliğinde ve çalışan motivasyonunda önemli iyileşmeler elde edilmiştir.

Bu tez kapsamında söz konusu şirkette 2008 yılı itibariyle, TÜB'in başlangıcından itibaren verimlilikte %50'lik bir iyileşme gerçekleşmiştir. Aynı üretim hattında ilave yatırım yapmaksızın yapılan iyileşmelerle üretilen ürün sayısı %50 artmıştır. 1997'de tezgah kapasitelerinin % 54.6'sı kullanılmaktayken, 2008 senesine gelindiğinde tezgahlar %96.4 kapasite ile kullanılmaya başlanmıştır. Bu da yaklaşık olarak %80'lik bir iyileşmeye tekabül etmektedir. 1997 yılında toplamda üretim makina/tezgahlarındaki

arıza 227 saat iken, 2008 yılına gelindiğinde toplam makina/tezgah arıza süresi 28 saate düşürülmüştür. Proses etkinliğinin artışında önemli bir faktör olan makina/tezgah arızaları %90 oranında azaltılmıştır.

TÜB uygulaması ile kalitede de önemli iyileşme elde edilmiştir. TÜB uygulaması ile hatalı ürün sayısının %90 oranında azaldığı görülmektedir. Müşteri şikayetlerinin ise %90 oranında düştüğü görülmektedir. Müşteri şikayetleri hata oranı ile paralel seyir göstermektedir. Ürün hatalarının azalmasının ve dolayısıyla ürün kalitesinin artmasının müşteri şikayetlerinin azalmasına sebep olduğu sonucuna varılmıştır.

Operasyon maliyetleri kapsamında enerji giderleri, bakım giderleri ve hurda maliyeti takip edilmektedir. 1997 yılında ürün başına 7.8 kws enerji harcanmaktayken, 2008 yılına gelindiğinde enerji giderleri %30 azalarak 5.51 kws/ürün'e düşmüştür. 2008 yılı sonunda bakım giderleri %30 oranında düşüş göstermiştir. Bakım giderleri TÜB uygulamasıyla 1999 yılına kadar hurda giderlerinde hızlı bir düşüş kaydedilmiş. Fakat ilerleyen yıllarda ürün gamının çeşitlenmesi, üretim proseslerinin çeşitlenmesiyle ve karmaşıklaşmasıyla hurda giderlerinde bir miktar artış meydana gelmiştir ve nihayetinde 1997 yılına göre %10'luk bir azalma elde edilmiştir.

TÜB uygulaması ile ürünün tasarlanması, gerekli üretim proseslerinin kurulması ve üretilmesi süreçleri daha yalın hale gelmiş ve bu süreçlerin tamamlanması için ihtiyaç duyulan zaman kısalmıştır. Dolayısıyla sipariştan ürünün müşteriye ulaştırılması için geçen zaman kısalmıştır. Bu zamanın kısılmasıyla stok ihtiyacını azaltmaktadır. İşletmenin üretim odaklı olması sebebiyle teslimat süresindeki kısalmayı bitmiş ürünlerinin stok süresi ile takip etmektedir. TÜB uygulamasının başlangıcında itibaren stok gün sayısında diğer göstergelerdeki gibi hızlı iyileşmeler elde edilememiştir. Bu durum doğal bir gelişme olarak kabul edilmektedir. Zira stok süresinin düşmesi işletmenin tüm süreçlerindeki iyileşmenin bir sonucu ortaya çıkmaktadır. 1997 yılında bitmiş ürünler müşteriye ulaştırılmadan yaklaşık 4.87 gün stoklanmakta iken, 2008 yılına gelindiğinde stok süresi 3.7 güne düşmüştür. Stoklama süresinde %25'lik düşüş gerçekleşmiştir.

TÜB'in iş güvenliği konusundaki sloganı sıfır iş kazasıdır. Dolayısı ile iş güvenli faaliyetlerindeki iş kazası hedefi sıfırdır. TÜB uygulamaları iş kazalarında yarıya indirilmiştir fakat halen istenen seviyeden oldukça uzaktır.

Çalışanların TÜB uygulamalarına katılımlarını artırmak amacıyla ödüllendirme ve tanıma/takdir uygulamalarına gidilmiş ve başarılı olunmuştur. Verilen öneri sayısı 2008 yılına gelindiğinde iki katına çıkarılmıştır.

### **7.3 SMED Uygulamasının Sonuçları**

Kurulum işlemi için yapılan hareketler yeniden düzenlenerek operasyonlar daha yalın hale getirilmiştir. Yapılan hareketlerin çizilmesi ile oluşturulan spagetti diyagramının iyileştirmesi ile 20,4dk. kazanılmıştır.

1.İşlem (5 dk kazanç), 2.İşlem(14 dk. kazanç), 10.İşlemin kalıp iticilerinin sökülmesi işlemi (2dk. kazanç) ve 20.İşleminin maça takozlarının çıkarılması İşlemi(10 dk. kazanç) dış kurulum haline getirilerek iç kurulumun dış kurulumla çevrilmesi ile 31 dk. kazanılmıştır.

Kalıp değişimi sırasındaki işlemlerden iç kurulumda bulunan işlemlerden bir kısmının dış kurulumla geçirilebileceği tespit edilmiş ve yapılan düzenleme ile (İç kurulumu dış kurulum yapma) 31dk. kazanılmıştır.

Yapılan detaylı analizde bazı işlem adımlarının kaldırılabilceği görülmüştür. Ayrıca yapılan işlemlerde operatörler iyileşme noktaları belirlemiş ve bu noktalarda iyileştirmeler gerçekleştirmiştir. Kaldırılan ve iyileştirilen adımlardan 92 dk. kazanılmıştır.

Bir kısım işlemlerin ise birleştirilebileceği tespit edilmiştir ve bazı adımlar birleştirilmiştir. Birleştirilen adımlardan 36,6 dk. kazanılmıştır.

SMED ile kurulum süresi toplam 180 dakika düşölüp 110 dakikalık kurulum süresi durumuna ulaşılmıştır. Son durum kalıp bağlama ve sökme talimatı ve kalıp bağlama–sökme kontrol listesi ile standartlaştırılmıştır. İşletme, SMED tekniğine bağlı kalarak kurulum süresini 110 dakikadan 45 dakikaya indirmeyi hedeflemiştir ve bu tekniği diğer kalıp kurulumları için de yapmayı planlamaktadır.

## **7.4 Araştırmanın Kısıtları**

Araştırma yalın üretim uygulamaları yapan tek bir şirkette yapılmıştır. Dolayısı ile bu uygulama ile elde edilen kazanımlar sadece üretim sektöründen elde edilen sonuçlara göreler.

## **7.5 Araştırmacılara Öneriler**

Benzer bir çalışmayı hizmet sektöründe yalın üretim uygulamaları yapan bir şirkette de gerçekleştirmek ve incelenen şirket sayısını artırmak yalın üretim uygulamasının etkinliğinin tespitinde , özellikle de TÜB ve SMED uygulamaları açısından faydalı olabilecektir.



## KAYNAKLAR DİZİNİ

ACAR, N., (2002), "Tam Zamanında Üretim", Verimlilik Dergisi, MPM Yayınları, Sayı. 3

ACAR, N., (1992), "Tam Zamanında Üretim ve Kanban Sistemi", Verimlilik Dergisi, MPM Yayını, Sayı. 3

ACAR, N., (1993), "Tam Zamanında Üretim Ortamında Satmalına ve Yan Sanayii ile İlişkiler", Verimlilik Dergisi, Sayı.1

AHLTROM, R., (1998), "Sequences in the implementation of lean production", European Management Journal, Vol.16, No.3

BARLA ,S., B., (2003), "A case study selection for lean supply by using a mathematical model", Logistics Information Management, Vol.16, No.6

BRAH,S. A. ve CHONG, W. K., (2004), "Relationship Between Productive Maintenance And Performance", International Journal Of Production Research, Vol.42

BRETT, W.B. and KENNETH, R.M., (1996), "Lean Manufacturing optimization of automotive motor compartment system", Computers and Industrial Engineering Magazine, Vol.31, No.1

CARANNANTE, T. and HAIGH, R. H. vd., (1996), "Implementing Total Productive Maintenance: A Comparative Study Of The UK And Japanese Foundry Industries", Total Quality Management, Vol.7

CESUR, N., (2000), "İşletmelerde Yeni ilke; Yalın Üretim", Verimlilik Dergisi, Cilt.xx, No.4

CESUR, N., (1997), "Yalın Üretimin Arkasındaki Nedenler", Verimlilik Dergisi, Cilt.xx, No.4

CHUAH K.H. and LEE, S., (1999) "Lean Manufacturing", Production Management Magazine, Vol.11, No.3

CONTI, R., ANGELIS, J. And COOPER, C., Gill, C., (2006), "The effects of lean production on worker job stres", International Journal of Operations & Production Management, Vol. 26 No. 9

CUSUMANO, M.A., (1989), The Japanese Automobile Industry, The Council of East Asian Studies, Harvard Universty Pres, Cambrige

ÇETİN, C., AKIN B. ve EROL, V., (2001). Toplam Klite Yönetimi ve Kalite Güvence Sistemi, Beta Yayınları, İstanbul

ÇEVİK, O. ve ZEYDAN, M. (1998), "Toplam Kalite Yönetimi Ve Tam Zamanında Üretim Sisteminin Entegrasyonu Ve Uygulanabilirliği", Verimlilik Dergisi, No.4

DONOVAN, R.M., (2007), "Lean Manufacturing: Is It Worth It?", Performance Improvement Magazine, Vol.12, No.5

DONOVAN, R.M., (1996), Lean Manufacturing: Getting Started , Performance Improvement Magazine, Vol.10, No.3

DREISBACH, K., (1998), "The Kanban system development and functioning", WISU Economic Studies, Vol.27, No.2,

EATON, J., (2000), Comparative Employment Relations, Wilson Press, UK

EMRE, A., (1995), Tam Zamanında Üretim Sisteminin Ülkemizdeki Uygulamaları ve Sorunları, MPM Yayınları, Ankara

ERSOY, A., (1996), "Çağdaş Maliyet Sistemlerinin Maliyet Muhasebesinde Meydana Getirdiği Değişiklikler", Yaklaşım Dergisi, Sayı: 41

FANDEL, G. and FRANÇOIS, P., (1989), "Just-in-Time-Production ", ZfB Magazine, Vol.59, No.5

Ford H. , (1988), Today and Tomorrow, Productivity Presss, Portland, Oregon.

GEMBA, (2004), Mühendislik Yönetim Danışmanlığı Seminer Notları, Gemba Yayınları, İstanbul

GSTETNER, S. KUHN, H., (1996), "Kanban system with multiple product types", WISU-Economic Studies, Vol.25, No.6

GÜRSOY Halit, (2002), Yalın üretimde temel kavramlar,Söz Yayın,

HASSAN, K., (2000), "The Role Of Total Productive Maintenance In Business Excellence", Total Quality Management & Business Excellence, No.11

HİRANO, H., 1990. 5 Pillars of the Visual Workplace, Productivity Press, Portland, Oregon.

İDEA, (2003), Toplam Üretken Bakım Seminer Notları, İdea Yayınları, İstanbul

İDEA, (2004), Hızlı model değişimi El Kitabı, İdea Yayınları, İstanbul

JENNER, R.A., (1998), "Dissipative Enterprises, Chaos, and the Principles of Lean Organizations", Omega, Int, J. Mgmt. Sci., Vol. 26. No. 3,

JIPM, (1983), Japan Institute of Plant Management Instructors Book, JIPM Press, Tokyo

JORDAN, J.A., and MICHEL, F.J., (2001), The Lean Company Making :The Right Choices, Society of Manufacturing Engineers, Vol. 16. No. 2

KARMARKAR, Uday (1990), "Just in Time, Kanban, or what?", Harvard Manager, Vol.xx, No.3,

KUBİLAY, A., (1997), TÜB Cep Kitabı, Netaş Yayınları,İstanbul

KUHN, Heinrich (1994), "Cost structure in KANBAN System", WISU Economic Studies, Vol.23., No.4

KİTANO, M.R., (1997), Yalın Üretim Konferans Notları,Toyota Üretim Sistemi. Kentucky University Press, USA

KULAÇ, Ü., (2003), Yalın Üretim Felsefesi, Erişim: 04.01.2007, [http://www.yalinenstitu.org.tr/makale\\_detay.asp?id=23](http://www.yalinenstitu.org.tr/makale_detay.asp?id=23)

LARAIA A.C., MODDY P.E. and HALL R.W., (1999), The Kaizen Blitz, Addison Wesley, USA

LEWIS, M. A, (2000), "Lean production and sustainable competitive advantage", International Journal of Operations & Production Management, Vol.20 No.8,

MACDUFFIE J.P. and HELPER S., (1997), "Creating lean supplier: Diffusing Lean Production Through the supply chain", California Management Review, Vol.39, No.4

MACCOBY M., (1997), "Is there a Best Way to Build a Car?", Harvard Business Review, Vol.75, No.6

MAJIMA, I., (1995), JIT: Cost reduction by Just in Time production, Productivity Press, Cambridge.

MONDEN, Y., (1993), Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time, Engineering Management Press, Georgia, USA.

MONDEN, Y., (1983.), The Toyota Production System, Institute of Industrial Engineers Press, Atlanta

MORGAN, J.M., LİKER, J.K. (2006). Toyota Ürün Geliştirme Sistemi, Farba, İstanbul

MURATA, K., HARISON, A. (1995), How to Make Japanese Management Methods Work in the West, Rota Pres.

NAKAJİMA, S., (1988), Introduction to TŪB, Productivity Press, Portland

NAS, E., (2001), Toplam Verimli Bakım Yönetimi Veya Verimlilik ve Rekabet Gücü Yaratmak, T.M.M.O.B. Metalurji Mühendisleri Odası, Ankara

NEW, S., RAMSAY J., (1997). "A critical appraisal of aspects of the lean chain approach", European Journal of Purchasing & Supply Management, Vol.3, No.2.

OHNO, T., (1998), Toyota Ruhu, Scala Yayıncılık, İstanbul.

OKUR A.S., (1997), Yalın Üretim: 2000'li Yıllara Doğru Türkiye için Yapılanma Modeli, Söz Yayın, İstanbul

OKUR, A.S. (1998), Yalın Üretim, Söz Yayın, İstanbul

PAR A., (1998), "Sequences in the implementation of lean production", European Management Journal, Vol.16, No.3

PEKDEMİR, R., (1993), "Muhasebeciler İçin JIT (Just-in-Time) İmalat Sistemi", İ.Ü. İ.F. İ.İ.E. Dergisi, No.15

PROKOPENKO, J., (1995), Verimlilik Yönetimi Uygulamalı El Kitabı, , MPM Yayınlayı, Ankara.

ROBERTSON, M., JONES, C. , (1999), "Application of lean production and agile manufacturing concepts in a telecommunications", International Journal of Agile Management Systems, Vol.1, No.1

RONALD G.A. and JEFFREY B.G., (2001), Design and Analysis of Lean Production Systems, John Wiley and Sons Publishing, New York

ROTHER, M., SHOOK, J. ( 1999 ). Görmeyi Öğrenmek, Değer Yaratmak ve İsrafı Ortadan Kaldırmak İçin Değer Akışı Haritalama The Lean Enterprise Institute Publishing, Brookline, Massachusetts, USA

SAPANCALI, Faruk. (1998), "Üretimde Esnek Yapılanma,İşgücü Organizasyonunda Değişim Ve Endüstri İlişkileri", Verimlilik Dergisi, Sayı.4

SAVAŞ, Orhan (2002), "JIT (Just-in-Time) Üretim Sisteminin Geleneksel Maliyet Yönetimi Anlayış ve Uygulamalarında Oluşturduğu Yenilikler", Selçuk Üniversitesi Karaman İ.İ.B.F. Dergisi, Sayı.3

SHAH , R., WARD, P , (2007), "Defining and developing measures of lean production, Journal of Operations Management, Vol.25, No.xx

SHINGO, S. ,(1988a), Non-Stock Production: The Shingo Systemfor Continuous Improvement, Productivity Press, Cambridge,

SHINGO, S. (1988b), A Revolution in Manufacturing the SMED System. Productivity Press, Cambridge

SHIROSE, Kunio. (1992), TÜB for Workshop Leaders, Productivity Press, Cambridge

SHIROSE, K., (1992), TÜB New New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries, USA

SMED, (2005), Hızlı Kalıp Değişimi Eğitim Notları, Erişim: 24.12.2007, [http://www.diyalog.com/html/smed\\_kapak.htm](http://www.diyalog.com/html/smed_kapak.htm)

SOBEK, D. ,(2007), Lean Product and Process Development, Erişim: 14.05.2007, <http://www.lean.org/Events/WebinarHome.cfm>.

STEINBACH, P.A., (1996), "Kanban system with multiple product types", WISU-Economic Studies, Vol.15, No.3

STEUDEL, H.J., DESRUALLE, P., (1991), "How to Become a Mean, Lean. World-Class Comperitor", European Management Journal, Vol.13, No.7

SUZUKI, T., (1994), TÜB In Process Industries, Oregon, USA.

SUZUKI, T., (1992), New Directions For TÜB, USA.

ŞİMŞEK, M., (2004), Toplam Kalite Yönetimi. Alfa Yayıncılık, İstanbul

TAJIRI, M. and FUMIO G., (1992), TÜB Implementation, USA.

TAPPING, D., (2003), The Lean Pocket Guide Tools For The Elimination Of Waste Running Lean, USA.

THOMAS A. K., (1997), After Lean Production, Prentice Hall, New Jersey

TÜTEK, H, ve ÖNCÜ, S, (1992), "JIT (Just-in-Time) Felsefesinin İşletme Fonksiyonları ve Verimlilik Üzerindeki Etkileri", Verimlilik Dergisi, Sayı.4

TÜZ, M.,(2004), İşletmelerde Yönetim Modelleri, Aktüel Yayıncılık, İstanbul

TSUCHIYA, S., (1992), Quality Maintenance. USA.

- VINCENTI, A., (2002), " Lean Machine", Automotive Engineer, Vol. 27, No.1
- WILDEMANN, H., (1991), "Implementation strategies for a Just-in-time production and logistics", Journal of ZfB, Vol.18, No.2
- WILHELM, B. (1993), "Lean production as a company wide community task," Production Management, Vol.12, No.7
- WOMACK, J.P., JONES, D.T. and Roos, D.,( 1990), Dünyayı Değiştiren Makina, Otomotiv Sanayii Derneği, İstanbul
- WOMACK, J. P. and JONES, D. T. (1998), Yalın Düşünce (Lean Thinking ), Sistem Yayıncılık,İstanbul
- WOMACK, J., (2005), Lean Solutions , Erişim: 25.04.2007, <http://www.lean.org/Events/WebinarHome.cfm>
- YÜKÇÜ, S., (2000), "JIT Üretim Sisteminin Maliyet Muhasebesi Uygulamalarına Etkisi", Denetimciler Dergisi, Sayı: 1
- ZAEPFEL, G. (1995), "Production Logistics: Conceptual foundations and theoretical foundation", Journal of ZfB, Vol.61, No.2

## ÖZGEÇMİŞ

Fatih DEMİR

Doğum Yeri ve Tarihi: Karabük / 19.02.1979

### Eğitim Bilgileri

İlköğretim: İzmit, Sırrı Paşa İlköğretim Okulu / 1986-1991

Ortaöğretim: İzmit, Derince Lisesi / 1991-1993

Lise: İzmit, Derince Lisesi / 1993-1996

Üniversite: İstanbul, İstanbul Teknik Üniversitesi  
Makina Fakültesi – Makina Mühendisliği Bölümü / 1996-2001

Yüksek Lisans: İstanbul, İstanbul Teknik Üniversitesi  
Makina Fakültesi – Makina Mühendisliği Bölümü / 2001-2003

Yüksek Lisans: Kocaeli, GYTE İşletme Anabilim Dalı / 2006 - 2009

### Yabancı Dil

İngilizce: İstanbul, İTÜ / 1996-1997

İstanbul, Bogaziçi Üniversitesi Dil Kursu/ 2002

Almanca: İstanbul, Goethe Enstitüsü / 1997-1999

### Katıldığı Kongre ve Eğitim Programları

Yalın zirve/2005, TÜB eğitimi/2003, 6 Sigma/2005, Toplam Kalite Eğitimi/2004, Zaman yönetimi/2003, Grid/2004,

### İş Tecrübesi

Beko Elektronik A.Ş İstanbul, Beylikdüzü.-Mühendis / 2001 Ocak – 2001 Haziran

Arçelik A.Ş Arge İstanbul Tuzla-Arge Mühendisi / 2001 Mart – 2003 Haziran

Arçelik A.Ş. Çamaşır Makinası İşletmesi İstanbul, Tuzla –Üretim Mühendisi/ 2003 Ağustos –2008 Haziran

Toyota Motor Europe NV/SA, Adapazarı Şubesi, Yatırım Planlama ve Proje Yönetimi, Mühendisi/2008 Haziran-...