

T.C.  
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İŞLETME SÜREÇLERİNDE YALIN TEKNİKLERİN  
KULLANILMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

**Emre SİVASLI**

Danışman  
**Yrd. Doç. Dr. Cenk ÖZLER**

2006

## **Yemin Metni**

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “İşletme Süreçlerinde Yalın Tekniklerin Kullanılması Üzerine Bir Araştırma” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin bibliyografyada gösterilenlerden olduğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

.../.../.....

Emre SİVASLI

İmza

## YÜKSEK LİSANS TEZ SINAV TUTANAĞI

### Öğrencinin

**Adı ve Soyadı** :  
**Anabilim Dalı** :  
**Programı** :  
**Tez Konusu** :  
**Sınav Tarihi ve Saati** :

Yukarıda kimlik bilgileri belirtilen öğrenci Sosyal Bilimler Enstitüsü'nün ..... tarih ve ..... Sayılı toplantısında oluşturulan jürimiz tarafından Lisansüstü Yönetmeliğinin 18.maddesi gereğince yüksek lisans tez sınavına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini ..... dakikalık süre içinde savunmasından sonra jüri üyelerince gerek tez konusu gerekse tezin dayanağı olan Anabilim dallarından sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin,

BAŞARILI	<input type="radio"/>	OY BİRLİĞİ ile	<input type="radio"/>
DÜZELTME	<input type="radio"/>	OY ÇOKLUĞU	<input type="radio"/>
RED edilmesine	<input type="radio"/>	ile karar verilmiştir.	

Jüri teşkil edilmediği için sınav yapılamamıştır. \*\*\*  
Öğrenci sınava gelmemiştir. \*\*

\* Bu halde adaya 3 ay süre verilir.  
\*\* Bu halde adayın kaydı silinir.  
\*\*\* Bu halde sınav için yeni bir tarih belirlenir.

Tez burs, ödül veya teşvik programlarına (Tüba, Fullbright vb.) aday olabilir.	Evet
Tez mevcut hali ile basılabilir.	<input type="radio"/>
Tez gözden geçirildikten sonra basılabilir.	<input type="radio"/>
Tezin basımı gerekliliği yoktur.	<input type="radio"/>

### JÜRİ ÜYELERİ

### İMZA

.....	<input type="checkbox"/> Başarılı	<input type="checkbox"/> Düzeltme	<input type="checkbox"/> Red	.....
.....	<input type="checkbox"/> Başarılı	<input type="checkbox"/> Düzeltme	<input type="checkbox"/> Red	.....
.....	<input type="checkbox"/> Başarılı	<input type="checkbox"/> Düzeltme	<input type="checkbox"/> Red	.....

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

İşletme Süreçlerinde Yalın Tekniklerin Kullanılması Üzerine Bir Araştırma  
Emre Sivash

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimleri Enstitüsü

Toplam Kalite Anabilim Dalı

İşletmeler, sürekli değişen piyasa koşullarında varlıklarını sürdürmek ve rekabetçi avantaja sahip olmak için üretimde radikal değişimler yapmak zorundadırlar. Ayrıca teknolojik gelişmeler de pazar ortamında sürekli değişimi gündeme getirmektedir. Geleneksel üretim yerini yalın üretim gibi yeni üretim sistemlerine bırakmaktadır.

Yalın üretim, işletme süreçlerini, müşterilerin artan isteklerini karşılamak için geliştirir. Yalın üretimde kullanılan teknikler, üretim sistemindeki tüm israfı yok ederek ürün kalitesini iyileştirmeyi ve maliyeti düşürmeyi amaçlar. Yalın tekniklerin temel noktası, bir sistem içindeki tüm israfı ortadan kaldırmaktır. İsrاف, ürüne değer katmak için gerekli minimum kaynak miktarı dışındaki her şey olarak tanımlanabilir. İsrافın en bilinen sınıflandırılması “yedi ölümcül israf”tır. Yedi ölümcül israf, aşırı üretim, envanter, taşıma, işleme, hareket, hatalar ve atıl zamandır.

Bu çalışmada, işletme süreçlerinde meydana gelebilecek israf türleri, bu israfların belirlenmesi ve ortadan kaldırılmasında kullanılan yalın teknikler ve farklı israf türleri arasındaki ilişkileri ortaya çıkaran bir model anlatılmaktadır. Bu modelde israf ilişkileri, israf ilişki matrisi, bir israf değerlendirme anketi ve literatürden alınan bir örnek olay kullanılmaktadır. Matrisin sadeliği ve anketin çok yönlülüğü, örnek olay çalışmasında görüldüğü gibi israfın kök nedenlerini belirlemeyle ilgili kesin sonuçları başarmayı sağlayabilir. Bazı israfların yöneticiler tarafından gözlenemediği ve tanınmadığı ortaya çıkabilmektedir.

İsrafı sistematik ve sürekli olarak saptamak ve ortadan kaldırmak artan verimliliğe, iyileştirilmiş üretkenliğe ve artan rekabetçiliğe yol açar. Üretim süreçlerinde israfı ortadan kaldırmak şirketlere, düşük hammadde stoku ve bunları tutma maliyeti, süreç içi çalışmanın azalımı, düşük bitmiş ürün envanteri, yüksek ürün kalite düzeyi, artan esneklik ve müşteri taleplerini karşılama yeteneği, tüm üretimde düşük maliyet ve artan çalışan bağlılığı gibi avantajlar sağlar.

Anahtar Kelimeler: 1) Yalın Üretim, 2) Yalın Teknikler, 3) Yedi Ölümcül İsrاف, 4) İsrافی Ortadan Kaldırmak, 5) İsrافی Değerlendirme Anketi

## **ABSTRACT**

**Master Thesis**

**A Research For Applying Lean Tools In Business Processes**

**Emre SIVASLI**

**Dokuz Eylul University**

**Institute Of Social Sciences**

**Department of Total Quality Management**

**Organizations have to make changes to maintain their existence and to have the competition advantage in market conditions which exchange continuously. Also technological developments get continous changes on the agenda. Traditional thinking replace with new production systems like as lean thinking.**

**Lean manufacturing improve organization's processes to meet customer desires. Lean tools intend to improve product quality and decrease costs by eliminating all waste in manufacturing process. Eliminating all waste in a system is the basic point of lean tools. Waste can be defined as anything other than the minimum amount of resources which are absolutely essential to add value to the product. The most well-known category of wastes is the "seven deadly wastes". These are overproduction, inventory, transportation, processing, motion, defects and idle time.**

**In this study, the wastes which can be occurred in business process, the lean tools which are used for identifying and eliminating these waste and a model which shows the relationship between different types of waste are explained. In this model, waste relationships, waste relationship matrix, waste assessment questionnaire and a case study which is taken from literature are used. The simplicity of the matrix and the comprehensiveness of the questionnaire contribute to the achievement of accurate results in identifying the root causes of waste as seen in case study. It has been noted that some of the waste cannot be observed and acknowledged by managers.**

**A systematic and continuous identification and elimination of waste can lead to increased efficiency, improved productivity and exchanged competitiveness. Eliminating waste get some advantage to company as lower raw material and associated holding cost, reduced work-in-process, lower finished good inventories, higher levels of product quality, increased flexibility and ability to meet customer demand, lower overall manufacturing costs and increased employees' involvement.**

**Key words: 1) Lean Manufacturing, 2) Lean Tools, 3) Seven Deadly Wastes, 4) Eliminating Waste, 5) Waste Assessment Questionnaire**

# İŞLETME SÜREÇLERİNDE YALIN TEKNİKLERİN KULLANILMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

YEMİN METNİ	ii
TUTANAK	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLO LİSTESİ	xii
ŞEKİL LİSTESİ	xiii
GİRİŞ	xvi

## BİRİNCİ BÖLÜM

### YALIN ÜRETİM VE YALIN ÜRETİMDE KULLANILAN TEKNİKLER

1.1. YALIN ÜRETİM	1
1.2. YALIN ÜRETİMDE KULLANILABİLECEK YALIN TEKNİKLER	5
1.2.1. 5S- İşyeri Organizasyonu ve Standardizasyonu	7
1.2.1.1. 5S Nasıl Yapılır?	8
1.2.1.2. 1S. –Ayıklama	8
1.2.1.3. 2S. –Düzenleme	9
1.2.1.4. 3S. –Temizlik	9
1.2.1.5. 4S. -Standardize Etme	9
1.2.1.6. 5S. Süreklilik	10
1.2.2. Tampon ve Emniyet Stoku	10
1.2.2.1. Tampon Stok	11
1.2.2.2 Emniyet Stoku	11
1.2.2.3. Tampon ve Emniyet Stoku Nasıl Yapılır?	12
1.2.3. U-şeklinde Hücresel Yerleşim	13
1.2.3.1. U-şeklinde Hücresel Yerleşimin Yararları	13
1.2.3.2. U-şeklinde Hücresel Yerleşim Nasıl Yapılır?	14
1.2.3.3. Diğer Etmenler	14

1.2.4. Sürekli Akış (Tek-Parça Akış)	15
1.2.4.1. Sürekli Akışın Yararları	15
1.2.4.2. Sürekli Akış Nasıl Yapılır?	15
1.2.5. Çevrim Zamanı	16
1.2.5.1. Çevrim Zamanı Nasıl Yapılır?	16
1.2.6. Heijunka (Yük Dengeleme)	18
1.2.6.1. Heijunka Nasıl Yapılır?	18
1.2.7. Jidoka (Otonomasyon)	21
1.2.7. 1. Jidoka Nasıl Yapılır?	22
1.2.8. Tam-zamanında	24
1.2.8.1. Tam-zamanındanın Yararları	25
1.2.9. Kaizen İş Sahaları	26
1.2.9.1 Planlama Evresi	27
1.2.9.2. Kaizen İş Sahası	28
1.2.9.3. Takip Etme	28
1.2.10. Kanban	29
1.2.10.1. Kanban Nasıl Yapılır?	30
1.2.10.2. Süpermarketler	33
1.2.11. Yalın Metrikler	34
1.2.11.1. Yalın Metrikler Nasıl Yapılır?	35
1.2.12. Hat Dengeleme	37
1.2.12.1. Hat Dengeleme Nasıl Yapılır?	37
1.2.12. Hata-Önleme (Poka-Yoke)	39
1.2.13.1. Hata-önleme Nasıl Yapılır?	40
1.2.13.1.1. Anlayışın Değiştirilmesi	41
1.2.13.1.2. Analiz	41
1.2.13.1.3. Standardize Edilmiş İş	42
1.2.13.1.4. Kırmızı Bayrak Koşulları	42
1.2.13.1.5. Hata-önleme cihazları	43
1.2.14. Problem Çözme Metodolojisi	44
1.2.14.1. Problem Çözme Metodolojisi Nasıl Yapılır?	44
1.2.15. Hızlı Kalıp Değiştirme (Ayar Zamanlarının Kısaltılması)	50

1.2.15.1. Hızlı Kalıp Değişirme Nasıl Yapılır?	50
1.2.16. Standart İş	52
1.2.16.1. Standart İşin Yararları	53
1.2.16.2. Standart İş Nasıl Yapılır?	53
1.2.17. Takt Zamanı	57
1.2.17.1. Takt Zamanı Nasıl Yapılır?	57
1.2.18. Toplam Üretken Bakım	58
1.2.18.1. Toplam Üretken Bakım Nasıl Yapılır?	59
1.2.18.2. Toplam Üretken Bakımın Beş Faaliyeti	61
1.2.19. Değer Akış Yönetimi	63
1.2.19.1. Değer Akış Yönetimi Nasıl Yapılır?	64
1.2.20. Değer Akışı Haritalandırma	67
1.2.20.1. Değer Akışı Haritalandırma Nasıl Yapılır?	68
1.2.20.1.1. Mevcut Durum Haritası	68
1.2.20.1.2. Gelecek Durum Haritası	70
1.2.21. Görsel Fabrika	72
1.2.21.1. Görsel Fabrika Nasıl Yapılır?	72
1.2.22. İsrif -Yedi Ölümcül İsrif	74
1.2.22.1. İş Çevrimi	75
1.2.22.2. İsrifi Yok Etme Nasıl Yapılır?	75
1.2.22.2.1. Aşırı Üretim İsrifi	76
1.2.22.2.2. Hareket İsrifi	76
1.2.22.2.3. Bekleme İsrifi	77
1.2.22.2.4. Taşıma İsrifi	77
1.2.22.2.5. Aşırı İşleme İsrifi	78
1.2.22.2.6. Envanter İsrifi	78
1.2.22.2.7. Hataları Düzeltme İsrifi	79
1.2.22.3. Maliyet Azaltma Prensipleri	79



## İKİNCİ BÖLÜM

### İSRAFIN BELİRLENMESİ VE ORTADAN KALDIRILMASI

2.1. İSRAF NEDİR?	81
2.1.1 Katma Değer	81
2.1.2. İsraf Neden Oluşur?	82
2.1.3. İsraf Nasıl Kökleşir?	84
2.1.4. İsrafın Sınıflandırılması	86
2.1.4.1 Üç Mu	86
2.1.4.2 5M + Q + S	86
2.1.4.3. Ürün Akışı	<b>88</b>
2.1.4.4. Yedi Ölümcül İsraf	89
2.1.4.5. İsrافی Saptamanın ve Ortadan Kaldırmanın Yararları	91
2.1.4.5.1. Şirketlere Yararları	91
2.1.4.5.2. Çalışanlara Yararları	91
2.2. YEDİ ÖLÜMCÜL İSRAF	93
2.2.1. Aşırı Üretim	93
2.2.1.1. Aşırı Üretim Kontrol Listesi	94
2.2.2. Envanter	95
2.2.2.1. Envanter Kontrol Listesi	98
2.2.3. Taşıma	99
2.2.3.1. Taşıma Kontrol Listesi	101
2.2.4. Hatalar	102
2.2.4.1. Hatalar Kontrol Listesi	104
2.2.5. İşleme İsrافی	104
2.2.5.1. İşleme İsrافی Kontrol Listesi	106
2.2.6. Operasyon İsrافی	107
2.2.6.1. Operasyon İsrافی Kontrol Listesi	108
2.2.7. Atıl Zaman	108
2.2.7.1. Atıl Zaman İsrافی Kontrol Listesi	109

2.3. İSRAFIN KEŞFEDİLMESİ	110
2.3.1. “Arka Kapı” Yöntemi	110
2.3.2. Gizli İsrافی Yüzeye Çıkarma	111
2.3.3. Mevcut Durumu Analiz Etme	112
2.3.3.1 Ok diyagramı	112
2.3.3.2 Akış Analizi Özet Tablosu	114
2.3.3.3 Operasyon Analizi Tablosu	116
2.3.3.4 Standart Operasyonlar Kombinasyon Kartı	116
2.4. İSRAF ORTADAN KALDIRILMASI	119
2.4.1. Gerekli Davranışı Benimsemek	119
2.4.2. Ürün Hareketlerinde İsrافın Ortadan Kaldırılması	120
2.4.2.1. Bekleme ve Taşıma	120
2.4.2.2. Sürecin Beklemesi	120
2.4.2.3. Partinin Beklemesi	121
2.4.3. Çalışanların Hareketlerinde İsrافın Ortadan Kaldırılması	122
2.4.3.1. On Yedi Prensibi Benimsemek	123
2.4.4. Çalışan, Ürün ve Makine Bileşiminde İsrافın Yok Edilmesi	125
2.5. İSRAFIN ÖNLENMESİ	127
2.5.1. Standartlaştırma	127
2.5.2. Görsel ve Denetsel Kontroller	128
2.5.2.1. Kırmızı Etiketleme	128
2.5.2.2. İşaret Tahtaları	128
2.5.2.3. İşaretleme	129
2.5.2.4. Uyarı Işıkları (Andonlar)	129
2.5.2.5. Kanban	129
2.5.2.6. Saha ve Muayene Zilleri	129
2.5.3. Beş Neden ve Bir Nasıl Yaprağı	129
2.5.3.1 “Neden” ve “Nasıl” Soruları için 5 Anahtar Kavram	131

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### İŞ SAHASI ÇEVRESİNDEKİ İSRAFIN DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN BİR MODEL

3.1. GİRİŞ	132
3.2. İSRAF DEĞERLENDİRME MODELİ	134
3.2.1. Yedi İsrif Tipi ve Yedi İsrif Arasındaki İlişkiler	134
3.2.2. İsrif İlişki Matrisi	143
3.2.3. İsrif Değerlendirme Anketi	146
3.2.4. Örnek Olay Çalışması	156
3.2.4.1. Modelin Uygulaması	156
SONUÇ	161
KAYNAKLAR	164

## TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1. A Ürününün 12 Haftalık Talep Miktarı	12
Tablo 1.2. Ürün Dizi Tablosu	20
Tablo 3.1. İsraf İlişkilerinin Gücünü Hesaplamak İçin Geliştirilmiş Kriter	140
Tablo 3.2. Aşırı Üretimin Envanter ve Hatalar İle İlişkisi	141
Tablo 3.3. Doğrudan İlişki Gücünün Aralık Bölünmesi	141
Tablo 3.4. Farklı İsraf Türleri Arasındaki İlişkiler	142
Tablo 3.5. Gruplanmış Değerlendirme Sayıları	151
Tablo 3.6. İsraf İlişkileri Matrisinden Sağlanan Orijinal Ağırlıklar	152
Tablo 3.7. Tablo 3.6'nın $N_i$ değerlerine bölünüşü	154
Tablo 3.8 Her İsraf Türü İçin Hesaplanmış Ağırlık Değerleri	155
Tablo 3.9. Değerlendirme Analizinin Özeti ve Şirketteki Farklı İsrafların Sırası	158
Tablo 3.10. Şirket Değerlendirme Analizi	158

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1. Yalın Araçlar Kullanım Matrisi	6
Şekil 1.2. İlk Temizlik Planı	9
Şekil 1.3. Standart Denetleme Yaprağı	10
Şekil 1.4. Operatör 1, Operatör 2 ve Operatör 3'ün Çevrim Zamanları	17
Şekil 1.5. Yalın Üretim ve Jidoka İlişkisi	21
Şekil 1.6. Jidoka Adımları	22
Şekil 1.7. Delik Açma ve Vidalama İşi Çevrim Zamanları	23
Şekil 1.8. Yalın Üretim ve Tam-zamanında İlişkisi	25
Şekil 1.9. Kaizen İş Sahası	26
Şekil 1.10. Karmaşık Kaizen İş Sahası Gerçekleştirme Süreci	27
Şekil 1.11. Kaizen Yaprağı	29
Şekil 1.12. Geri Çekme Kanbanı	31
Şekil 1.13. Üretim Kanbanı	31
Şekil 1.14. İşaret Kanbanı	32
Şekil 1.15. Adam-saat Başına Parça Sayısı	37
Şekil 1.16. Çevrim Zaman Yaprağı	38
Şekil 1.17. Fabrika Kalite Güvence Seviyeleri	40
Şekil 1.18. Hata-önleme Analiz Formu	41
Şekil 1.19. Kusurlar ve Hatalar	42
Şekil 1.20. Kırmızı Bayrak Koşulları	43
Şekil 1.21. 6-Adım Problem Çözme Yöntemi	45
Şekil 1.22. Tipik Analiz Araçları	47
Şekil 1.23. Potansiyel Çözümler için Tipik Araçlar	47
Şekil 1.24. 4M Kontrol Listesi	48
Şekil 1.25. 3M'ler	49
Şekil 1.26. Parça Değişim Analiz Kartı	51
Şekil 1.27. Değişirmeleri İyileştirmek için Yedi Araç	52
Şekil 1.28. Standart İş Kombinasyon Kartı	55
Şekil 1.29. Standart İş Kartı	56
Şekil 1.30. Toplam Üretken Bakımın Üretken ve Önleyici Bakımla İlişkisi	60

Şekil 1.31. Toplam Üretken Bakım	61
Şekil 1.32. Özerk Bakım Adımları	63
Şekil 1.33. İyileştirme Kartı	67
Şekil 1.34. Görsel Fabrika Yaprağı	73
Şekil 1.35. Geleneksel ve Yalın Düşünce	80
Şekil 2.1. Gerçek İyileştirme ve Geçici Önlem İyileştirme	85
Şekil 2.2. 5M + Q + S İsrâf Sınıflandırması	87
Şekil 2.3. Yedi Ölümcül İsrâf	90
Şekil 2.3. Aşırı Üretim İsrâfını Bulma Kontrol Listesi	95
Şekil 2.4. Envanter Türleri	97
Şekil 2.5. Ürün Akışında Envanter Birikmesi	98
Şekil 2.6. Envanter İsrâfını Bulma Kontrol Listesi	98
Şekil 2.7. Taşıma ve Malzeme Taşıma Arasındaki Fark	99
Şekil 2.8. Tek Parçalı Ürün Akışında Malzeme Taşıma	100
Şekil 2.9. Taşıma İsrâfını Bulma Kontrol Listesi	101
Şekil 2.10. Muayene Çeşitleri	103
Şekil 2.11. Hata İsrâfını Bulma Kontrol Listesi	104
Şekil 2.12. Bir Pres Makinesindeki İsrâf	105
Şekil 2.13. İşleme İsrâfını Bulma Kontrol Listesi	106
Şekil 2.14. Operasyon İsrâfını Bulma Kontrol Listesi	108
Şekil 2.15. Atıl Zaman İsrâfını Bulma Kontrol Listesi	109
Şekil 2.16. Arka Kapı Yöntemi ile İsrâfın Bulunması İçin 5 Anahtar Nokta	111
Şekil 2.17. Süreç Analiz Tablosu	113
Şekil 2.18. Akış Analizi Özet Kartı	115
Şekil 2.19. Büyük İsrâfların Bulunması İçin İş Sahası Kontrol Listesi	117
Şekil 2.20. Dört Büyüklük Seviyesi	118
Şekil 2.21. İyileştirme için On Temel Prensiptir	119
Şekil 2.22. Elle Yapılan Operasyonlarda Hareket Menzili	123
Şekil 2.23. Seri Operasyonlar	125
Şekil 2.24. Kısmi Paralel Operasyonlar	126
Şekil 2.25. Paralel Operasyonlar	126
Şekil 2.26. 5-Neden ve 1-Nasıl Yaprağı	130

Şekil 3.1. İsrafın Üç Sınıfı ve Bunun Paraya Etkisi	135
Şekil 3.2. Doğrudan İsraf İlişkileri	136
Şekil 3.3. İsraf İlişki Matrisi	143
Şekil 3.4. İsraf İlişki Matrisi Sayısal Gösterimi	143
Şekil 3.5. İsraf Matrisi Değerleri	144
Şekil 3.6. İsraf Değerlendirme Anketi ve Tipler	150

## GİRİŞ

Organizasyonların temel hedeflerinden biri süreçleri etkin ve verimli yapmanın yanı sıra israfsız ve yüksek oranda değer katan faaliyetle yürütmektir. İşletme süreçlerinde israfı belirlemek ve ortadan kaldırmak için izlenmesi gereken bazı yöntemler vardır. Bu yöntemler ile üretim verimliliği iyileştirilir ve müşterinin istekleri yüksek kalitede, ucuz maliyetle ve tam zamanında sağlanır. Bu amacı başarmak için yalın üretim ve israf ile ilgili bilinmesi gereken temel teknikler ve kavramlar vardır. Bu tez, bu teknikler ve kavramları sistematik bir biçimde anlatmayı hedeflemektedir.

Birinci bölümde geleneksel üretimin yerini alan yeni sistemlerden biri olan yalın üretim ve yalın üretimi başarmak için gerekli olan yalın teknikler anlatılmaktadır. Yalın üretim ve yalın tekniklerin en önemli amacı süreçlerde israfı hemen ve etkili olarak saptamak ve ortadan kaldırmaktır. Bunun yanında bu teknikler kaliteyi iyileştirir, üretim maliyetlerini düşürür, iletişimi işletmenin tüm düzeylerinde artırır, iyileştirmelere hemen başlanmasını ve çalışanların iyileştirmeleri kendi başlarına yapmalarını sağlar.

İkinci bölümde bu tekniklerden biri olan atölyelerde israfı belirlemek ve ortadan kaldırmak detaylı olarak anlatılmaktadır. İlk olarak israf ve katma değer tanımlanır ve israfın neden sinsi bir olay olduğu açıklanır. Daha sonra farklı israf sınıflandırmaları ve yedi ölümcül israfı tanımlanır. Her tip israf için nedenler belirlenir, israfı adresleyecek yöntemler verilir. Bu israfların nedenleri ve çözümleri listeledikten sonra yedi israf türünün her biri için bir kontrol listesi sağlanır. Kontrol listeleri, kişilere kendi çalışma yerlerini incelemeleri ve iyileştirme çabalarına öncelik vermeleri konularında yardımcı olur. Daha sonra bir takım araçlar bulunması zor israfları keşfetmenizi sağlar. Son olarak israfı etkili bir biçimde önleyecek uygulamalar tanımlanır.

Üçüncü bölümde bir iş sahası çevresinde farklı israf türlerinin değerlendirmesini yapmak için bir model ele alınmaktadır. İsfraf değerlendirme



modeli yedi israf türünün her birinin tanımı ve bunların kesişim alanlarının söylenmesi ile başlar. Daha sonra israflar arasındaki ilişkileri yüzdeler biçimde ölçmek için bir israf matrisi geliştirilir. Bu matris, belirli tip bir israfın diğerlerini etkileme veya diğerlerince etkilenme olasılığını gösterir. İsraf kaynağını tayin etmek ve israf düzeylerini ayırt etmek için bir değerlendirme anketi kullanılır. İsraf matrisi ve değerlendirme anketi, iş sahasındaki mevcut israfı sıralamaya yönelik değerlendirme yönteminde birleştirilir. Modeli geçerli kılmak için literatürdeki bir makaleden alınan örnek olaydan yararlanılmıştır.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### YALIN ÜRETİM VE YALIN ÜRETİMDE KULLANILAN TEKNİKLER

#### 1.1. YALIN ÜRETİM

Giderek daha az emek, malzeme, ekipman, zaman ve alan harcayarak daha fazla üretmeye ve müşterilerin asıl beklentilerini karşılamaya yalın üretim denir. Yalın üretim değer akışı içindeki israfi belirleyen ve ortadan kaldıran bir grup stratejidir (Dailey, 2003; 10). Yalın üretim işletmenin tüm çalışanlarının anlamasına ve katılımına bağlı iyileştirme sürecidir. Yalın üretimin amacı, üreticiye artan karı, müşteriye ise artan değeri ve memnuniyeti sağlayacak üretim yöntemlerini geliştirmektir.

İşletmeler müşterilerden gelen yüksek kalitede düşük maliyet baskısı altındadır. Bu yüzden ürün veya hizmeti en kaliteli ancak en düşük maliyetle üretecek işletmeler pazarlarında rekabet edebilir ve hayatta kalabilir. Bugünkü pazarda fiyatı müşteri belirler. İşletme fiyata kar payı ekleme lüksüne sahip değildir. Karlı kalmanın tek yolu israfi ortadan kaldırmak veya azaltmaktır, böylece maliyet azalır. Yalın üretim işletme süreçlerindeki israfi belirler ve ortadan kaldırır. Yalın üretim israfın panzehiridir (Womack ve Jones, 2003; 11).

Yalın üretimde ilk olarak belirli bir ürün veya hizmet için değer açık ve net olarak tanımlanır. Değer nihai müşteri ya da iş süreçleri açısından tanımlanabilir (Yazıcıoğulları, 2004; 69). Değer, müşteri ihtiyaçlarını belli bir zamanda belli bir fiyattan karşılayan belli bir ürün veya hizmet olarak tanımlanabilir.

Değeri müşterinin tanımlaması yanında değeri yaratan üreticidir. Geçmişte üreticilerin değeri yanlış tanımladığı zamanlar olmuştur. Örneğin Amerikan firmalarında yöneticilerin mali beklentileri ve finansman ağırlıklı modelleri değerini müşteri açısından tanımının önüne geçer.

Alman firmalarında ise güçlü teknik fonksiyonlar, karmaşık tasarımlar ve teknik uzmanların kendi değer anlayışları müşterilerin beklentilerine uzak kalır. Japon firmalarının değer tanımına göre, asıl önemli olan nokta, değer nereden yaratıldığıdır (Womack ve Jones, 2003; 14).

Değerin bu şekillerde çarpıtılmasından öte yapılması gereken değeri müşteri bakış açısından ele almaktır. Bu nedenle yalın üretim değerini tam ve doğru olarak tanımlanması ile başlar.

Değerin tanımlanmasından sonra her ürünün değer akışı belirlenir. Değer akışı, ürünün hammaddeden nihai ürüne dönüştürülmesi boyunca yapılan değer katan ve değer katmayan faaliyetlerin tümüdür. Değer akışı bakış açısı, yalnızca tek tek süreçler üzerinde değil büyük resim üzerinde çalışmak ve sadece parçaları değil bütünü iyileştirmek demektir (Rother ve Shook, 2001; 11)

Değer akışı belli bir ürünün veya hizmetin işletmedeki üç kritik yönetim görevinden geçirilmesi için gerekli olan tüm belli adımları gösterir. Bu görevlerden ilki problem çözme görevidir. Problem çözme görevi, tasarım ve mühendislik çalışmaları ile üretimin başlaması arasındaki süreçtir. İkinci görev siparişin alınması ile teslimatın yapılması arasındaki süreç olan bilişim yönetimi görevidir. Ürünün hammaddeden müşteriye geçen nihai ürüne dönüşümünü içeren son görev ise fiziksel dönüşüm görevidir.

Değer akışı analizleri akış boyunca üç tip faaliyetin olduğunu gösterir. Müşteri ihtiyaçlarını karşılamak için gerçekleştirilen ve ürüne belirgin bir değer katan faaliyetler değer katan faaliyetlerdir. Gerçekte nihai ürüne müşteri açısından değer katmayan fakat mevcut teknolojiler ve üretim varlıkları nedeniyle kaçınılmaz olan pek çok faaliyet de vardır. Hiçbir değer yaratmayan ve kaldırılmasının sürece etki etmeyeceği faaliyetler ise değer katmayan faaliyetlerdir. Bu faaliyetler müşteri ihtiyaçlarını karşılamaya katkısı olmayan ve işin, hizmetin ya da ürünün fonksiyonelliğine zarar vermeden ortadan kaldırılacak faaliyetlerdir.

Değer tanımlanması ve değer akışlarının belirlenmesinden sonra değer yaratan aşamaların kesintisiz akışı sağlanır. Hammaddeden nihai ürüne kadar bir iş parçasının üzerinde kesintisiz çalışılırsa, görevler çok daha doğru ve verimli bir şekilde gerçekleşir. Organizasyon veya ekipman yerine ürün ve ürünün gerektirdiği şeylere odaklanılmalıdır. Bu da tasarım, sipariş ve imalat süreçlerinde faaliyetlerin sürekli bir akış içinde gerçekleştirilmesi ile mümkün olur.

Akış ilkesini ilk algılayanlardan biri olan Ford 1913 yılında T-model arabanın montaj süreci için gerekli çabayı, son montaj hattında sürekli akış ilkesini uygulayarak yüzde 90 oranında azaltmıştır (Womack ve Jones, 2003; 21).

Değer akışı işletmede fonksiyonların, departmanların ve görevlerin yeniden tanımlanmasını gerektirir. Departmanlar içinde partiler halinde üretimden ürün ekipleri ve sürekli akışa geçilir. Ayrıca sürekli akışın sağlanması çalışanların yararınadır ve akışın her noktasında çalışanların gerçek ihtiyaçlarını dile getirir.

Sürekli akış, tasarımdan eyleme geçişe, satıştan teslimata ve hammaddeden müşteriye uzanan toplam geçiş zamanını azaltır. Ürünlerin tasarımı için geçen süre azalır, sipariş alma hızlanır ve ürünün fiziksel olarak yapılması daha çabuk olur. Böylece yalın sistemler, üretimdeki tüm ürünleri her türlü kombinasyonda üreterek talepteki değişimlere anında uyum gösterecektir.

Sürekli akışın sağlanmasından sonraki aşama müşteriye ürünün itilmesi yerine, müşteri istediğinde ürünün çekilmesini sağlamaktır. Diğer bir deyişle müşterinin değeri işletmeden çekmesi sağlanır. Bu nedenle işletmeler müşterinin gerçekten istediği şeyleri, istediği zamanda tasarlama ve üretme yeteneğini elde etmelidirler.

Yalın üretimin son aşaması mükemmelliğin peşinde koşmaktır. Ürünlerin müşteri ihtiyaçlarını karşılama ve iş yüklerini, zamanı, maliyetleri, hataları azaltma süreçlerinin sonu yoktur. Bunun için işletmede sürekli iyileştirmeler yapılır.

Mükemmelliğin en önemli hızlandırıcısı şeffaflıktır (Womack ve Jones, 2003; 26). Yalın üretimde herkes her şeyi bütünüyle görür. Böylece değer yaratmanın daha iyi yollarını bulmak kolaylaşır. Ayrıca yalın üretim çalışanlara anında ve olumlu geri bildirim sağlar.

Yalın üretim uzun vadede mükemmelliğe ulaşmayı sağlar. Ayrıca işletme süreçlerindeki israfın, hızlı ve etkin olarak belirlenmesini ve ortadan kaldırılmasını sağlar. Organizasyonun tüm seviyelerindeki iletişimi artırır. Maliyetleri azaltır ve kaliteyi artırır.

Yalın üretimde üretim sistemi klasik üretim şeklinden müşterinin çektiği sürekli akış sistemine dönüşür. Bunun sonucunda işgücü verimliliği artar, işleri tamamlama süresi ve sistemdeki envanterler azalır. Ayrıca hatalı ürünlerin müşteriye geçişi engellenir, iş süreçlerindeki hurda oranları ve iş kazaları azalır.

Yalın üretim işletmenin yeni ürünlerin piyasaya sunma sürelerini azaltır, düşük ilave maliyetlerle işletmedeki ürün çeşitliliğini artırır.

## 1.2. YALIN ÜRETİMDE KULLANILABİLECEK YALIN TEKNİKLER

Yalın üretimde kullanılabilecek yalın teknikler tek bir temel noktada birleşir. Bu nokta, israfların belirlenmesi ve ortadan kaldırılmasıdır. Tüm yalın tekniklerin birincil amacı üreticiye artan karı, müşteriye ise artan değeri ve memnuniyeti sağlayacak üretim yöntemlerini geliştirmektir. Karları artırmak ve müşterileri sevindirmek için işletme tüm konu dışı ve üretim karşıtı tutumlardan, faaliyetlerden, malzemelerden, makinelerden, operasyonlardan ve süreçlerden kurtulmalıdır.

Tüm yalın araçlar, israfı hemen ve etkili olarak saptamak ve yok etmek, kaliteyi iyileştirmek ve üretim maliyetlerini düşürmek, iletişimi işletmenin tüm düzeylerinde artırmak, iyileştirmelere hemen başlamak ve çalışanların iyileştirmeleri kendi başlarına yapmalarını sağlamak için kullanılır.

Günümüzde değer akışını geliştirmek için kullanılmakta olan otuza yakın sayıda yalın araç ve kavram vardır. Değişen çevre koşulları, müşteri tercihlerinin hızla değişmesi, serbest ticaretin dünya çapında artması, özelleştirme ve teknolojik gelişmeler nedeniyle bu araçlara yenilerinin eklenmesi beklenebilir.

Yalın araçlar kullanım matrisi, yalın uygulamasının çeşitli görünümüleriyle ilgili yalın araçları ve kavramları düzenler. Matris araçların sistematik bir uygulama planı içinde doğru zamanda doğru biçimde uygulanmasını sağlar. Ayrıca yalının planlaması ve gerçekleştirilmesinde birçok aracın kullanılması hakkında farkındalığı artırır.

YALIN ARAÇLAR KULLANIM MATRİSİ						
YALIN ARAÇ	PLAN / GERÇEK-LEŞME	TALEP	AKIŞ	DENGE-LEME	GÖRSEL KONTROL	GENEL
5S	X					
Tampon ve Emniyet Stoku		X				
Hücreyel Yerleşim			X			
Sürekli Akış			X			
Çevrim Zamanı		X				
Heijunka (Dengeleme)				X	X	
Jidoka					X	
Tam-zamanında			X			
Kaizen	X					
Kanban					X	
Yalın Metrikler	X					
Yalın Raporlama	X					
Hat Dengeleme			X			
Hata-Önleme					X	
Yalın Kökenleri						X
Geri Çekme Yürüyüşü				X		
Dayanısız Araç Yönetimi						X
Problem Çözme	X					
Hızlı Kalıp Değişirme			X			
Yalın Uygulaması için Sıra	X					
Standart İş		X			X	
Takt Zamanı		X				
Toplam Üretken Bakım			X			
Değer Akış Yönetimi	X					
Değer Akış Haritalama	X					
Görsel Fabrika					X	
İsraf						X

Şekil 1.1. Yalın Araçlar Kullanım Matrisi

(Kaynak: Tapping, 2003; xii)

### 1.2.1. 5S- İşyeri Organizasyonu ve Standardizasyonu

5S, üretken iş alanlarının sistematik olarak düzenlenmesi, temizlenmesi, geliştirilmesi ve güçlendirilmesi için bir metodolojidir (Dailey, 2003; 23). Çalışanların güvenliğini sağlar ve yalın bir sistemin kurulmasında temel teşkil eder.

5S sırasıyla aşağıdaki gibi açıklanabilir (Tapping, 2003; 1):

- 1S- gerekliyi gereksizden ayırmak.
- 2S- parçaları düzenli şekilde yerleştirmek için en iyi yeri planlamak.
- 3S- parçaları parlatmak, temizlemek ve belirlemek.
- 4S- temizlik için standardı yaratmak ve yerleştirmek.
- 5S- ilk 4 S'i tüm zaman sürdürmeye yönelik disiplini kurmak.

5S uygulamasını başlatmak ve denetlemek için genelde geçici bir yalın takımı oluşturulur. Bununla beraber tüm çalışanlar etkili olması için sisteme katılmalıdır. Uygulanan alana bağlı olarak her S başlarken birkaç saat, daha sonra sürdürmek içinse çalışan başına günde birkaç dakika alır.

5S işyeri organizasyonu, düzeni ve temizliği için bir yapıyı ve adımları sağlar. Bunu aşağıdaki yollarla başarır:

- Kendi çalışma alanlarını kontrol etmek için bir çalışanlar takımı sağlar.
- İsrafın nedenleri ve ortadan kaldırılmasına odaklanan takıma yardım eder.
- Toparlama, depolama ve görsel iletişim standartlarını kurar.
- İş alanını yalın uygulaması için hazırlar.
- Müşterilerine temiz bir alanının önemini gösterir ve böylece ürün kalitesinde övünme açığa çıkar.
- Çalışanların moralini iş alanını güvenli, temiz ve çalışmak için zevkli hale getirme yoluyla iyileştirir.



### **1.2.1.1. 5S Nasıl Yapılır?**

Bir çapraz-fonksiyonel takım bir araya getirilir ve bir hedef alan seçilir. Bu projenin başarıya ulaşmasında iş alanındaki çalışanlar anahtar durumdadır. 5S organizasyonun her yerinde kullanılır. Diğer bir deyişle hem fabrika da hem ofiste kullanılır.

Tüm adımlar tamamlandığı zaman takım veya hücre alanı ödüllendirilebilir. Bundan sonra, 5S'in sürdürülmesini sağlamak için aylık gözden geçirmeler ve denetlemeler yapılır.

### **1.2.1.2. 1S. -Ayıklama**

Belli bir dönem için kullanılmayacak ve kullanılması düşünülmeyen parçaları hedef alandan çıkarmaktır. Bu aşamada aşağıdakiler yapılır (Tapping, 2003; 2):

1. Takım ikinci adımda hangi parçaların temel olacağına dair amacı tanımlar.
2. Takım hedef alan için temel olmayan parçalarda anlaşır.
3. Bu parçalar "kırmızı etiket" ile etiketlenir.
4. Etiketlenen parçalar, bu parçalar ne yapılacakları hakkında karar verilecek bir depolama alanına taşınır. Eğer böyle bir alan yoksa yaratılır.
5. Liderler veya yöneticiler etiketlenen parçaların düzenlemesini kararlaştırılır. Bu kararlar alana geri dönme, yeni bir ev bulma, atma ve tamirat olabilir.
6. Kalan parçalar için en iyi alana karar verilir.
7. Diğer çalışanlara yönelik iletişim için proje ilan tahtası yapılır, veya öncesi-ve-sonrası fotoğrafları sergilenir.

### 1.2.1.3. 2S. -Düzenleme

Her şey için bir yer ve her şey kendi yerinde prensibidir. Bu aşamada depo planları, zemin sınırlarını çizme, etiket yapıştırma uygulamalarına başlanır ve her şey teşhis edilir. Parça alan dışı olduğunda tercih edilecek hedef alanı standardı yaratılır. Son olarak girdi ve problemlili alanlar için uygulama sonrası alanda birkaç gün denetleme yapılır.

### 1.2.1.4. 3S. -Temizlik

Hedef alan temizlenir. İyi bir temizlik gereklidir, fakat önemli olan temizliğin bir ekipman şekli ve güvenlik denetlemesi olarak görülmesidir.

### 1.2.1.5. 4S. -Standardize Etme

Bu aşamada ilk olarak düzenli temizlik ve denetlemeye ihtiyaç duyan alanlar listelenir. Aynı listede temizlik ve denetleme frekansları belirtilir. Temizlik alanları ve zamanı için kimin sorumlu olduğu belirlenir. Temizlik görevleri haftalık veya aylık sıra ile yer değiştirerek yapmak istenebilir. Temizlik programının hedef alanda ilan edilir. Başarıyı göstermek için alanın önceki ve sonraki durumlarına ait fotoğrafları sergilenir. Daha sonra bu fotoğraflar hedef alan için standardın parçası haline gelir.

Görev	Konum	Kim	Ne zaman	Malzemeler	Aletler

Şekil 1.2. İlk Temizlik Planı

(Kaynak: Tapping, 2003; 4)

No.	Standart Denetleme Yaprağı	+/-
	Aletlerden tozu, kiri, yağı siliyor musunuz?	
	Tüm aletleri kendi depolama alanlarına geri koyuyor musunuz?	
	Envanteri ait olduğu yere geri koyuyor musunuz?	
	Ara yüzleri(jigleri), kalıpları doğru yere geri koyuyor musunuz?	
	Makineleri siliyor musunuz ve sızmalar için kontrol ediyor musunuz?	
	Kayıp vida somunlarını ve cıvataları kontrol ediyor musunuz?	
	İhtiyaç duyulan ampuller ve borular kontrol ediyor musunuz?	
	Tezgahları temizliyor musunuz?	
	İhtiyaç duyulmayan parçaları kaldırdınız mı?	
	Alan genellikle temiz mi?	
	Zemini süpürüyor ve siliyor musunuz?	

Şekil 1.3. Standart Denetleme Yaprağı

(Kaynak: Tapping, 2003; 5)

#### 1.2.1.6. 5S. Süreklilik

Dördüncü adımdaki bir standardı yerleştirmek, denetlemek ve yürütmek yönetimin işidir. Standart, ödüllendirme, standarda bağlılığı onaylama ve standart kötüleştirmede davranış veya süreci doğrulama yolları ile yürütülür.

#### 1.2.2. Tampon ve Emniyet Stoku

Müşteri her zaman ilk sırada gelir. Müşteriler bir şey sipariş ettiği zaman, sipariş zamanında gönderilir veya müşteriyi kaybetme riski göze alınır. Bazı beklenmedik nedenler yüzünden müşterinin istediğini üretilmediğinde, tampon ve güvenlik için yedek plan kararlaştırılır.

Emniyet ve tampon stoku miktarlarının hesaplanması ve belirlenmesi, malzeme veya planlamadan biri ile birlikte yalın takımı tarafından yapılır. Üst seviye yönetim de bunu onaylar.

Bilgi toplamak ve envanter düzeyini belirlemek yaklaşık olarak 1 saat sürer. Bu aynı zamanda tartışma için zamandır. Tampon ve emniyet stok kontrolleri ve kanbanlar takımının odaklanmasına bağlı olarak günde birkaç saat sürer.

Tampon ve emniyet stoku tüm sürecin takt zamanını iyi halde tutar, böylece müşteri talebi müşteriyi iç süreç değişkenliğinden koruma yoluyla sürekli olarak karşılanır.

#### **1.2.2.1. Tampon Stok**

Girdi veya çıktı çevrim zamanlarındaki değişkenlik nedeniyle takt zamanını karşılamak için süreçler arasında stok tutulur. Tampon stoku süreçler arasındaki değişkenlikleri düzeltir, böylece tüm takt zamanı istikrarlı bir oranda sürdürülür. Ayrıca müşteriyi değişkenlikten korur. Sevkiyat öncesi son sürece yerleşmiş ise bitmiş ürün tampon stoku diye adlandırılır.

#### **1.2.2.2 Emniyet Stoku**

Süreç değişiklikleri veya iyileştirmeleri yapılırken takt zamanını korumak için ürünler mevcut tutulur. Emniyet stoku yangın, makine kapanması, hasar, güç kesilmesi gibi büyük iç yetersizlikleri nedeniyle kullanılır. Emniyet stoku kilit altında tutulur. Emniyet stokunun kullanılması için sıkıntıda olan bir süreç gereklidir. Eskimeyi önlemek için değiştirilerek kullanılır.

### 1.2.2.3. Tampon ve Emniyet Stoku Nasıl Yapılır?

Tampon stok için önce daha eski parçaları görmüş süreç seçilir. Daha sonra girdi süreç değişkenliği analiz edilir ve ortalama duruş zamanı hesaplanır. Son olarak tampon stoktaki miktar, ortalama duruş zamanı periyodunu ölçmelidir.

Bitmiş ürün tampon stokunda ise ilk olarak belirli bir ürün seçilir. Bu ürün herhangi bir zamandaki bir ürün olabilir. Bundan sonraki aşamada tampon stok miktarına karar verilir. Bunun için son iki veya üç ay için müşteri talebindeki değişkenlik belirlenir. Seçilen zaman aralığındaki en yüksek hacim alınır ve günlük talepten çıkarılır. Bu müşteri talebini karşılamak için elinizde olması gereken birim sayısıdır.

Tablo1.1. A Ürününün 12 Haftalık Talep Miktarı

<b>Hafta</b>	<b>Miktar</b>
1	910
2	740
3	720
4	810
5	820
6	880
7	785
8	610
9	710
10	725
11	850
12	740

(Kaynak: Tapping, 2003; 10)

Yukarıdaki örnekte görüldüğü gibi, ürünün geçmişi 12 haftalıktır. Ortalama haftalık geri çekme 775 birimdir. En çok müşterinin talep ettiği miktar 910 birimdir ve bu miktarın ortalamadan farkı 135 miktardır. Tampon 135 birim olarak yerleştirilmelidir.

Emniyet stoku tampon stoku ile aynı şekilde ölçülür. Fakat bunda süreç duruş zamanları ve değişkinlik geçmişi dikkate alınmaz. Emniyet stokunun ölçümü, süreç duruş zamanlarının tahminine ve organizasyonun katlanmaya göze aldığı riske dayanır.

### **1.2.3. U-şeklinde Hücresel Yerleşim**

U-şeklinde hücresel yerleşim iş yerinin verimliliği ve esnekliği yaratır. Yalın takım bir kaizen olayındaki operatör ile birlikte çalışır. Mevcut bir süreçte U-şeklinde hücre tasarlamaya yönelik bir plan geliştirmek 2 ile 4 saat sürer. Ekipmanın tekrar düzenlemek 4 saat ile 2 gün arasında değişir. Fiziksel hareket ekipman karmaşıklığına bağlıdır. Yeni bir süreç için ise günler ile haftalar alır. Ekipman ve süreç ürün ile birleşim içinde tasarlanır.

#### **1.2.3.1. U-şeklinde Hücresel Yerleşimin Yararları**

U-şeklinde hücresel yerleşim çalışan için daha verimli yerleşim ve en kısa hareket mesafesi sağlar. Ayrıca maksimum esnekliğe izin verir. Bunu iş elemanlarını süreçlerle paylaşma yolu ile sağlar.

U-şeklinde hücresel yerleşim tek parça akışın temeli ve uygulamasıdır. Süreçleri aynı miktar ihtiyaçlarla bağlar. Bunun yanı sıra gerekli zemin boşluğu miktarını azaltır. Diğer bir yararı da operatör ekleyerek veya kaldırarak esnek çıktı oranına izin vermesidir.

### 1.2.3.2. U-şeklinde Hücresel Yerleşim Nasıl Yapılır?

Saat yönünün tersine akan ekipman yerleşimi çizilir. Her süreç için ekipman yerleşimi göz önünde tutulur. Makine süreçten önce yer almak için ekipmanının yanına yerleştirilir. Böylece bire bir üretim oluşur.

Yüksek, düşük ve ortalama takt zamanı senaryoları için çeşitli standardize edilmiş iş yaprakları yaratılır. Bu yöneticilere takt zamanını farklılaştırmak için ne kadar çalışana ihtiyaç duyulduğunu belirtir. Ayrıca takt zamanlarını farklılaştırmaya çabuk adapte etmeye yönelik ek çalışanlara izin verir.

En yavaş makine ekipmanının çevrim zamanı en kısa takt zamanına yükseltilir. Malzemenin hücre dışından nasıl dağıtılacağı planlanır, böylece operatörler hücre içinde kalabilir. Otomasyon hücre içinde sadece güvenlik ve ergonomi için kullanılır.

### 1.2.3.3. Diğer Etmenler

U-şeklinde hücresel yerleşim için yapılması gereken diğer etmenler aşağıdaki gibidir (Tapping, 2003; 15):

- Önleyici bakım ihtiyaçları kararlaştırılır ve bunun günlük yapılması için zaman ayrılır.
- Bakım prosedürleri ve programlarının görsel olarak asılması sağlanır.
- Hızlı parça değişim prosedürleri hazırlanır.
- Parça değişim prosedürleri herkesin anlaması için standardize edilir. Böylece makine duruş zamanları minimuma indirilir.
- Makineler ve çalışma masaları küçük tekerlekler üzerinde olmalıdır. Böylece gelecekteki kaizenlerde tekrar düzenlemesi kolay olur.
- Elektrik teli zor ekipmanla bağlanmaz. Hortumlar ve esnek kablolar kullanılır.

#### **1.2.4. Sürekli Akış (Tek-Parça Akış)**

Sürekli akış ürünü değer akışı boyunca envantersiz ve israfsız olarak belli bir zamanda tek parça taşımaktır. Yalın takım yalın araçları tasarlar ve kullanır, fakat herkes sürekli akışı sağlamak için mevcut olan standartlardan sorumludur. Değer akışının karmaşıklığına ve kaynakların teslim edilmesine bağlı olarak günler, haftalar veya aylarca sürebilir.

##### **1.2.4.1. Sürekli Akışın Yararları**

Sürekli akış çalışmanın avantajları şunlardır:

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

##### **1.2.4.2. Sürekli Akış Nasıl Yapılır?**

Bir düzene yer sağlayan yerde U-şekli hücre kurulur. Kısıtlar bu tip yerleşime olanak vermediğinde S-şekli, L-şekli veya düz hat kullanılabilir. Ekipmanı her sürecin ileri sürecin yanına kurulması gibi yerleştirilir, böylece bire bir üretim meydana gelir.

Tüm hücre için ekipman/montaj operasyonlarının çevrim zamanları dengelenir. Ayrıca hücre tasarlanırken ileri teknoloji, önleyici bakım ve parça değişimleri göz önünde tutulur.



### 1.2.5. Çevrim Zamanı

Çevrim zamanı bir operatörün bir çevrim içinde üstlendiği iş elemanlarının yerine getirmesi için geçen süredir (Rother ve Shook, 2001; 29). Çevrim zamanı, takt zamanı ile karşılaştırmada ve bir operasyonu veya süreci tamamlamak için gerekli çalışan sayısını belirlemede kullanılır. Standart işi geliştirmede kullanılır. Sürecin karmaşıklığına bağlı olarak 15 ile 30 dakika arasında yapılır.

İki tür çevrim zamanı vardır (Tapping, 2003; 19) :

- **Bireysel çevrim zamanı-** bireysel bir operasyonun tamamlanma oranıdır; örneğin, paketleme veya kaynak yapma.
- **Toplam çevrim zamanı-** operasyonun bir sürecinin tamamlanma oranıdır. Bu sayı, verilen bir süreçteki tüm bireysel çevrim zamanlarının toplanmasıyla hesaplanır.

Çevrim zamanının yararları

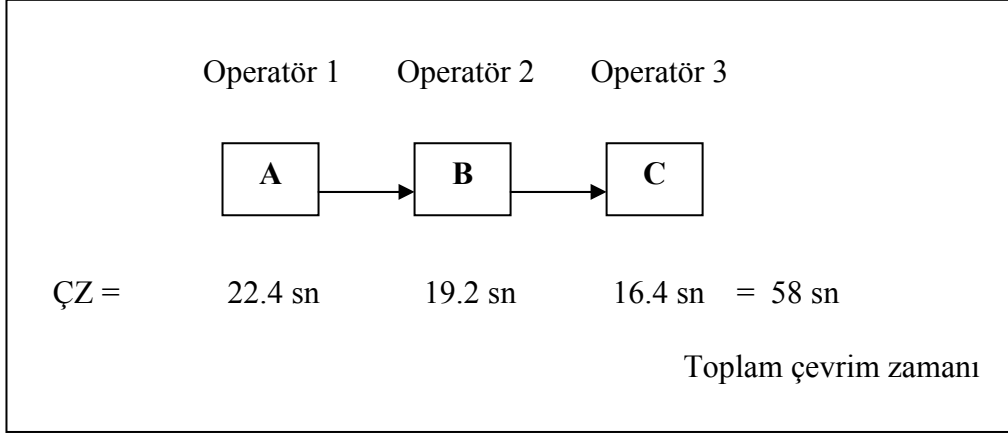
- Takt zamanı bilindiğinde ne kadar sayıda operatöre ihtiyaç olduğunu açık olarak anlamaya olanak tanır.
- Standart iş kombinasyon tablosunda kullanılır.
- Birçok sayıda çevrimin tek bir operatör ile birleşimini sağlar.

#### 1.2.5.1. Çevrim Zamanı Nasıl Yapılır?

Bir görev için ne kadar çalışana gerekli olduğunu belirlemek için aşağıdakiler yapılır (Tapping, 2003; 19–20):

1. Operatör çevrim zamanları bireysel bir operasyondaki tüm görevlerin eklenmesi ile elde edilir.

2. Toplam çevrim zamanı operatör çevrim zamanlarının toplanmasıyla elde edilir.



Şekil 1.4. Operatör 1, Operatör 2 ve Operatör 3'ün Çevrim Zamanları

(Kaynak: Tapping, 2003; 20)

Operatör 1: çevrim zamanı = 22.4 sn

Operatör 2: çevrim zamanı = 19.2 sn

Operatör 3: çevrim zamanı = 16.4 sn

3. Takt zamanı hesaplanır. Takt zamanı mevcut üretim zamanının toplam günlük ihtiyaç miktarına bölünmesiyle bulunur.

$\frac{28,800 \text{ sn}}{30} = 960 \text{ sn. takt zamanı}$  (müşteri her 30 sn.de 1 birim istiyor)

960 birim

4. Toplam çevrim zamanı takt zamanına bölünür. Bu görevler için gerekli toplam çalışan sayısını verir.

İhtiyaç duyulan operatör sayısı =  $\frac{58 \text{ sn. (Toplam çevrim zamanı)}}{30 \text{ sn. (takt zamanı)}} = 1.93 \text{ operatör}$

### 1.2.6. Heijunka (Yük Dengeleme)

Daha uzunlu dönemli talebe denk gelecek şekilde, toplam siparişlerdeki günlük dalgalanmaları düzelterip, siparişleri tekrarlayan bir yapıda sıralayarak “dengelenmiş bir çizelge” yaratılmasıdır (Womack ve Jones, 2003; 463).

Değişik müşteri talebini imalat sürecinde değişik çalışma yükü olmadan karşılamaya imkan tanır. Bu teknik modellerin bir karışımı veya bir ürünün birkaç değişkenliği mevcut olduğunda kullanılır. Üretim, malzeme planlama, kalite kontrol ve zemin personelinden oluşan çapraz-fonksiyonlu bir takım tarafından yapılır. 2 ile 6 ay süresinde gerçekleşir.

Heijunka değer akışında üretimi sayı ve çeşitlilik bakımından aynı seviyeye getirir. Ayrıca envanter seviyelerini azaltır. Diğer bir özelliği de doğru bir çekme sisteminin kurulmasına olanak tanır.

#### 1.2.6.1. Heijunka Nasıl Yapılır?

1. Takt zamanı hesaplanır.

$$\text{Takt zamanı} = \frac{\text{Mevcut günlük üretim zamanı}}{\text{Toplam günlük gerekli miktar}} = \frac{\text{Zaman}}{\text{Birim}}$$

2. Her ürün için derece belirlenir. Derece, kutu, palet veya nakliye için müşterilerin talimatlarını karşılayan herhangi şeyi üretme ve paketleme için gerekli zamandır. Takt zamanı dış paket miktarı ile çarpılır ve 60 saniyeye bölünür.

$$\text{Derece} = \frac{\text{Takt zamanı} * \text{dış paket miktarı}}{60 \text{ saniye}}$$

Her ürün farklı bir dereceye sahiptir. Fakat bir üretim dizisi yaratılırken bu en küçük kaba veya dereceye dayanır. Aşağıdaki örnek bunu açıklar (Tapping, 2003; 22).

Üç ürün varsayalım, A, B ve C. Takt zamanı 60 saniye olsun. Dış-paket miktarı her ürün için farklı ve aşağıdaki gibi olsun:

Dış-paket miktarları:

Ürün A = kutu başına 10 parça

Ürün B = kutu başına 15 parça

Ürün C = kutu başına 20 parça

Derece hesaplaması:

Ürün A = [10 dakika (60 sn. takt zamanı)\* 10 parça/kutu] / (60 sn.)

Ürün B = [15 dakika (60 sn. takt zamanı)\* 15 parça/kutu] / (60 sn.)

Ürün C = [20 dakika (60 sn. takt zamanı)\* 20 parça/kutu] / (60 sn.)

### 3. Bir üretim dizisi yaratılır.

En küçük derece zamanı 10 dakika olduğundan, heijunka kutusundaki zaman dizisi aşağıdaki gibi 10-dakika diziler halindedir.

7:00 7:10 7:20 7:30 7:40 7:50 vb. gibi

Eğer aralar verilmişse, fakat üretim etkilenmiyorsa, dizi aynı kalabilir. Eğer aralar diziyi etkiliyorsa tahta bunu göstermelidir. Aynı şey öğle arası içinde geçerlidir. Bu yüzden 11:30'dan 11:50'ye kadar olan 20 dakikalık öğle arası dizide aşağıdaki gibi gösterilir:

11:10 11:20 Öğle arası Öğle arası 11:50 12:00

4. Bir ürün dizi tablosu yapılır.

Bir ürün dizi tablosu, her ürünün paketlenmeye ihtiyaç duyduğu zamanı ve miktarı gösteren bir matristir. Bu tablo müşteri çekmesinin tüm hikayesini gösterir. Aynı zamanda kanbanların dizisini gösterir. Müşteri ihtiyaçları değiştiğinde tekrar hesaplanır.

Tablo 1.2. Ürün Dizi Tablosu

	7:00	7:10	7:20	7:30	7:40	7:50	8:00	8:10	8:20	8:30
Ürün A(10 parça)	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
Ürün B (15 parça)	\	\		\	\		\	\		\
Ürün C (20 parça)	\		\		\		\		\	

(Kaynak: Tapping, 2003; 23)

5. Bir heijunka kutusu yaratılır.

Heijunka kutusu, ürün miktarını ve çeşitliliğini açıkça belirtilmiş bir zaman periyodu aracılığıyla dengelemeye yönelik fiziksel bir araçtır. Yük, insanlar ve ekipmanın en etkili kullanımı için dengelenir. Yalın bir sistemde günlük üretim ihtiyaçları üzerine bilgi verilen tek yerdir.

6. Heijunka kutusu operasyon içine koyulur.

Bu bir koşucu veya malzeme taşıyıcı gerektirir. Tedarikçilerle dağıtım frekansları, miktarlar ve diğer ihtiyaçlar hakkında görüşülür.

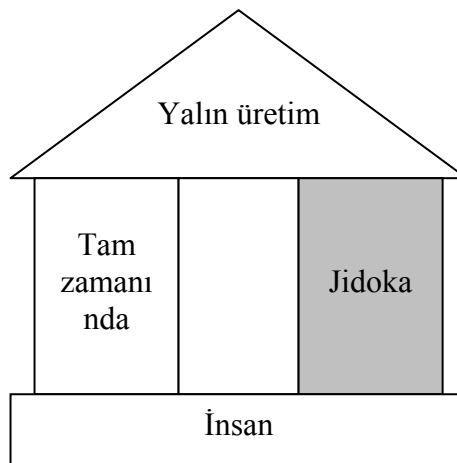
### 1.2.7. Jidoka (Otonomasyon)

Yalın üretim sisteminin temel fikri israfların tamamen ortadan kaldırılmasıdır. Bu fikrin dayandığı temel taşlardan biri de jidokadır (Ohno, 1998; 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.

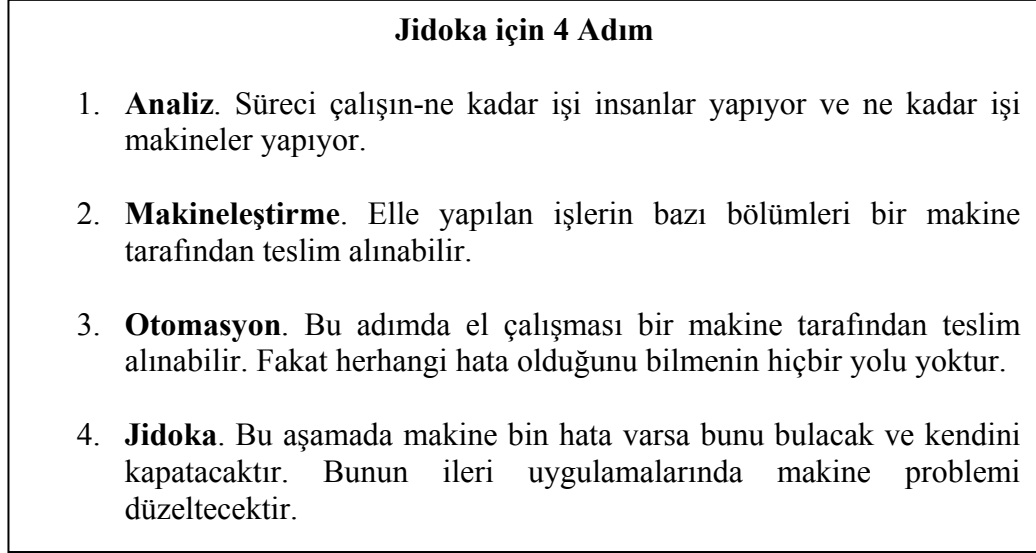


Şekil 1.5. Yalın Üretim ve Jidoka İlişkisi

(Kaynak: Tapping, 2003; 26)

### 1.2.7. 1. Jidoka Nasıl Yapılır?

Jidokayı geliştirmede veya insan dokunuşlu otomasyonda 4 adım vardır ve her adım insanlar ve makineler arasındaki ilişki ile ilgilidir (Tapping, 2003; 25).



şekil 1.6. Jidoka Adımları

(Kaynak: Tapping, 2003; 26)

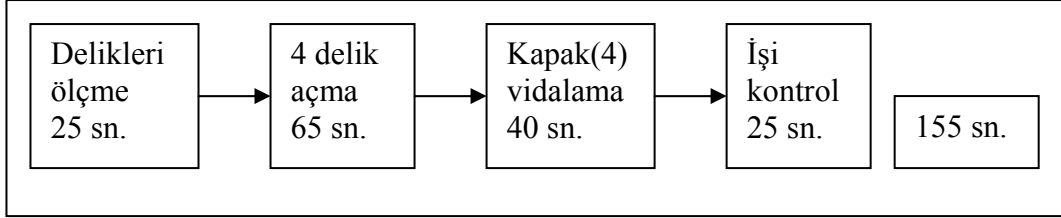
Analiz aşamasında ilk olarak süreçteki işin ne kadarını insanların ve ne kadarını makinelerin yaptığına dair yüzdeler hesaplanır. Daha sonra bir süreç akış kartı çizilir.

Makineleştirmenin anlamı elle yapılan operasyonları bir çalışana terk etmektir. İş çalışan ve makine arasında paylaşılır. Birçok makineleştirme seviyesi vardır.

Makineleştirme ile ilgili bir örnek aşağdaki gibidir (Tapping, 2003; 27)

Bu olayda, bir ağaç plaka, iş istasyonuna gelmiş ve uygun ölçüde kesilmiştir. Çalışanın işi plakada uygun yerde 4 delik açma ve plakanın içine bir kapak

vidalamaktır. Her operasyon için elektrikli el matkabı kullanılmıştır. İş 155 saniye çevrim zamanlı ve aşağıdaki şekilde gibidir.



Şekil 1.7. Delik Açma ve Vidalama İş Çevrim Zamanları  
(Kaynak: Tapping, 2003; 27)

Makineleştirme ile aşağıdaki iyileştirmeler elde edilir (Tapping, 2003; 28) :

- 4 delgili bir otomatik matkap satın alındı.
- Bu matkapla delikler önceden ölçüldü, böylece ölçüm adımı ortadan kaldırıldı ve çevrim zamanı 25 saniye azaldı.
- Çalışan sadece plakayı matkabın altına yerleştirdi (5 sn.) – bir ayak presi bunu çalıştırdı.
- 4 delik eş zamanlı olarak delindi (10 sn.)
- Aynı matkap 4 ek delgiye sahipti. Bu delgiler kapakları vidalıyordu. Delgileri değiştirmek sadece 10 sn. alıyordu.
- 4 vida eş zamanlı olarak vidalanıyordu (5 sn.)
- Azaltılan hareket çalışanın eski yerinde daha kolaydır. Çalışan incinmeye çok daha az eğilimlidir.
- Matkap delgileri şimdi daha doğru kullanılıyor ve daha uzun ömre sahiptir. Çevrim zamanı iş için şimdi 30 saniyedir.

Makineleştirmeden sonra otomasyon aşaması gelir. Bu adımda tüm el işgücü makineler tarafından teslim alınır. Çalışan sadece işi makineye yerleştirir ve işi başlatan düğmeye basar. Çalışan bu noktada yürüyebilir, fakat hata olup olmayacağı bilgisinin olmaması bir problemdir.



Yukarıdaki örneği kullanalım. Fabrika delik açma operasyonunu otomatikleştirmiştir. Bu aşağıdakileri içerir (Tapping, 2003; 28) :

- Plaka kesildikten sonra, bir taşıyıcının üstüne konur ve matkaba götürülür.
- Çalışan değil makine plakayı matkabın altına otomatik olarak koyar.
- Makine otomatik olarak 4 deliği deler.
- Çalışan değil makine delgileri değiştirir.
- Makine otomatik olarak kapağı taşır, yerleştirir ve vidalar.
- Makine otomatik olarak tamamlanan parçayı yerine gönderir.
- Avantaj çalışmanı başka bir yere gitmesine izin verilmesidir. Dezavantaj otomasyonun kısmi otomasyon veya makineleştirmeye göre daha pahalı olması ve kaliteyi kontrol edecek birinin etrafında olmamasıdır.

Son aşamada çalışan işi ayarlar, düğmeleri açar ve kapatır. Bu örnek olayda makine bir hata olursa bunu bulur ve kendini kapatır ya da problemi çözer. Hatayı ziller, ışıklar veya bazı bulma sistemleri ile işaret eder. Makinenin çalışmanın yokluğunda hatalı ürün üretme şansı varsa çalışmanı makineden ayırmak iyi değildir. Çözüm hata-önleme cihazlarıdır.

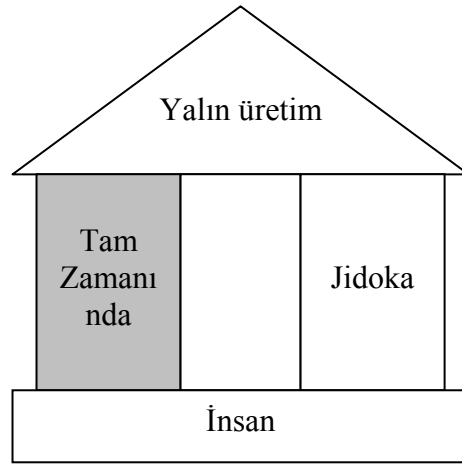
### **1.2.8. Tam-zamanında**

Tam-zamanında montaj aşamasında, her parçanın bant üzerine “tam gerektiği anda” ve yalnızca “gereken miktarda” gelmesi demektir (Ohno, 1998; 43). Tam-zamanında, verimliliği iyileştirmeye ve israfı azaltmaya yönelik tedarikçi, taşıyıcı ve müşteri arasındaki ortaklıktır (Christensen, 1996; 7). Ürünleri tam olarak doğru zamanda, doğru miktarda hatasız ve israfsız üretme ve tedarik etme sisteminin kurulması için kullanılır (The Productivity Development Team, 1998; 2). Hangi alanların bu felsefeden yaralanacağını belirlemek için bir yalın takımı kurulur. Tüm çalışanlar sistemin etkin olmasına katılmalıdır. Yöneticiler tam-zamanındayı anlamalı ve uzun dönem başarılı olması için gelişmesine yardımcı olmalıdır.

### 1.2.8.1. Tam-zamanının Yararları

Tam-zamanında bir şirketin üretim sistemini değiştirmek için 3 temel unsur sağlar. Bunlar sürekli akış, takt zamanı ve çekme sistemidir (Tapping, 2003; 32).

Sürekli akış ile tipik olarak hücresel kavramlar kullanılır. Sürekli akış, malzemenin operasyondan operasyona gecikme olmadan akmasına imkan tanır. Ayrıca çalışanlar arasındaki iletişimi iyileştirir ve hata bulmayı artırır. Takt zamanı ise tüm operasyonun hızını yerleştirir. Çekme sistemi (kanban) malzemenin veya ürünlerin envantersiz ya da süreç-içi minimum envanter ile akışına olanak sağlar. Hedef zamanı ve envanter taşıma maliyetlerini azaltır. Ayrıca % 100 kalitenin önemini güçlendirir.



Şekil 1.8. Yalın Üretim ve Tam-zamanında İlişkisi

(Kaynak: Tapping, 2003; 33)

Tam-zamanında şu şekilde yapılır:

1. Takt zamanı sürekli akışta üretim dizisi zamanlamasını göstermek için standart iş ile birleşim içinde kullanılır.
2. Sürekli akış prensiplerini kullanma süreçleri dengeli çevrim zamanları ile bağlar. Böylece ürünler sabit bir adımda üretilir. U-şekli hücreler bunu tamamlamak için kullanılır.

3. Çekme sistemini kullanma ürünün kanban denilen işaret kartları aracılığıyla doğru yere ve doğru miktarda ulaşmasını sağlar.
4. Tam-zamanında gelecek durum değer akış haritası yapılırken de kullanılır.

### 1.2.9. Kaizen İş Sahaları

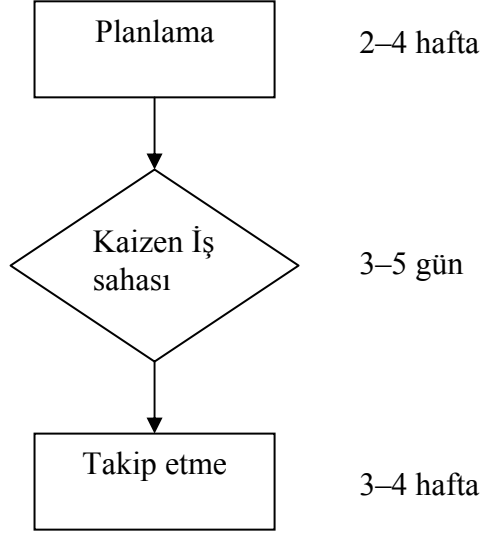


Şekil 1.9. Kaizen İş Sahası

(Kaynak: Tapping, 2003; 35)

Daha az israfla daha fazla değer yaratmak üzere bir faaliyetin sürekli ve azar azar iyileştirilmesine kaizen denir (Womak ve Jones, 2003; 464). Yalın araçları ve kavramları ile özel bir alanı çabucak iyileştirmek için kullanılır. Üretim, malzeme planlama ve kalite kontrol çalışanlarından oluşan çapraz-fonksiyonel takımı tarafından yapılır.

Genel bir kaizen iş sahası programı 3 ile 5 gün arasında yapılır. Karmaşık kaizen iş sahaları 2 ayda tamamlanır. Bunun 2 ile 4 haftası planlama, 3 ile 5 günü gerçek kaizen iş sahası, 3-4 haftası da takip etme görevlerinin tamamlanmasıdır.



Şekil 1.10. Karmaşık Kaizen İş Sahası Gerçekleştirme Süreci  
(Kaynak: Tapping, 2003; 35)

Kaizen israfı ve değer katmayan işleri ortadan kaldırmaya yönelik yalın araçların hızlı bir şekilde kullanılmasını sağlar.

### 1.2.9.1 Planlama Evresi

Planlama evresinde ilk olarak yalın bir değerlendirme tamamlanır. Bu, problemleri belirlemede, hücre veya hedef alan seçmede ve çekirdek bir uygulama takımını bir araya getirmede kullanılır.

Çekirdek uygulama takımı ile bir takım beyannamesi tamamlanır. Kaizen iş sahası için bir proje şampiyonunun olması kesinleştirilir. Takım beyannamesi geri besleme için üst yönetime götürülür ve gerekli ayarlamalar yapılır.

Son olarak olaydan önce olumlu etkilenecek tüm çalışanlara konu iletilir. Ne olacağını, ne zaman olacağını ve onlardan ne beklediğini anlamaları sağlanır.

### **1.2.9.2. Kaizen İş Sahası**

Takım yalın kavramlar konusunda 4 ile 8 saat arası boyunca eğitilir. Kaizene 5S'i iş sahasına uygulama ile başlanır.

Daha sonra faaliyet halindeki hücre veya alan gözlemlenir, bugünkü yöntemlerin kaydı yapılır ve bunlar analiz edilir. Çevrim zamanı, hata oranları, vb. gibi şeyler için istatistikler oluşturulur. Standartlaştırılmış iş kombinasyon tablosu ve standartlaştırılmış kartı geliştirilir.

Takım beyin fırtınası yapmak ve iş hücresindeki israfı ortadan kaldırma yollarını tartışmak için gruplara ayrılır. İş hücresindeki fikirler test edilir ve bunların sonuçları gözlemlenir.

Acil iyileştirmeler uygulanır ve 30 günlük takip iyileştirmeleri geliştirilir. Son olarak sonuçlar ölçülür ve yönetime rapor edilir. Sonuçlar ile birlikte 30 günlük takip iyileştirmeleri sunulur.

### **1.2.9.3. Takip Etme**

Takip aşamasında fikirleri uygulamaya ve sonuçları denetlemeye devam edilir. İyileştirmeler denetlenir ve sonuçlar ölçülür. İyileştirmelerden standartlar yaratılır.

Daha sonra durum raporları düzgün bir temelde sunulur. Durum raporları şampiyona proje durumu olarak iletmesi için yöneltir.

Proje tamamlandığında zaman bir final rapor yapılır. Bu rapor bilgi paylaşımını sağlar. Final raporu takım lideri tarafından doldurulur.

Kaizen Yaprağı																		
Değer Akışı:				Tarih:				Sayfa:										
Değer Akış Odağı:																		
Özel Olay	Görev	Süre	Personel	Haftalık program														
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			

Şekil 1.11. Kaizen Yaprağı

(Kaynak: Tapping, 2003; 36)

### 1.2.10. Kanban

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

Kanban sistemi bir üretim operasyonunda malzeme çekme akışını yaratmak için kullanılır. İç kanbanlar akışı fabrika içinde düzenler. Dış kanbanlar akışı tedarikçiden veya müşteriden düzenler. Kanban gruplarında özel eğitimli yalın takımı tarafından yapılır. Çok istasyonlu tek bir hücre için birkaç haftada yapılır. Bir hat içinse yaklaşık 3 ile 6 ay sürer.

Kanbanın yararları olarak şunları söyleyebiliriz:

- Kanban malzeme için ihtiyacı gösteren bir işaret kartıdır.
- Bir süreç parça çektiği zaman, süreç bilgisini önceden haber verir, bu parçanın tekrar edilmesine veya tekrar üretilmesine olanak tanır.

- Çekme sistemini kontrol eder. Sadece bir kanban kardı yapılmasını söylediği zaman ürün üretilir ve tedarikler sipariş edilir.
- Kanban envanteri azaltır.

### 1.2.10.1. Kanban Nasıl Yapılır?

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; 40) :

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

Üç çeşit kanban vardır; geri çekme kanbanı, üretim kanbanı ve işaret kanbanı (Tapping, 2003; 40).

Bir geri çekme kanbanı, süpermarketten taşınacak veya çıktıdan tedarik edilecek parça sayısını gösteren basılı karttır.

Depo	Önceki Süreç						
Raf No. _____ Parça Sırt No. _____							
Parça No. _____							
Parça İsmi _____	Sonraki Süreç						
<table border="1"> <tr> <td>Kutu Kapasitesi</td> <td>Kutu Tipi</td> <td>Konu No.</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	Kutu Kapasitesi	Kutu Tipi	Konu No.				
Kutu Kapasitesi	Kutu Tipi	Konu No.					

Şekil 1.12. Geri Çekme Kanbanı

(Kaynak: Tapping, 2003; 41)

Bir üretim kanbanı, alınan şeyi yeniden doldurmaya yönelik yapılması ihtiyaç duyulan parça sayısını gösteren basılı karttır.

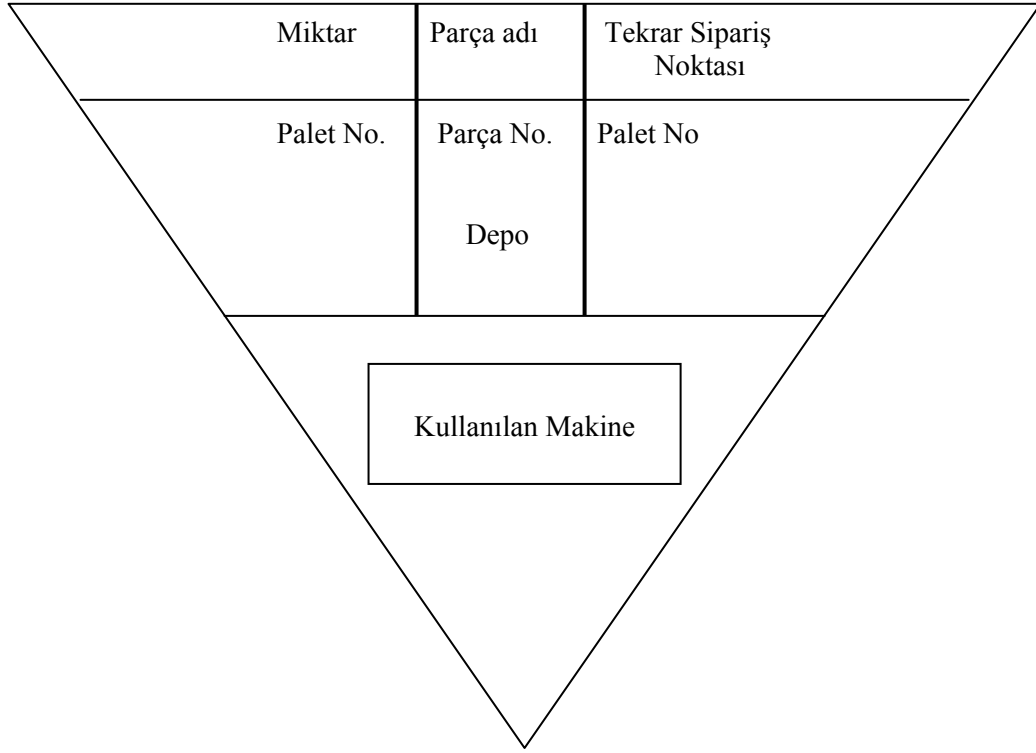
Depo	Süreç
Raf No. _____ Parça Sırt No. _____	
Parça No. _____	
Parça İsmi _____	
Araba Tipi _____	

Şekil 1.13. Üretim Kanbanı

(Kaynak: Tapping, 2003; 40)

Bir işaret kanbanı, elde edilen tekrar sipariş noktasını ve ikmal edilmesi gereken belirli bir malzeme miktarını gösteren basılı karttır.





Şekil 1.14. İşaret Kanbanı

(Kaynak: Tapping, 2003; 41)

Bir süreçte ihtiyaç duyulan kanbanların sayısını belirlemek için toplam miktar, süreç hedef zamanını kapsamalıdır. Kanban formülü ne kadar sayıda kanbana ihtiyaç duyduğunuzu belirlemede yardımcı olur (Tapping, 2003; 42).

Süreç hedef zamanı ÷ kanban başına parça miktarı + **X** = gerekli kanban miktarı

Takt zamanı

Kanban başına parça miktarı, değer akışı boyunca taşıyacağı en küçük miktar ölçüsüdür.

X güvenlik sınırı veya yönetimin sistemdeki güvenidir. X, bir müşteri siparişinin niçin başarı ile tamamlanamadığını çeşitli nedenlerini gösterir.

Kanban miktarının bulunması ile ilgili bir örnek aşağıdaki gibidir (Tapping, 2003; 42) :

Süreç hedef zamanı = 5 gün, toplamda bu 5 günde 2300 iş dakikası olur.

Takt zamanı = 20 dakika.

Kanban başına parça miktarı = 5 birim

X faktörü = 5

$$\text{Kanban miktarı} = \left[ \frac{2300}{20} \div 5 \right] + 5 = 28$$

Kanban bir çekme sistemini yönetir ve kontrol eder. Aşağıda üç tip kanbanın kullanımını örneği vardır (Dailey, 2003; 34) :

1. Geri çekme kanbanları süreçteki koşucuya bitmiş ürün süpermarketinden ve müşteriye teslim edileceklerin sevkiyat deposundan ne kadar birim çekeceğini söyler.
2. Üretim kanbanları hücredeki operatörlere, koşucu tarafından bitmiş ürünlerden çekilenlerin yerine ikmal için ne kadar birim üreteceğini söyler.
3. Makineleme ve hücre arasındaki süreç-içi süper marketteki işaret kanbanları makineleme operatörüne süper marketten ne kadar birim çekileceğini söyler.
4. Makinelemenin girdisi olan işaret kanbanları tedarikçiye hammadde envanterinden ne kadar birim çekileceğini söyler.

#### **1.2.10.2. Süpermarketler**

Kanban olmayan süpermarketler sadece eşyaların depolandığı raflardır. Yalın süpermarket kanbanın kullanıldığı yerdir.

Sevkiyat tarafından kullanılan süpermarkete “ bitmiş ürünlerin süpermarketi” denir. Bu tip bir süpermarket, müşteri tarafından sipariş edildiğinde ihtiyaç duyulan ürün miktarını ortadan kaldırmak için sevkiyata izin verir. Bu seçme ve bunu

tamamlayan yer değişimi herhangi bir süper market gibi yönetilir. Bir şeyin ortadan kalkmadığı sürece değiştirilmediği yerdeki sistemdir.

Sürekli akışın mümkün olmadığı yerde süreç-içi süpermarket sistemi kullanılır. Süreç-içi işin süpermarketi akışın mümkünlüğünü sağlamak için gerekli olabilir. Bir makinede veya bir hücrede çeşitli talepler var olduğunda kullanılır.

Toyota girdi süreçlerinin sürekli akmadığı zaman en iyi alternatif olarak süper marketleri bulmuştur (Tapping, 2003; 43). Akışı iyileştirdiğinizde süpermarketler için duyulan ihtiyaç azalır.

### **1.2.11. Yalın Metrikler**

Problemleri ölçmek, hedefleri belirlemek ve daha sonra iyileştirme faaliyetlerinin etkisini çalışmak, sonuçları kontrol etmek ve uygun ayarlamaları yapmak için kullanılır.

Yalın metriklerde iki tür seviye vardır. Bunlar fabrika çapında (veya değer akışı çapında) ve zemin seviyesidir (Tapping, 2003; 45).

Yalın takım, fabrika çapında metrikleri fabrika müdürü ve üretim müdürünün katılımı ile belirler. Operatörler ve diğer çalışanlar, kendi işleri için önemli olan özel ölçümlere dayalı verileri toplamalarına yardım eder. Başlangıç değerlendirmelerini yapmak, yalın metrikleri ve hedefleri seçmek bir hafta sürer.

Yalın metrikler, tipik yalın ölçümlerle uyum içinde performansı değerlendirir. İş için en iyi yalın metrikleri seçer. Temel ölçüleri hesaplar ve bu temel ölçüler kullanılarak hedefler seçilir. Yalın metriklerin başka bir yararı da ilerlemeleri denetlemesidir.

### 1.2.11.1. Yalın Metrikler Nasıl Yapılır?

Metrikleri geliştirme ve uygulamada 8 adım vardır (Tapping, 2003; 46–49):

1. Stratejik yön için takım beyannamesi gözden geçirilir.
2. Yalın metrikler her zaman 7 ölümcül israfa dayanır. Değer akışınıza en uygun metrikleri bulmak için, yalın üretim değerlendirmesi yapılır. Yalın değerlendirme yalın uygulama ölçeğinin neresinde olduğunuza dair bir fikir verir, fakat ilerlemeyi ölçmek için ihtiyaç duyulan günlük ayrıntıları sağlamaz. Bunun için yalın metriklere ihtiyaç duyulur.
3. Yalın metrikler belirlenir.

Organizasyon için doğru olan metrikleri belirleme, konumunuzun bir çok koşullarına bağlıdır. Bununla beraber yalın ölçümlerin anahtar bir seti vardır.

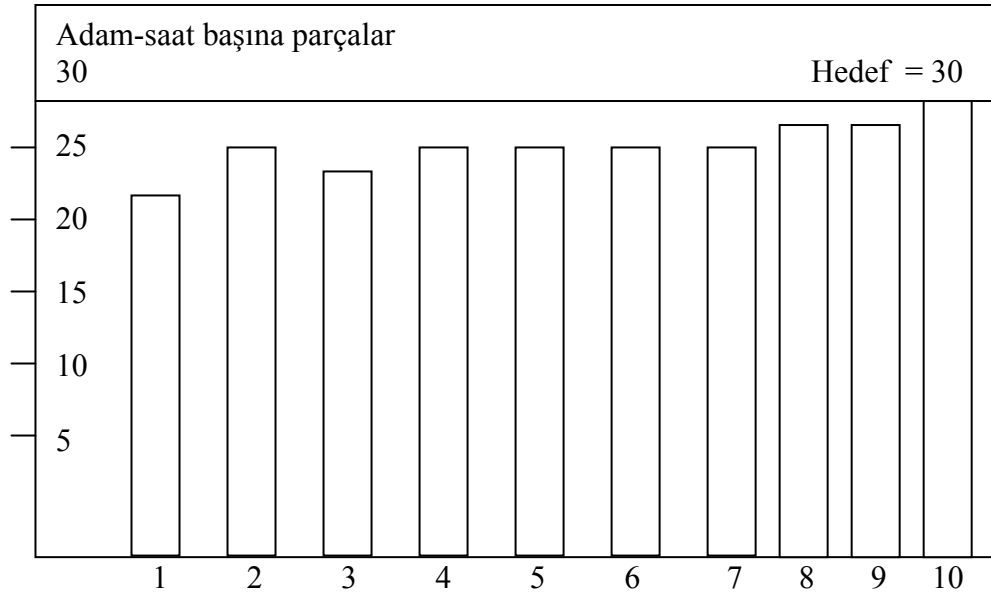
#### **Anahtar Yalın Metrikler**

- Envanter dönüşleri
- Çıktı (adam-saat başına parçalar)
- Yeteneklilik yoluyla ilk-zaman (ilk-zaman kalitesi veya ilk-zaman ürünü)
- Zamanında teslimat
- Güvenlik
- Katma-değer

#### **Diğer Yalın Metrikler**

- Çalışan iş miktarı
- Müşteri talebine dayalı ekipman kullanımı
- Toplam ekipman etkinliği

- Çevrim zamanı
4. Metrikler için yönetimin onayı alınır. Takım ve yönetim kullanılacak metriklerde anlaşmaya varmalıdır.
  5. Temel tutulan miktar ölçümleri hesaplanır. Başlama noktası belirlemek için her metrik ölçülür. Aynı zamanda ölçümü yapmak için kimin sorumlu olacağına, ne sıklıkta ölçüm yapılacağına, verileri toplamada kullanılacak forma, kayıtları kimin tutacağına karar verilir.
  6. Her metrik için hedefler seçilir.
  7. Metrikler görsel yapılır.
    - Görsel olarak gösterilmeyen ölçümler yetersiz kalır.
    - Bilgi demokrasisi uygulanır. Ölçümler herkesin görmesi için ilan edilir. Metrikler sadece tek bir şey yapar; bilgi sağlamak, çünkü paylaşılmayan bilgi kullanışlı olamaz.
    - Görsel ilan etme aynı zamanda onayı yaratır.
  8. Sonuçları ölçmeye ve ilan etmeye devam edilir.



Şekil 1.15. Adam-saat Başına Parça Sayısı

(Kaynak: Tapping, 2003; 49)

### 1.2.12. Hat Dengeleme

Takt zamanını karşılamak için bir iş alanı içinde iş elemanlarının operatörler arasında en iyi şekilde nasıl dağıtılacağını belirlemede kullanılır. Çapraz-fonksiyonel yalın takımı tarafından yapılır. Yapılması yaklaşık olarak bir hafta süre alır.

Hat dengeleme tüm çalışanları iş hücrelerine düzgün olarak yükler. Ayrıca her operasyon için bireysel çevrim zamanı elde eder. Bunun yanı sıra iş elemanlarının yapılacağı sırayı tanımlar. İhtiyaç duyulan çalışan sayısını belirler. Diğer bir yararı da gelecek durum haritası yapmaya yardım eder.

#### 1.2.12.1. Hat Dengeleme Nasıl Yapılır?

Hat dengeleme 6 adımlı bir süreçtir (Tapping, 2003; 60–63):

1. Bir süreç veya iş alanı seçilir. Süreci, sürecin başlangıcını ve sonunu, sürecin dış müşterilerini belirleme çok açık olmalıdır.

2. Her iş elemanı için bireysel çevrim zamanları elde edilir. Bireysel bir operasyondaki tüm görevlerin toplanması ile her operasyon için bireysel çevrim zamanları elde edilir. Genellikle bir çevrim zamanı yaprağı kullanılır.

**Çevrim Zaman Yaprağı – Ortak Nitelikler**

1. Tüm iş elemanları listelenir.
2. Her eleman 10 çevrim için zamanı kaydedilir.  
Not: Bir eleman bir kerede yapılır. Tüm vardiyaların ve tüm çalışanların zamanı kaydedilir.
3. Her eleman için verilerden aşağıdakiler seçilir:
  - Yüksek zamanlı eleman
  - Düşük tekrarlanabilir zamanlı elemanı
  - En sık görülen zamanlı eleman
4. Her sütun toplam çevrim zamanını hesaplamak için toplanır.
5. İyileştirileceklerden temel tutulan miktar olarak en sık görülen zaman kullanılır.
6. Düşük tekrarlanabilir zaman gerçekçi hedef olarak kullanılır.  
Operatör bu çevrimler sırasında farklı bir şey yaptı. Ne yaptı?
7. Bu çevrim sırasında ne olduğunu bulmak için yüksek zaman kullanılır.

Şekil 1.16. Çevrim Zaman Yaprağı

(Kaynak: Tapping, 2003; 60)

3. Toplam çevrim zamanını elde etmek için bireysel çevrim zamanları toplanır. Örneğin üç operatörün çevrim zamanları aşağıdaki gibi olsun.

Operatör 1: çevrim zamanı = 22.4 saniye

Operatör 2: çevrim zamanı = 19.2 saniye

Operatör 3: çevrim zamanı = 16.4 saniye

Toplam çevrim zamanı  $22.4 + 19.2 + 16.4 = 58$  saniye olur.

4. Bir operatör denge kartı hazırlanır. Mevcut durum operatör denge kartı yapmak, çevrim zaman iş yapraklarından toplanan bilgiyi gözden geçirir, her operasyon için çevrim zamanlarını ve operatör sayılarını içerir.
5. İdeal operatör sayısı belirlenir. İhtiyaç duyulan operatör sayısı toplam çevrim zamanını takt zamanına bölerek belirlenir. Örneğin toplam çevrim sayısı 58 saniye ve takt zamanı 30 saniye olan bir süreç için gereken operatör sayısı;

$$\frac{58 \text{ sn.}}{30 \text{ sn.}} = 1.93 \text{ operatördür.}$$

6. İş elemanları çalışanlar arasında düzgün olarak dağıtılır. Son olarak ürünü yeni sayıda operatör ile nasıl üretileceği belirlenir ve öneriyi göstermek için önerilen-durum operatör denge kartı yapılır.

### **1.2.12. Hata-Önleme (Poka-Yoke)**

Hata-önleme, sipariş alma ya da imalat aşamalarındaki hataları önlemek üzere kullanılan, hata geçirmez bir cihaz veya prosedürdür (Womack ve Jones, 2003; 466). Toyota'da bu cihazların adı "poka yoke"dir (Ohno, 1998; 192).

Sıfır hatayı başarmak için bir ürün veya süreç içine hata önleme tasarlanır. Özel eğitilmiş ve poka-yoke tecrübesi olan deneyimli kaizen takımları yapar. Basit tek istasyonda 2 ile 4 hafta, çeşitli istasyonlara sahip hücrede 6 ay, tüm montaj hattında yıllarca sürebilir.

Hata-önleme iş istasyonunda kaliteyi sağlar. Hatalara imkan tanıyan üretim sürecinde koşulları düzeltir. Ayrıca sürekli iyileştirmede bilgili çalışanları destekler. En önemlisi operatörün hata yapma potansiyelini ortadan kaldırır.



### 1.2.13.1. Hata-önleme Nasıl Yapılır?

Hata önlemenin hedefi “5. seviye” fabrikaya ulaşmaktır. Hata önleme için 5 seviye vardır:

1. Anlayışın değiştirilmesi.
2. Analiz.
3. Standardize edilmiş iş.
4. Kırmızı bayrak koşulları.
5. Hata-önleme cihazları.

	<b>Seviye</b>	<b>Etki</b>	<b>Muayene</b>	<b>Sıfır hata faaliyeti</b>
<b>1</b>	Fabrika kusurlu ürünler gönderiyor.	Birçok kusur ve birçok müşteri şikayeti	Karar muayenesi	Fabrikayı kapatın.
<b>2</b>	Fabrika kusurlu ürünler göndermiyor.	Birçok kusur fakat az müşteri şikayeti	Yok	Daha fazla denetleyici kullanın.
<b>3</b>	Fabrika kusurları şimdi azalıyor.	Bir ürün akışında üretilen kusurlar gelecek akışlarda tekrarlanmıyor.	Bilgi geri besleme muayenesi, İstatiksel Süreç Kontrolü	Destek mühendisliği türü iyileştirmeler
<b>4</b>	Fabrika süreçleri, kusurları çıktıya göndermiyor.	Kusurlar üretildiğinde bunlar sıradaki sürece geçmiyor.	Operatörlerin kendi-başarılı kontrollerini kullanarak yaptıkları bağımsız muayene.	Kusurları belirlemeleri ve ortadan kaldırmaları için operatörleri eğitmek.
<b>5</b>	Fabrika süreçleri kusur yapmıyor.	Bir hata oluştuğunda süreç hataları üretmiyor.	Süreç hatalara olanak tanımıyor, bu yüzden muayeneye gerek yok.	

Şekil 1.17. Fabrika Kalite Güvence Seviyeleri

(Kaynak: Tapping, 2003; 65)

### 1.2.13.1.1. Anlayışın Değiştirilmesi

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; 66). Kusurların kök nedeni araştırılır ve kök nedenler kaynaklarında yok edilir. Hataların kök nedenleri insanlarda değil iş sürecindedir.

### 1.2.13.1.2. Analiz

Problemi analiz etmek için kusur derinlemesine belirlenmeli ve tanımlanmalıdır. Sonuç olarak kusurun kaynağının nerede olduğunun bilinmesi gerekir. Aşağıda bu analizde kullanılan bir form örneği vardır.

<b>Parça sayısı</b>	<b>Kusur</b>	<b>Tekrar yapma/ıskarta</b>	<b>Nerede bulundu?</b>	<b>Kaynak</b>	<b>Zaman-Mesafe</b>
Ürün nedir?	Kusur nedir?	Sonuç ne, tekrar yapma veya ıskarta?	Kusur nerede bulundu?	Kusur nerede bulundu?	Yapma ve bulunma arasındaki zaman

Şekil 1.18. Hata-önleme Analiz Formu

(Kaynak: Tapping, 2003; 66)

Kusurlar ve hatalar aynı şey değildir. Kusurlar sonuçtur. Hatalar bu sonuçların nedenleridir.

### **Kusurlar ve Hatalar**

**Kusur** olması için:

- Parça veya ürün spesifikasyonlardan sapmalıdır.
- Parça veya ürün iç veya dış müşteri beklentilerini karşılamıyorsa.

**Hata** olması için:

- Bir şey tasarlanmış bir süreçten sapmalıdır.
- Bütün kusurlar hatalar tarafından yaratılır, fakat tüm hatalar kusurla sonuçlanmaz.

Şekil 1.19. Kusurlar ve Hatalar

(Kaynak: Tapping, 2003; 67)

#### **1.2.13.1.3. Standardize Edilmiş İş**

Mevcut standardize edilmiş iş ve bu standarttan sapmalar detaylı olarak anlatılır. Standardize edilmiş işe geri gidilir. Eğer hatalar kalırsa kök nedeni belirlemek için problem-çözme yöntemi ve hata-önleme uygulanır.

#### **1.2.13.1.4. Kırmızı Bayrak Koşulları**

Üretim sürecinde genellikle hatalara imkan tanıyan koşullar kırmızı bayrak koşulları olarak belirlenir. Kırmızı bayraklar hataların potansiyel kök nedenleridir. Herhangi bir operasyonda temel unsur insandır. Bununla beraber insanlar kusurlara neden olan hataları yaparlar. Hatalar her ne kadar önlenmeye çalışılsa da, er ya da geç oluşurlar. Hataları doğal bir şey gibi kabul etmeye eğilim olduğunda, hataları yapan insanlarda kusur aranır. Üretim çevresi içinde hataların kaynağına odaklanmaktansa insanları saptamaya çalışırız (Tapping, 2003; 68)

<b>Kırmızı Bayrak Koşulları</b>	
Ayıklamalar	Simetri
Alet /alet değişiklikleri	Asimetri
Zayıf şartnameler	Hızlı tekrar
Birçok parça/karışık parçalar	Yüksek miktar
Çeşitli adımlar	Çevresel koşullar
Seyrek üretim	- Zayıf aydınlatma
Standartların eksikliği	- Yabancı problem

Şekil 1.20. Kırmızı Bayrak Koşulları  
(Kaynak: Tapping, 2003; 68)

#### 1.2.13.1.5. Hata-önleme cihazları

Hata-önleme cihazlarının başarabileceği 3 kontrol seviyesi vardır (Tapping, 2003; 68):

- Seviye 1: Hataları kaynağında oluşmasından önce ortadan kaldırır.
- Seviye 2: Hata oluştuğunda ve kusurlu olarak sonuçlanmasından önce hatayı ortaya çıkarır.
- Seviye 3: Kusuru bir sonraki sürece ulaşmadan yapıldığı an ortaya çıkarır.

Cihaz yapılırken konumunuz için mümkün veya en uygun olan seviyeyi kararlaştırmak gerekir. Şüphesiz seviye 1 en çok arzu edilen seviyedir. Fakat bu her zaman mümkün değildir veya etkili olmaz.

Hata-önleme cihazlarının kontrolü için aşağıdaki kriterler kullanılabilir (Dailey, 2003; 22) :

- Etkili oluyor mu?

- Basit ve uygulaması kolay mıdır?
- Özellikle eldeki probleme mi odaklanmış?
- Çapraz- fonksiyonel bir takım tarafından mı geliştirilmiş?

Hata-önleme cihazları genellikle üç gruba ayrılır:

1. Gösterge cihazları: Hata olduğunda çalışanları uyaran görsel veya işitsel alarmlardır.
2. Ara yüz (jig) cihazları: yanlış parçaların kullanımını veya doğru parçaların yanlış yerleştirilmesini önleyen demirbaşlar.
3. Otomatik cihazlar: bunlar otomatik olarak hataları bulur ve parçanın çevrimini veya serbest bırakılmasını durdurur ya da önler.

#### **1.2.14. Problem Çözme Metodolojisi**

Problem çözme kavramları ve araçları için ortak bir dil yaratmak ve sürekli iyileştirmeye yönelik sistematik bir yaklaşım sağlamak için kullanılır. Organizasyonun tüm seviyelerindeki kişiler bireysel olarak veya gruplar halinde yapar. Konunun karmaşıklığına göre bir saat ile birkaç hafta arasında yapılır. Önemli olan yöntemin sıralı olarak izlenmesidir.

Problem çözme metodolojisi yalın takıma problemin nedenlerini tanımlamaya yönelik bir yaklaşım verir. Daha iyi standartlara ve görsel fabrikaya neden olur. Ayrıca insanlar için tüm seviyelerde olmalarına yönelik basit bir yöntem sağlar. Problemleri çözmek için ortak bir dil ve yaklaşım sağlamanın yanı sıra problemleri kalıcı olarak çözmeye yönelik en iyi potansiyele sahiptir.

##### **1.2.14.1. Problem Çözme Metodolojisi Nasıl Yapılır?**

Problem çözme metodolojisi 6-adım yöntemini kapsar. Bu yöntemin birçok avantajı vardır.

Bu avantajlar şunlardır (Tapping, 2003; 90) :

- Basit bir yöntemdir.
- Bireyler ve grupların her ikisi de kullanılabilir.
- Organizasyonun tüm seviyelerinde kullanılabilir.
- Ortak bir dil ve yaklaşım sağlar.

#### 6-Adım Problem Çözme Yöntemi

1. Problem tanımlanır.
2. Geçici kontrol altına alma uygulanır.
3. Problem analiz edilir ve potansiyel çözümler oluşturulur.
4. Kök neden belirlenir ve çözümler seçilir.
5. Çözümler uygulanır.
6. Çözümlerin etkinliği araştırılır.

#### Şekil 1.21. 6-Adım Problem Çözme Yöntemi

(Kaynak: Tapping, 2003; 90)

Problemin tanımlanması en önemli ve can alıcı adımdır. Bu adımda problemi tanımlayan bir ifade yazılır. İyi bir problem ifadesi sahip olunan tecrübe durumunu açıklar. Ayrıca temel iş akışı ve dar boğazlar iyi anlaşılmalıdır. Tanımlanan ifade aşağıdaki özellikler taşımalıdır (Tapping, 2003; 91) :

- Spesifik olmalıdır- Problem ne, ve ne değil? Ne kadar büyük bir problem?
- Zaman sınırlı olmalıdır- İlk ne zaman oldu?
- Güncel olmalıdır- Problemin şu anki eğilim ne? Artıyor mu, azalıyor mu, aynı mı?

Geçici kontrol alma adımında iç veya dış müşteri bu problemden nasıl korunur sorusu sorulur ve uygun koruma yöntemi uygulanır.

Üçüncü adımda ise problem dikkatlice analiz edilir. İlk olarak problemdeki veriler bir araya toplanır. Daha sonra en az üç potansiyel nedendeki benzerlik için analiz araçları kullanılır. Çözümleri keşfetmek için kıyaslama kullanılır. Tek bir potansiyel neden oluşturulursa, bu problemin bulunan doğru kök nedenidir.

Daha sonra bulunan ek problemler ayrıştırılır. Genellikle analiz aşamasında tek bir problem olarak algılanan şey birçok farklı problemin oluşumudur. Her potansiyel için en az iki potansiyel çözüm geliştirilir. Bu aşamada müşteri üzerindeki mümkün etkiler göz önünde tutulur. Son aşama 4. adıma geçmedir.

Potansiyel çözümleri oluşturmak için kullanılan en etkili araç 4-M kontrol listesidir (Tapping, 2003; 92). 4-M, İngilizce'deki insan (man), makine (Machine), malzeme (material) ve yöntem (method) kelimelerinin baş harfleridir.

Diğer bir etkili araç da 3M'dir. 3M ise Japonca'da israf (muda), tutarsızlık veya değişkenlik (mura) ve mantıksızlık (muri) anlamına gelen kelimelerin baş harflerinden oluşur.

### Tipik Analiz Araçları

- 4-M'ler: insan, makine, malzeme, yöntem
- 3M'ler: israf (muda), tutarsızlık veya değişkenlik (mura), mantıksızlık (muri)
- Akış kartı, etki-neden diyagramı
- 5-neden analizleri
- Kuvvet alanı analizleri
- Kontrol listeleri, Pareto kartı, grafikler, histogramlar

Şekil 1.22. Tipik Analiz Araçları

(Kaynak: Tapping, 2003; 94)

### Potansiyel Çözümler için Tipik Araçlar

- Beyin fırtınası
- En iyi uygulama ile kıyaslama
- Mülakat yapma, yakınlık diyagramı

Şekil 1.23. Potansiyel Çözümler için Tipik Araçlar

(Kaynak: Tapping, 2003; 94)



<b>İnsan (operatör)</b>	<b>Makine (ekipman/aletler/binalar)</b>
1. Yerleşmiş standart izleniyor mu?	1. Üretim ihtiyaçlarını karşılıyor mu?
2. İş etkinliği kabul edilebilir mi?	2. Süreç yeteneğini karşılıyor mu?
3. Problemin farkında mı?	3. Yağlama yeterli mi?
4. Güvenilir mi?	4. Muayene yeterli mi?
5. Kalifiye mi?	5. Operasyon genellikle mekanik arızalardan dolayı mı duruyor?
6. Tecrübeli mi?	6. Doğruluk ihtiyaçlarını karşılıyor mu?
7. Eğitimi yeterli mi?	7. Olağan olmayan sesler, titremeler, ısı var mı?
8. Doğru işe verilmiş mi?	8. Yerleşim etkili mi?
9. İyileştirmeye gönüllü mü?	9. Makineler/binalar yeterli mi?
10. İnsan ilişkileri iyi mi?	10. Güvenlik ihtiyaçlarını karşılıyor mu?
11. Sağlıklı mı?	
<b>Malzeme</b>	<b>Yöntem (operasyon)</b>
1. Hatalar miktarda mı?	1. İş standartları yeterli mi?
2. Hatalar sınıflandırmada mı?	2. İş standardı güncel mi?
3. Hatalar damga isminde mi?	3. İş standardize edilmiş mi?
4. Süreç-içi stok standardı yeterli mi?	4. Talimat yeterli mi?
5. Envanter seviyesi yeterli mi?	5. Yöntem güvenli mi?
6. Malzemede israf var mı?	6. Kaliteli ürünü sağlayan bir yöntem mi?
7. Taşıma yeterli mi?	7. Yöntem etkili mi?
8. Süreç-içi işten vazgeçildi mi?	8. Dizi veya iş yeterli mi?
9. Yerleşim yeterli mi?	9. Işıklandırma ve havalandırma yeterli mi?
10. Kalite standardı yeterli mi?	

Şekil 1.24. 4M Kontrol Listesi

(Kaynak: Tapping, 2003; 93)

<b>Kontrol edilecek başlıklar</b>	<b>İsraf</b>	<b>Tutarsızlık veya değişkenlik</b>	<b>Mantıksızlık</b>
1. İşgücü			
2. Makineler ve ekipman			
3. Ara yüzler ve aletler			
4. Malzemeler			
5. Yöntem			
6. Zaman			
7. Tesisatlar			
8. Üretim hacmi			
9. Envanter			
10. Düşünme yolu			

Şekil 1.25. 3M'ler

(Kaynak: Tapping, 2003; 95)

Problemin analiz edilmesi ve potansiyel çözümlerin oluşturulması aşamasını kök nedeni belirleme ve çözümleri seçme adımı izler. Bu adımda ilk olarak 5 Neden yöntemi kullanılarak her potansiyel kök nedeni araştırılır. Belirlenen her problem için o koşulun nedeni mevcut olduğu ardışık olarak 5 kez sorulur. Daha sonra en mantıklı kök nedeni seçilir. Bu nedenle, 5 Nedenlerin en çok belirlediği potansiyel nedendir. Son olarak önerilen çözüme hangi kısıtlamaların uygulanacağı açıklanır. Kısıtların çözümleri ortadan kaldırıp kaldırmadığına bakılır.

Beşinci adım çözümleri uygulama adımıdır. Uygulama için aksiyon planı üzerinde anlaşılır. Spesifik adımların neler olduğu ve bu adımların kimler tarafından, ne zaman ve nasıl yapılacağı belirlenir. Anahtar karar vericiler ile hangi uygulamanın yapılacağı konusunda anlaşmaya yapılır. Uygulama çözümü tarafından etkilenen herkesi içerir. Uygulama planı karşısındaki ilerleme denetlenir ve sergilenir.

Son adım olan çözümlerin etkinliğinin araştırılmasında problemle ilgili veriler bir araya getirilir. İyileştirmenin başarılıp başarılmadığını belirlemek için bir denetleme sistemi ve ölçümler kullanılır. Eğer problem ortadan kaldırılır ve kök neden bulunup çözümlürse, çözümlün standartlaştırılması için bir iş talimatı, akış kartı ve diğler dokümantasyonlar hazırlanır. Eğer problem memnun edici bir düzeyde iyileştirilmezse birinci adıma geri dönülür.

### **1.2.15. Hızlı Kalıp Değıştirme (Ayar Zamanlarının Kısaltılması)**

Hızlı kalıp değıştirme ekipman ayarlarını ve değıştirme operasyonlarını 10 dakikanın altında yapılmasını mümkün kılan teknikler kümesidir (The Productivity Development Team, 1996; 14). Üretim makinelerinin on dakikadan daha kısa bir sürede bir üründen diğlerine geçebilmeleri için geliştirilen teknikler olarak da tanımlanır (Ohno, 1998; 467)

Kalıp değıştirmelerinden kaynaklanan makine duruşlarını minimize etmek için kullanılır. Hızlı parça değışimleri diğler birçok yalın stratejiye imkan tanır. Makine operatörleri ile birlikte kaizen takımı veya ayar ekibi tarafından yapılır. Kaizen iş alanında uygulaması 3 gün sürer. Hızlı parça değışimleri 10 dakikadan az tekli dakikalar olarak tanımlanır. Bununla beraber bu makinelerin karmaşıklığına, operatörlerin tecrübesine, aletle şekil verme standardizasyonuna ve yerleşime de bağlıdır.

Hızlı kalıp değıştirmeler daha küçük ekonomik miktar ölçülerine imkan tanır. Ayrıca çok çeşitte parça üretme yeteneğı sağlar. Süreç-içi envanteri ve hedef zamanları azaltır. En önemli yararı ise makine duruş zamanlarını minimize etmesidir.

#### **1.2.15.1. Hızlı Kalıp Değıştirme Nasıl Yapılır?**

Değıştirme zamanı, değışimden önceki son ürün parçasının üretiminden değışim sonrası ilk ürün parçasının üretimine kadar geçen zaman olarak tanımlanır.

İlk olarak makine için üretim ihtiyaçları belirlenir. Daha sonra değişim veya ayar videoya çekilir ve takip edilir. Aşağıdaki gibi bir kart kullanılır. Bu kart güncel olarak ne olduğunun kesin görünümünü sağlar.

No.	Görev	Zaman	İç	Dış

Şekil 1.26. Parça Değişim Analiz Kartı

(Kaynak: Tapping, 2003; 104)

Sonraki adımda ayar operasyonları analiz edilir ve görevler ayrılır. Makine çalışırken yapılan işler dış operasyon, makine durduğu zaman tamamlanan işler ise iç operasyonlar olarak adlandırılır (Tapping, 2003; 104). Tüm dış operasyonlar değişim olayı dışına taşınır. Dış operasyonlar için temel kontrol listesi belirlenir ve yapılır. İç operasyonlar içinse bir ön-kontrol listesi belirlenir ve yapılır.

Listeler yapıldıktan sonra basit işyeri organizasyonu ve standardizasyonu yapılır. İç ayar zamanları ve dış ayar zamanları azaltılır. Standardize edilen iş ile standartlaştırma yapılır. Son olarak standartlar uygulanır ve iyileştirmeye devam edilir.

### Değişimleri İyileştirmek için Yedi Araç

1. Değişimler 5S ile başlar ve biter.
2. Mümkün olduğu kadar iç değişim görevleri dış değişim görevlerine çevrilir.
3. Cıvatalar bizim düşmanımızdır.
4. Eğer eller kullanılıyorsa, ayakların yerden kımıldamadığına emin olunmalıdır.
5. Özel iyi-ayarlama yeteneklerine güvenilmez.
6. Standartlar standarttır: esnek değildirler.
7. Tüm iç ve dış değişimler standartlaştırılır.

Şekil 1.27. Değişimleri İyileştirmek için Yedi Araç

(Kaynak: Tapping, 2003; 105)

#### 1.2.16. Standart İş

Bir faaliyetin yerine getirilmesi için gerekli çevrim zamanı, takt zamanı, görevlerin iş sırası ve elde bulundurulması gereken minimum parça envanterini belirleyen ayrıntılı tanımlamaya standart iş denir (Womack ve Jones, 2003; 466). Standart iş açık beklentileri sağlayan kural veya örnektir (The Productivity Development Team, 2002; 2).

İş iyileştirilmeden önce standardize edilmelidir. Bu tüm iyileştirme faaliyetlerinin temeli için kullanılabilir. Standart işi kurmak için yalın takım operatörlerle birlikte çalışır. Standart iş kombinasyon tablosu ve standart iş kartı formlarının her biri için ortak kararların yapılması, gözden geçirilmesi ve elde edilmesi 1 ile 4 saat sürer. Karmaşık süreçler daha uzun sürebilir.

### **1.2.16.1. Standart İşin Yararları**

Her üretim ve montaj süreci için en iyi sırayı ve bunların hangilerinin iyileştirileceği konusunda bir temel yerleştirir. Standart iş görevleri kontrol eden bir dizi prosedürden oluşur, böylece işler her zaman durmadan yürür. İş veya görevler tüm israfın ortadan kaldırılmasını sağlamak için organize edilir. Standart iş kaizen faaliyetlerinin büyük bir bileşenidir. Çünkü üretimi adımlar, israfın ortadan kaldırılmasına yardımcı olur ve mevcut uygulama üzerinde iyileştirme sağlar.

Standart iş iki temel aracı kullanır: Standart iş kombinasyon tablosu ve standart iş kartı (Tapping, 2003; 114)

Standart iş kombinasyon tablosu, bir operasyon içindeki insan işinin akışını gösterir. Her iş adımı veya elemanı için doğru zaman ihtiyacını belgeler. Ayrıca takt zamanına dayalı iş tasarım sırasını gösterir. Bir diğer özelliği de elle yapılan iş, makine işi ve hareket arasındaki zaman ilişkisini göstermesidir.

Standart iş kartı ise iş sırasını, süreç yerleşimini ve süreç-içi işi gösterir. Ayrıca her iş elemanı operasyonu için operatör hareketini gösterir. Denetleme için kalite, güvenlik veya kritik kusur alanlarını belirler.

### **1.2.16.2. Standart İş Nasıl Yapılır?**

Standart iş kombinasyon tablosu işgücünün ayırımı için önemli bir araçtır. Ayrıca yönetime, üretim hacmini kontrol etme, her çalışanın yeteneklerini değerlendirme, problemleri belirleme ve çözme imkanları sağlar. Bu tablo insan işinin akışını, tek bir iş sürecinin çeşitli adımları boyunca gerekli otomatik beslemeyi ve bu adımlar için ne kadar zaman gerektiğini gösterir (The Productivity Development Team, 2002; 47).

Standart iş kombinasyon tablosunun hazırlanmasında aşağıdaki adımlar izlenir (Tapping, 2003; 115) :

1. Her çalışan için görevler farklı elemanlara parçalanır.
2. Her elemanın zamanı kaydedilir.
3. Her adımın zamanı kaydedilir.
4. Standart iş kombinasyon kartı doldurulur. Elemanlar ve birleştirilmiş başlıklar listelenir. Her elemanın ve yürüyüş zamanlarının grafiği çizilir.
5. İş yerleşimine ilan edilir.

Standart iş kartı ise çalışılan iş sırasını gösterir. İş yeri yönetiminde çok yararlıdır. Standart iş kartının hazırlanmasında aşağıdaki adımlar izlenir (Tapping, 2003; 117) :

1. Hücre yerleşimi karta çizilir ve tüm parçalar etiketlenir.
2. İş eleman yerleşimi sayılarla belirtilir.
3. Yürüme yolları oklarla gösterilir.
4. Kart üzerine tüm bilgi kutuları doldurulur.
5. İşte ilan delir.

				Tarih:			Vardiya başına gerekli birim sayısı	Elle ___											
Süreç		Nereden: Nereye:		Bölüm:			Takt Zamanı	Otomatik ---											
				Zaman				Operasyon zamanı (Birim:)											
No.	İŞ	El	Otomatik	Yürüme	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65		
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			

Şekil 1.28. Standart İş Kombinasyon Kartı

(Kaynak: Tapping, 2003; 116)



Standartlaştırılmış İş Kartı	Süreç	Nereden: Nereye:	Analiz No.	Bölüm. Tarih	Ustabaşı	Yardımcı Ustabaşı
Takt Zamanı						Tip
						Revizyon
Çevrim Zamanı						Süreç-içi stok stardardı
Süreç-içi stok stardardı						Kalite kontrol
						Güvenlik Kontrolü
					*	*

Şekil 1.29. Standart İş Kartı

(Kaynak: Tapping, 2003; 117)

### 1.2.17. Takt Zamanı

Mevcut üretim zamanının müşteri talebinin hızına bölünmesine takt zamanı denir (Womack ve Jones, 2003; 467). Takt almanca bir kelimedir ve ritim anlamına gelir (Dailey, 2003; 31). Takt zamanı müşteri talebini karşılamaya yönelik bir kalite parçasını üretmek için gerek duyulan zaman oranıdır (Tapping, 2003; 121).

Üretim yürüyüşünü satışlar ile senkronize etmek için kullanılır. Yalın takım, müşteri talebini ve müşterilerin sipariş örneklerindeki yoğunluk seviyesini belirlemek için satış elemanları ile birlikte çalışır. Takım çalışan-saat veya makine-saat kullanılabilirliğine dayanan üretim kapasitesini belirlemeye ihtiyaç duyar. Birkaç dakikadan birkaç saatte kadar sürer. Eğer müşteri talebi tahmin edilebilir ise hesaplanması basittir. Eğer müşteri talebini tahmin etmek için geçmiş verileri toplamak gerekirse birkaç saat alır.

Takt zamanı üretim oranını müşteri talebi oranına hizalar. Ayrıca müşteri talebi üzerindeki farkındalığa odaklanır. Tüm operasyonların planlanabileceği ve ölçülebileceği bir standart oran yerleştirir.

#### 1.2.17.1. Takt Zamanı Nasıl Yapılır?

Takt zamanı formülü aşağıdaki gibidir:

$$\text{Takt zamanı} = \frac{\text{Mevcut günlük üretim zamanı}}{\text{Gerekli günlük toplam miktarı}} = \frac{\text{Zaman}}{\text{Birim}}$$

Sadece mevcut iş zamanı kullanılır. Öğle arası, molalar, toplantılar, programlanmış duruş zamanları üretim zamanında yer almaz. Operasyonun çalıştığı gün sayısı ve vardiya çeşidi hesaplanır.

Aşağıda takt zamanının bulunması ile ilgili bir örnek vardır (Tapping, 2003; 122–123) :

Mevcut iş zamanının hesaplanması:

Vardiya 1: 06:00 ile 14:30 arası (8.5 saat veya 510 dakika), 20 dakika öğle molası ve 10-dakika mola

$$8.5 \text{ saat} * 60 \text{ dakika} = 510 \text{ dakika}$$

$$510 \text{ dakika} - 20 \text{ dakika öğle arası} = 490 \text{ dakika}$$

$$490 \text{ dakika} - 10 \text{ dakika mola} = 480 \text{ dakika}$$

$$480 \text{ dakika} * 60 \text{ saniye} = 28,800 \text{ saniye}$$

Müşteri talebinin hesaplanması:

$$\text{Geçmiş yıllık toplam} = 230,400$$

$$\text{Yıl başına çalışma günü} = 240$$

$$230,400 \text{ birim} / 240 \text{ gün} = 960 \text{ birim gün başına.}$$

$$960 \text{ birim} / 2 \text{ vardiya} = 480 \text{ vardiya başına birim}$$

Takt zamanının hesaplanması:

$$\text{Takt zamanı} = \frac{28,800 \text{ saniye (vardiya başına saniye)}}{480 \text{ birim (vardiya başına müşteri talebi)}} = 60 \text{ saniye takt zamanı}$$

### 1.2.18. Toplam Üretken Bakım

Toplam üretken bakım, üretim sürecindeki her makinenin, üretimi asla aksatmayacak şekilde, kendinden beklenen görevleri yerine getirmeye daima hazır olmasını sağlayan bir dizi yöntemdir (Womack ve Jones, 2003; 467).

Tüm ekipman etkinliğini iyileştirmek ve ekipmanla ilgili verimlilik kayıplarını ortadan kaldırmak için kullanılır. Üretim mühendisleri, bakım çalışanları, hat ustabaşları ve operatörlerden oluşan proje takımları yapar. Tek bir makineye toplam üretken bakım programını uygulamak yaklaşık 2 saat sürer. Tüm şirket boyunca yapmak 1 ile 2 yıl alır.

Toplam üretken bakım, bir üretim sürecindeki her makinenin gerekli görevlerini her zaman her zaman yapabilmelerini sağlar. Toplam üretken bakımın üç hedefi vardır (Tapping, 2003; 124):

- Ekipmanın her parçasının etkinliğini maksimum yapmak
- Ekipmanın yaşam çevrimi için ayrıntılı bakım sistemi sağlar.
- Ekipmanları planlayan, tasarlayan, kullanan ve bakımını yapan departmanları kapsar.

#### **1.2.18.1. Toplam Üretken Bakım Nasıl Yapılır?**

Toplam üretken bakım, geleneksel önleyici bakım faaliyetlerine bakım önlemeyi ve bakım yetenekli iyileştirmeyi ekleyen eksiksiz üretken bakım üzerine kurulur. Toplam üretken bakım, küçük-grup faaliyetlerinin yanı sıra özerk bakımı kullanmasıyla eşsizdir. Toplam üretken bakım “6 büyük kaybı” ortadan kaldırma yoluyla hayat çevrim zamanlarını azaltmaya çalışır. Bu kayıplar şunlardır (Tapping, 2003; 125) :

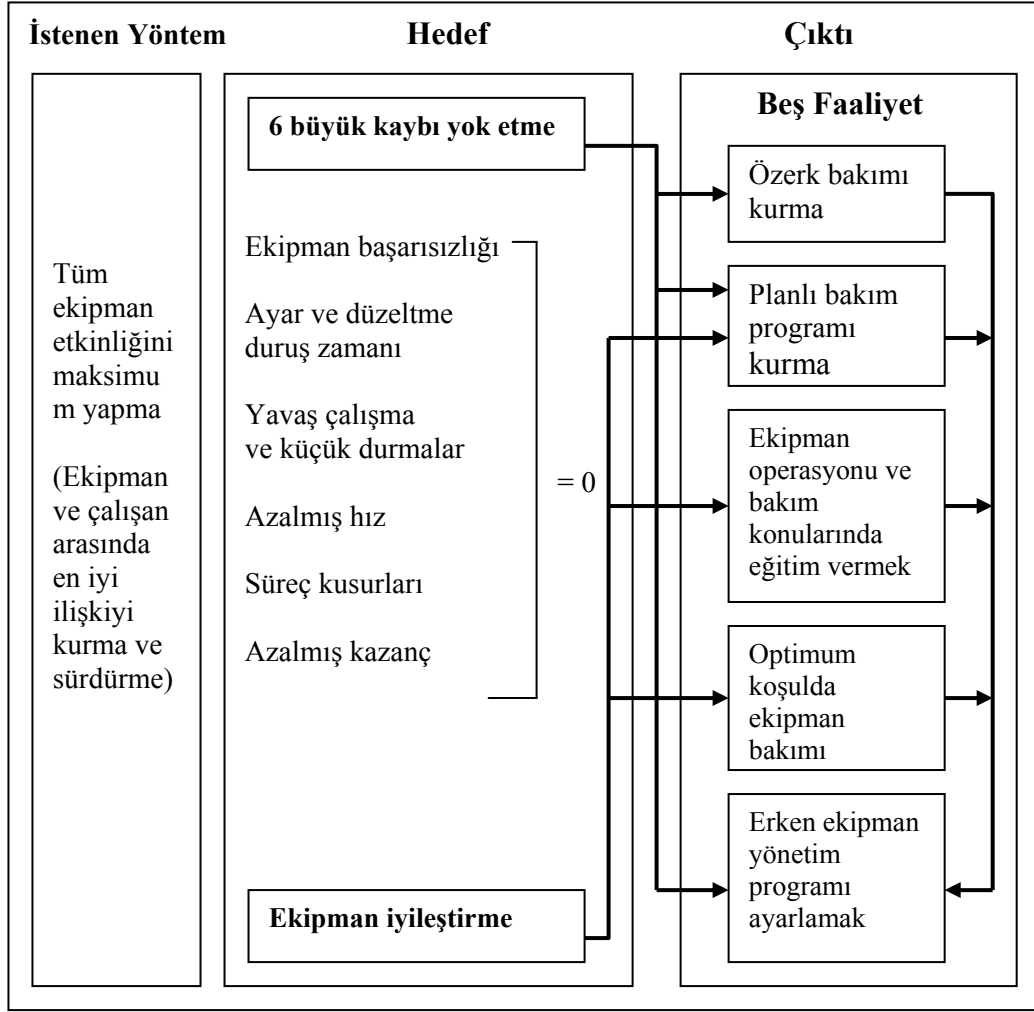
- Ekipman başarısızlığı
- Ayar ve düzeltme
- Yavaş çalışma ve küçük durmalar
- Azalmış hız
- Süreç kusurları
- Azalmış kazanç

Toplam üretken bakımın hedefi bu kayıpları sıfıra indirmek, fabrika ve ekipmanı kendi ideal koşullarına yönelik yeniden kurmak ve tüm seviyelerde sürekli olarak bakım yapmaktır.

	<b>Toplam Üretken Bakım</b>	<b>Üretken Bakım</b>	<b>Önleyici Bakım</b>
Ekonomik etkinlik (Kar getirebilir önleyici bakım)	○	○	○
Toplam sistem (Bakım önleme + önleyici bakım + bakım yetenekli iyileştirme)	○	○	
Operatörlerce yapılan özerk bakım (küçük grup faaliyetleri)	○		

Şekil 1.30. Toplam Üretken Bakımın Üretken ve Önleyici Bakımla İlişkisi

(Kaynak: Tapping, 2003; 125)



Şekil 1.31. Toplam Üretken Bakım

(Kaynak: Tapping, 2003; 126)

### 1.2.18.2. Toplam Üretken Bakımın Beş Faaliyeti

Toplam üretken bakımın beş faaliyeti aşağıdakilerdir (Tapping, 2003; 127–128) :

1. Ekipmanın bireysel parçalarının etkinliği sistematik olarak iyileştirilir. Birkaç proje takımı bir süreç ve 6 büyük kaybın biriyle ilgili bir iyileştirme odağı seçer. Her takım kaybın farklı bir türüne odaklanır, iyileştirmeleri geliştirir ve sonuçları diğer takımlarla paylaşır. Takımlar kronik problemlerin ayrıntılı bir

fiziksel analizini yönetir. Fiziksel analiz boyunca takım problemin nedenleri içinde koşulları belirler ve bunları tek tek ortadan kaldırır.

2. Operatörler için bir özerk bakım programı kurulur. Özerk bakımı uygulamada ilk adım operatörlerin kendi ekipmanlarına bakma yolunu değiştirmektir. Özerk bakım, bozulmalar, hız kayıpları ve kalite kusurlarından kaynaklanan kayıpları önlemeye yönelik en iyi koşulları sürdürmeye odaklanır.

3. Bakım departmanında planlanmış veya programlanmış bir bakım sistemi kurulur. Planlanmış bakım, operatörler ve bakım personeli arasında iş bölümünün açıkça tanımlandığı ve uygulandığı zaman daha etkilidir.

4. Teknik eğitimler vasıtasıyla çalışma ve bakım yeteneklerini artırılır. Bu adım operasyonlarda etkili özerk bakım için ve bakım departmanında önleyici ve doğru bakım için temeldir. Eğitim operatörlerin günlük bakım ve temizlikte yer aldığı zaman başlar.

5. Bakım önleme ve bakımsız tasarım için erken ekipman yönetim programı benimsenir. Bu aşamada şirket bakımsız tasarım ideali yönünde çalışır. Bu bir tasarım sistemini, test etmeyi ve bir ekipman parçasının tüm yaşam çevrimini kapsayan geri beslemeyi içerir.

### Özerk Bakım Adımları

1. Ekipman temizlenir ve kontrol edilir.
2. Kirletme kaynakları ortadan kaldırılır.
3. Makine parçaları yağlanır ve temizlik ve yağlama için standartlar kurulur.
4. Operatörler alt sistemlerin genel muayenesi konusunda eğitilir.
5. Düzenli genel muayeneler yapılır.
6. İşyeri yönetimi ve kontrolü yerleştirilir.
7. İleri iyileştirme faaliyetleri yapılır.

Şekil 1.32. Özerk Bakım Adımları

(Kaynak: Tapping, 2003; 128)

#### 1.2.19. Değer Akış Yönetimi

Değer akışı, her ürün için esas olan ana akışlar boyunca bir ürünü meydana getirmek için ihtiyaç duyulan, katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetlerin bütünüdür (Rother ve Shook, 2001; 11). Değer akışı, kavramdan piyasaya, sipariştan teslimata ve hammaddeden müşterinin eline uzanan süreçte, belirli bir ürünün tasarımı, siparişi ve imalatı için gerekli faaliyetler toplamıdır (Womack ve Jones, 2003; 462).

Değer akışı yalın uygulama çabalarının belirlenmesini ve tüm zaman boyunca sürdürülmesini sağlar. Herkes sürece katılır. Kaynakları devam eden sürekli akışa teslim etme yetkisine sahip bir genel müdür, fabrika müdürü veya danışman liderlik rolü üstlenir. 3 ay ile 1 yıl arasında yapılır, daha sonra devam eder.

Değer akışı işletmeye aşağıdaki yararları sağlar (Tapping, 2003; 130–131) :

- Yöneticilerce ihtiyaç duyulan rapor vermeyi ve metrikleri beklenen sonuçları başarmak için gereken insanlar ve araçlarla bağlar.
- Yalın faaliyetleri yönetmek için bir adım-adım planı sağlar.



- İş akışını ve israf kaynaklarını görmeye imkan tanır.
- İş akışını iyileştirmeye yönelik yalın kavramların nereye uygulanacağını belirler.
- Değer akışı içinde gereğinden fazla olan şeyleri ortadan kaldırır.
- Yalın araçları ve görsel kontrolü kullanarak gelecek durumun haritasını çıkarır.
- İyileştirmeleri ölçmek için uygun metrikleri düzenler.
- Herkesin aynı yalın dilde iletişim kurmak için kullanabileceği bir planlama ve rapor yazma düzeni sağlar.

### 1.2.19.1. Değer Akış Yönetimi Nasıl Yapılır?

Değer akış yönetimi aşağıdaki adımlardan oluşur (Tapping, 2003; 131) :

1. Taahhüt etme
2. Değer akışı seçme
3. Eğitim
4. Mevcut-durum haritası çizme
5. Metrikleri seçme
6. Gelecek-durum haritası çizme
7. İyileştirme planları yapma ve uygulama

Yönetim taahhüdü ve bağlılığı yalın bir sistem için temeldir. Bunlar olmadan değişim gerçekleşemez. Yönetim yalın bir sistemin başarılı uygulaması için gerekli kaynakları sağlar. Yönetim taahhüdü aşağıdakileri içerir (Tapping, 2003; 131) :

- Departmansal engelleri ortadan kaldırır.
- Diğer organizasyonları kıyaslar.
- Eğitim ve kültür değişikliği için zaman ayırır.
- Desteği göstermek için toplantılar düzenler.
- Sahaya ne yapıldığına görmek için gider.

Bir değer akışı, bir ürün veya hizmetin tamamlanmasında gerçekleşen her şeyden oluşur. Her ürün için geçerli iki tür ana akış vardır. Bunlar hammaddeden müşteriye üretim akışı ve kavramdan kurulumla tasarım akışıdır (Rother ve Shook, 2001; 11). Değer akışları üretime dayalı veya yönetime bağlı olabilir.

Değer akışı tek bir süreci veya birbirine bağlı bir dizi süreci içerebilir. Süreçler malzemeyi ürünlere dönüştürürken, operasyonlar bu dönüşümleri tamamlayan faaliyetlerdir. Değer akış yönetim süreci değer katmayan unsurların sistematik olarak belirlenmesini ve ortadan kaldırılmasını sağlar.

Uygun değer akışı seçimi fabrikaya ve müşteri talebine bağlıdır. Ne çok basit ne de çok karmaşık olanı seçilir.

Eğitim aşaması herkesin yalın kavramları ve terimleri anlamasını sağlar. Uygulama sırasında eğitime daha fazla ihtiyaç duyulur. Yalın olmayı çok isteyen şirketler eğitime para yatırmalıdır. Yalın araçları veya bunları içeren kitapları ve videoları kullanan diğer yetenekleri kıyaslamayı içeren birçok sayıda eğitim aracı kullanılır (Tapping, 2003; 133).

Mevcut üretim süreçlerini haritalandırmak malzeme ve bilgi akışını gösterir. Amaç seçilen değer akışı ile ilgili kesin ve gerçek zaman verilerini toplamaktır. Mevcut durum haritasını çizmek şu an ne olduğunun açık bir resmini sağlar, böylece herkes ortak karara varır. Ayrıca mevcut durum haritası ortak bir dizi sembolü kullanarak malzeme ve bilgi akışı ile neyin gerçekleştiğini görsel olarak gösterir. İsrar kaynaklarını da ortaya çıkarır.

Metriklerin seçimi aşamasında takım hedeflerini başarmada kendilerine en iyi yardımı sağlayacak metrikleri belirler. Takımın belirleyeceği yalın metrikler açık olmalı ve stratejik yönle uyumlu olmalıdır.

Bir değer akış projesi içinde tipik olarak aşağıdaki metrikler kullanılır (Tapping, 2003; 134) :

- Toplam değer akış hedef zamanı
- Toplam değer akış çevrim zamanı
- Değer katma yüzdesi
- Milyon başına kusurlu parça veya altı sigma eşitliği
- Süreç-içi iş
- Iskarta
- İlk akış ürünü

Metriklerin seçilmesi aşamasından sonra gelecek durum haritası detaylı olarak çizilir. Gelecek durum haritasını çizmek sistematik olarak ve “3S” yaklaşımını kullanarak yapılır. Bu 3S İngilizce'deki durağanlık (stability), standardizasyon (standardization) ve basitleştirme (simplification) kelimelerinin baş harfidir. Gelecek durum haritası ile etkili ve israfsız bir değer akışı tasarlamaya yönelik fırsatlar belirlenir. Gelecek durum haritasının çizilmesi için süreç üç evrede gerçekleşir. Bu evreler aşağıdakilere odaklanır (Tapping, 2003; 134):

1. Talep – ürünler için kalite karakterlerini, hedef zamanı ve fiyatı içeren müşteri talebi anlaşılmalıdır.
2. Akış – fabrikanın bir başından bir başına sürekli akış üretimi uygulanır, böylece iç ve dış müşterinin her ikisi de doğru ürünü, doğru zamanda ve doğru miktarda alır.
3. Düzeltme – iş envanteri ve süreç-içi işi azaltmak ve müşterilerin daha ufak siparişlerine izin vermek için eşit olarak, miktar ve çeşidine göre dağıtılır.

Gelecek-durum haritası çizme aşamasını iyileştirme planları yapma ve uygulama aşaması izler. İyileştirme planları yapılan haritalardan elde edilir. Bir süreci veya alanı iyileştiren herhangi bir faaliyet iyileştirme olayı olarak görülür. Yapılmasına ihtiyaç duyulan iyileştirmeler detaylandırılır ve uygulanmadan önce yönetim tarafından gözden geçirilir. Uygulama sırasında etkili iletişimin oluşması için bir hikaye tahtası kullanılır.

Mevcut durumu uygularken bazı şeyler değişebilir ve plan değiştirilmeye ihtiyaç duyabilir. Gelecek durumun birçok tekrarı olabilir.

İyileştirme Kartı													
Değer Akışı:		Tarih		Sayfa: /									
Olay	Görev	Süre	Personel	Haftalık Program									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Şekil 1.33. İyileştirme Kartı

(Kaynak: Tapping, 2003; 135)

#### 1.2.20. Değer Akışı Haritalandırma

Bir ürün ya da ürün grubunun değer akışı boyunca görülen tüm faaliyetlerin gösterimidir (Womack ve Jones, 2003; 462). Bir takımın, bir ürün ailesinin malzeme ve bilgi akışını kolayca görmesini ve israfı ortadan kaldırmak için yalın araçları kullanmasını sağlar. Üretim, malzeme planlama ve kalite personelinin oluşan çapraz-fonksiyonel takım tarafından yapılır. Bir iki günde yapılır. Haritalama konusunda tecrübe kazanıldıkça süreç daha kolay hale gelir.

Değer akışı haritalandırmanın yararları şunlardır (Dailey, 2003; 18) :

- Herkes için hedeflenmiş mevcut ve gelecek durumun değer akışı ile bağlantılı bir vizyon sağlar.
- Kolay iletişim için görsel bir harita sağlar.
- İsrafın herkes tarafından görülmesine olanak tanır.
- Müşteri bakış açısından yalın başlangıçlarına dayanan bir temel sağlar.

Değer akışı haritalandırma açıkça belirtilmiş bir ürün ailesinin malzeme ve bilgi akışının görsel bir gösterimidir (Tapping, 2003; 137). Yalın uygulamaya yönelik sistematik bir yaklaşım içinde çok yararlıdır. Bu haritalandırma aracı Toyota ile başlamıştır. Haritalar fabrikadaki herkes ile paylaşılır.

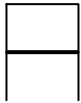
### 1.2.20.1. Değer Akışı Haritalandırma Nasıl Yapılır?

Değer akışı haritalandırmanın iki türü vardır: mevcut durum haritası ve gelecek durum haritası.

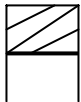
#### 1.2.20.1.1. Mevcut Durum Haritası

Değer akışı haritalandırma mevcut durum ile başlar ve aşağıdaki adımlara göre ilerler (Tapping, 2003; 138–141).

1. Mümkün olduğu kadar çok veri toplanır.
2. Atölyeye gitmeden önce temel üretim adımları gözden geçirilir.
3. Tüm alanlara takımın amacı ve faaliyetleri iletilir.
4. Temel süreçleri, takımı, tedarikçiyi, müşteriyi, üretim kontrolünü listeleyen mevcut durum haritasının iskeletini çizmek için semboller kullanılır. Bu semboller şunlardır (Dailey, 2003; 19) :



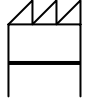
Tahsis edilmiş süreç – değer katan ve olası değer katmayan faaliyetlerin meydana geldiği temel süreç alanıdır.



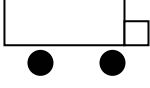
Paylaşılmış süreç kutusu – çeşitli değer akışlarının planlandığı yer.



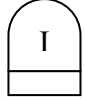
Nitelik alanı – sürecin özel nitelikleri / karakterleri (çevrim zamanları, hat hızları, operatör sayısı)



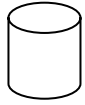
Müşteri veya tedarikçi – girdi ve çıktı dış müşteriler



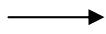
Kamyon sevkiyatı – fiziksel ulaşımı veya tedarikçiden, müşteriden veya dış kaynaklı yerleşimden gelen parçaların hareketini gösterir.



Envanter – süreçteki envanter miktarı



Veri tabanı – bilgisayar etkileşimi



Elle yapılan bilgi akışı – bilginin fiziksel taşınması



Elektronik bilgi akışı – bilgiyi ileten elektronik işaret



Hariç tutmalar veya engel olmalar – akışı önleyen büyük engel



İtme- ürün veya malzeme çıkışının hareketi



Çalışan – belirli sürece tahsis edilmiş operatörler.

5. Atölyeye gidilir, en son çıktı süreci yani sevkiyat ile başlanır ve çevrim zamanlarının, parça değişimlerinin, hat zamanlarının, operatör sayılarının ve envanter miktarlarının gerçek nitelikleri toplanır.
6. Hafızalarda olan değil, sahada olan veriler toplanır.
7. Operatörlere ne yaptığımız anlatılır ve sorular sorulur. Bir parça değişimi veya çevrim zamanı kaydedilmek istenirse, bunun neden yapıldığı operatöre anlatılır ve onların onayı alınır.
8. Mümkün olduğu kadar gerçek veriler veya son üç aydan elde edilen ortalama kullanılır.

9. Herkes alanı ziyaret etmelidir.
10. Her süreç için özellikler belirlenir ve bunlar haritada gösterir. Sadece süreç yazılır.
11. Akışı çizerken hem bilgi hem de malzeme akışı çizilir. Girdi ve çıktı akışı düşünülür.
12. Atölyeden uzakta toplanan veriler tartışılır. Eğer bu aşamada ortak karar elde edilmez ise başka bir gün değişiklikleri yapmak için zorlanırsınız. Bu aşama aceleye getirilmemelidir.
13. Veriler mevcut durum haritasındaki süreçlerin altına girilir.
14. Elektronik ve elle yapılan tüm iletişim şekilleri çizilir.
15. Haritanın altında envanter miktarı günlere göre ve çevrim zamanı bir adım grafiğine göre değiştirilir.
16. Toplam hedef zamana ulaşmak için envanter ve çevrim zamanı günleri toplanır.

#### 1.2.20.1.2. Gelecek Durum Haritası

Gelecek durum haritası üç evrede tamamlanır. İlk olarak müşteri talebinin nasıl karşılanacağı belirlenir. İkinci olarak sürekli akış ve bir itme sistemi kurulur. Son evre yük dengelemeyi başarmaktır. Evreler ve bu evrelerde kullanılan semboller aşağıdaki gibidir (Tapping, 2003; 141–144) :

1. Talep gelecek durum sembolleri kullanılır ve talep gelecek durum haritası çizilir.

B
B

Tampon envanter – müşteri talebindeki değişkenlikler nedeniyle ihtiyaç duyulan envanterin miktarı ve yeridir.

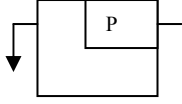
S
S

Emniyet envanteri – iç verimsizlik nedeniyle ihtiyaç duyulan envanterin miktarı ve yeridir.

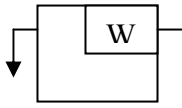


Süpermarket – kanbanlar tarafından kontrol edilen sınırlı envanter miktarıdır. Kanbansız hiçbir şey içeri veya dışarı taşınmaz.

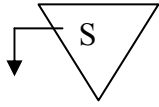
2. Akış gelecek durum sembolleri kullanılır ve akış gelecek haritası çizilir.



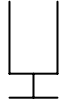
Üretim kanbanı – girdi süreci tarafından üretilecek malzeme veya parça miktarını gösteren ve itme sistemi içinde kullanılan işaret.



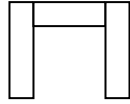
Çekme kanbanı – çıktı süreci tarafından süper marketten çekilecek malzeme veya parça miktarını gösteren ve itme sisteminde kullanılan işaret.



İşaret kanbanı – girdi süreci tarafından tekrar doldurmaya ihtiyaç duyulan malzeme miktarını gösteren ve itme sisteminde kullanılan işaret.



Kanban postası – girdi süreci veya müşteri tarafından alınmak için kanban kartlarının yerleştirildiği fiziksel yer.

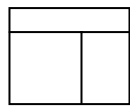


U-şekli hücre – ürün hareketinin kolaylığı için saat yönünün tersine bir düzen içinde çalışanların ve/veya iş elemanlarının fiziksel düzeni.



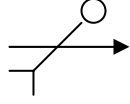
Fiziksel malzeme itme – sürekli akışı sağlamak için girdi sürecinden ürünün fiziksel taşınması.

3. Yük dengeleme gelecek durum sembollerinin kullanılır ve yük dengeleme gelecek durum haritası çizilir.



Heijunka kutusu – kanbanları kontrol altında tutan fiziksel araç.





Koşucu – envanteri hücrelere ve birimlere tam-zamanında dağıtan çalışan.



Kaizen odağı – gelecek duruma ulaşmaya yönelik değer akışı için özel odak alanı.

### 1.2.21. Görsel Fabrika

Tüm aparatlar, parçalar, üretim faaliyetleri ve üretim sistemi performans göstergelerinin görüntülenmesi yoluyla, ilgili herkesin bir bakışta sistemin durumunu anlayabilmesine görsel fabrika denir (Womack ve Jones, 2003; 463). Görsel fabrika yalnızca makinelere ve bantlara değil, iş süreçlerine, kanbanın sirkülasyonuna, envantere ve üretim sürecindeki bütün diğer işlemlere uygulanabilir (Ohno, 1998; 202).

Fabrika boyunca görsel iletişim ve kontrol sistemini kurmak için kullanılır. Görsel fabrika 5S kavramının en yüksek seviyesinde çalışır. Çapraz-fonksiyonel görsel fabrika takımı hedef alan takımlarının yardımı ile projeleri yürütür. Orta ölçekli bir fabrika için yaklaşık olarak 6 ayda yapılır.

Görsel fabrika tüm fabrika boyunca 5S sistemini, görsel metrikleri, görsel gösterimleri ve görsel kontrolleri standardize eder.

#### 1.2.21.1. Görsel Fabrika Nasıl Yapılır?

Görsel bir dil yaratmak için aşağıdaki adımlar yapılır (Tapping, 2003; 146) :

1. Görsel fabrika takımı oluşturulur ve eğitilir.
2. Bir uygulama planı hazırlanır.
3. Görsel gösterimler ve kontroller için standartlar yapılır.
4. Uygulamaya başlanır.
5. 5S sistem uygulaması ve standardizasyonu sağlanır.

6. Görsel metrikler uygulanır ve standardize edilir.
7. Görsel gösterimler standardize edilir.
8. Görsel kontroller uygulanır ve standardize edilir.

Görsel fabrika takımının oluşturulması ve eğitilmesi aşaması çapraz-fonksiyonel takımın sorumluluğudur. Çapraz-fonksiyonel takım bir görsel fabrika vizyonu ve planı hazırlar. Görsel gösterim ve kontrol standartlarını yaratır. Hedef takımları oluşturur ve eğitir. Ayrıca görsel metriklerin, görsel gösterimin ve görsel kontrolün uygulanmasında hedef takımlara yardımcı olur.

Çapraz-fonksiyonel takımın diğer bir görevi de 5S sisteminin, görsel metriklerin, görsel gösterimlerin ve görsel kontrollerin standardizasyonunu sağlamaktır.

Hedef alanların ve takımların uygulama planını hazırlama aşamasında önce bir uygulama planını yapmak için hedef alanlar belirtilir, her alan için bir şampiyon seçilir ve her görsel fabrika faaliyetine ne zaman girişileceğine karar verilir.

Tipik bir planlama şekli aşağıdaki gibidir:

<b>Görsel Fabrika Yaprağı</b>				
<b>Takım Lideri</b>			<b>Tarih</b>	
Değerlendirme Tarihi	5S Yapılma Tarihi	Görsel Metrikleri Yapma Tarihi	Görsel Gösterimleri Yapma Tarihi	Görsel Kontrolleri Yapma Tarihi

Şekil 1.34. Görsel Fabrika Yaprağı

(Kaynak: Tapping, 2003; 147)

Görsel fabrika tüm yalın faaliyetleri kuşatır. Bu faaliyetler işyeri organizasyonu, hücre tasarımı, kanban, süper marketler, jidoka, ekipman bakımı ve hızlı parça değişimleridir. Aynı zamanda hikaye tahtalarını, standartlaştırılmış işi ve değer akışı haritalandırmayı kullanarak planlamada önemli bir rol oynar.

Hedef alanlarda çalışmaya başlandığında, bazı şeylerin hızlı gittiği diğerlerinin gitmediği görülür. 5S sistemi bir görsel fabrika için temel yaratır.

Bilginin etkili kullanımı etkili rapor yazmaya ve bilginin gösterimine bağlıdır. Görsel metrikler bir yalın sistemin tüm uygulamasında yararlı olabilir. Görsel metrikler verileri takımların anlaması ve yorumlaması için basit hale getirir. Ayrıca iyileştirme faaliyetine odaklanır.

Görsel metriklerin özellikleri aşağıdakilerdir (Tapping, 2003; 150)

- Strateji ile doğrudan ilişkilidir.
- Maliyetsiz bir ölçümdür.
- Ölçüm yer-özelliklidir.
- Ölçüm zamanla değişebilir.
- Kullanımı kolaydır.
- Hızlı geri bildirim sağlar.
- İyileştirmeyi canlandırır.

Görsel gösterimler iş çevresi, güvenlik, operasyonlar, depolama, kalite, ekipman, iyileştirme faaliyetleri ve diğer iş standartları hakkında önemli bilgileri iletir. İdeal olan standardın tamamen görsel metrikler, gösterimler ve kontrollerle bütünleşmesidir.

### **1.2.22. İsrif -Yedi Ölümcül İsrif**

Hiçbir değer yaratmadan kaynakları tüketen faaliyetlere israf denir (Womack ve Jones, 2003; 11).

Yalının amacı tüm operasyonlardaki tüm israf kaynaklarını belirlemek, analiz etmek ve ortadan kaldırmaktır.

### **1.2.22.1. İş Çevrimi**

İş çevrimi israfı anlamaya geliştirmede ve kaizen olaylarının öncesini ve sonrasını gösteren görsel gösterim olarak yararlıdır. Tüm operasyonlar 3 elemandan oluşur: israf, önemsiz iş ve gerçek iş (Tapping, 2003; 153). Değer katmayan ve gereksiz olan iş israftır. Önemsiz iş, değer katmayan fakat değer katan işi desteklemek için gerekli olan iştir. Ürüne veya hizmete değer katan operasyonlar veya adımlar ise gerçek işlerdir.

Organizasyondaki herkesin israfın belirlenmesi ve yok edilmesi ile alakası vardır. Yapılma süreci hiçbir zaman son bulmaz. İsrafı ortadan kaldırma sürekli iyileştirmenin temelidir.

İsrafı ortadan kaldırılması ile üretim maliyeti ve süreçlerin zamanı azalır, üretim kapasitesi artırır. Ayrıca ürünlere kaliteyi ekler ve rekabetçi ilerleme sağlar.

### **1.2.22.2. İsrafı Yok Etme Nasıl Yapılır?**

İsrafı ortadan kaldırma süreci çok fazla uygulamaya uygulanır. İsrafı adım-adım yok etme maliyetleri önemli miktarda keser. Toyota 7 israf türü tanımlar (Dailey, 2003; 10) :

1. Aşırı üretim
2. Bekleme
3. Taşıma
4. Aşırı işleme
5. Envanter
6. Hareket
7. Hataları düzeltme

### 1.2.22.2.1. Aşırı Üretim İsrافی

Aşırı üretim tüm israfların en kötüsüdür. Müşteri taleplerini karşılamak için duyulan ihtiyaçtan daha fazla üretmektir (Dailey, 2003; 11). Aşırı üretim, üretim problemlerini veya hatalarını, iş yükü iniş çıkışlarını ve üretim verimsizliğini gizler. Diğer israf türleri için kapıyı açar.

Aşırı üretimin kök nedeni, makineler ve insanların aşırı kapasiteye sahip olması ve bu aşırı kapasiteyi aşırı ürün yapmak için çalışmaya koymasındır. Yalın üretim sistemi aşırı üretimi “itme” ve sevkiyat için gereken kadar üretme ile kontrol eder. Bu israfı ortaya çıkarmak için aşağıdaki sorular sorulur (Tapping, 2003; 155) :

- Üretim takt zamanından hızlı mı veya yavaş mı?
- İşleme için sırada olan envanter var mı?
- Tek-parça veya küçük-partili akış eksikliği var mı?
- Malzeme sunma iyileştirilebilir mi?
- Bir itme sistemi eksikliği var mı?
- Takt zamanı yanlış mı?
- Müşteri talebi tahmini yanlış mı?

### 1.2.22.2.2. Hareket İsrافی

Değer katmayan herhangi bir insan, malzeme veya makine hareketi hareket israfıdır. Zayıf ekipman yerleşimi veya zayıf yerleşmiş parçalar, kalıplar ve aletler nedeniyle olur. Daha fazla yürümeye, gereğinden fazla yükselmeye veya eğilmeye sebep olur. Bu israfı ortaya çıkarmak için aşağıdaki sorular sorulur (Tapping, 2003; 156):

- Yürüme azaltılabilir mi?
- Herhangi bir görevdeki vücut hareketi azaltılabilir mi?
- Parçalar çalışana daha yakın koyulabilir mi?
- İş istasyonu hücresel yerleşimden yarar sağlıyor mu?

- Uygun kaizen teknikleri kullanılıyor mu?
- Standartlaştırılmış iş izleniyor mu?
- Çapraz-eğitim yapılıyor mu?

#### **1.2.22.2.3. Bekleme İsrafı**

İnsanlar, malzemeler, makineler veya bilgidenden herhangi biri için beklemek bekleme israfıdır. Sahip olduğunuzu bilmediğiniz diğer problemlere neden olur. Bu israfı ortaya çıkarmak için aşağıdaki sorular sorulur (Tapping, 2003; 156):

- Her zaman aynı operasyon mu bekleniyor ve herhangi bir değer katmıyor mu?
- Bekleme zamanı sırasında bazı şeyler tamamlanabilir mi?
- Standartlaştırılmış iş izleniyor mu?
- Bir itme sistemi var mı?
- Süreçler arasında tamponlar var mı? Bunlar doğru miktarda mı?
- Kanban hesabı doğru mu?

#### **1.2.22.2.4. Taşıma İsrafı**

Taşıma üretimde önemli bir unsurdur, çünkü tüm parçaların ve malzemelerin gönderilmesini etkiler. Ürünleri gereğinden daha ileri taşıma veya geçici olarak başka bir yere taşınması israftır (Dailey, 2003; 13). Tam-zamanında üretim için gerekli olmayan taşıma da bir israf şeklidir. Tüm taşımalar ardışık operasyonların mümkün olduğu kadar birbirine yakın yerleştirilmesi ile minimize edilir. Ortadan kaldırılamayan taşıma otomatikleştirilir. Bu israfı ortaya çıkarmak için aşağıdaki sorular sorulur (Tapping, 2003; 157):

- Parçalar veya tedarikler taşınıyor ve envantere depolanıyor mu?
- Fabrika yerleşimi en iyi şekilde kullanılıyor mu?
- Bir itme sistemi var mı?
- Üretim mekanizması esnek mi?

- Parçaların taşınması tamamen otomatik mi?

#### **1.2.22.2.5. Aşırı İşleme İsrafi**

Bir parçaya müşterinin ihtiyacından daha fazla iş veya emek koyma israftır (Dailey, 2003; 14). Aşırı işleme müşteriye değer katmaz ve müşteri bunun için ödeme yapmaz. Bu israf ortaya çıkarılması en zor israftır. Bu israfı ortaya çıkarmak için aşağıdaki sorular sorulur (Tapping, 2003; 157):

- Bu prosedürün ve parçanın temel fonksiyonu ne?
- Süreç tasarımı zayıf mı?
- Yanlış makine ve süreç kapasite spesifikasyonları var mı?
- Müşteri ihtiyaçları açık olarak anlaşılıyor mu?
- Parça spesifikasyonları müşteri ihtiyaçlarını karşılıyor mu?

#### **1.2.22.2.6. Envanter İsrafi**

Herhangi bir şeyin stoku israftır (Tapping, 2003; 158). Envanter yer kaplar, güvenliği etkiler, iş ihtiyaçları değiştiğinde eskimiş olabilir. İtme sistemi, takt zamanı veya geri çekme yürüyüşü kullanılarak envanter israfı azaltılır (Dailey, 2003; 15). Fabrikadaki herkes envanter israfı probleminin farkında olmalıdır. Bu israfı ortaya çıkarmak için aşağıdaki sorular sorulur (Tapping, 2003; 158) :

- Her yerde sıra var mı?
- Parçalar müşteri talebinden daha büyük miktarlarda mı satın alınıyor?
- Eski envanterlerin miktarı ne?
- Süreç kapasitesi zayıf mı?
- Doğru olarak ölçülmüş ve yerleştirilmiş tampon eksikliği var mı?
- Standartlaştırılmış iş var mı? varsa takip ediliyor mu?
- Tek-parça veya küçük parti akışa güven eksikliği var mı?
- Üretim sürecinde, makinede, alette veya sistemde çok fazla değişkenlik var mı?

### **1.2.22.2.7. Hataları Düzeltme İsrافی**

Bu israf sınıfı hataları düzeltmek için ihtiyaç duyulan tüm işlemleri içerir. Hatalar ek zaman, malzeme, enerji, kapasite ve işgücü maliyeti ile sonuçlanır (Dailey, 2003; 17). Hata-önleme ve jidoka hataları ortaya çıkarma ve önlemede kullanılır. Bu israfı ortaya çıkarmak için aşağıdaki sorular sorulur (Tapping, 2003; 158):

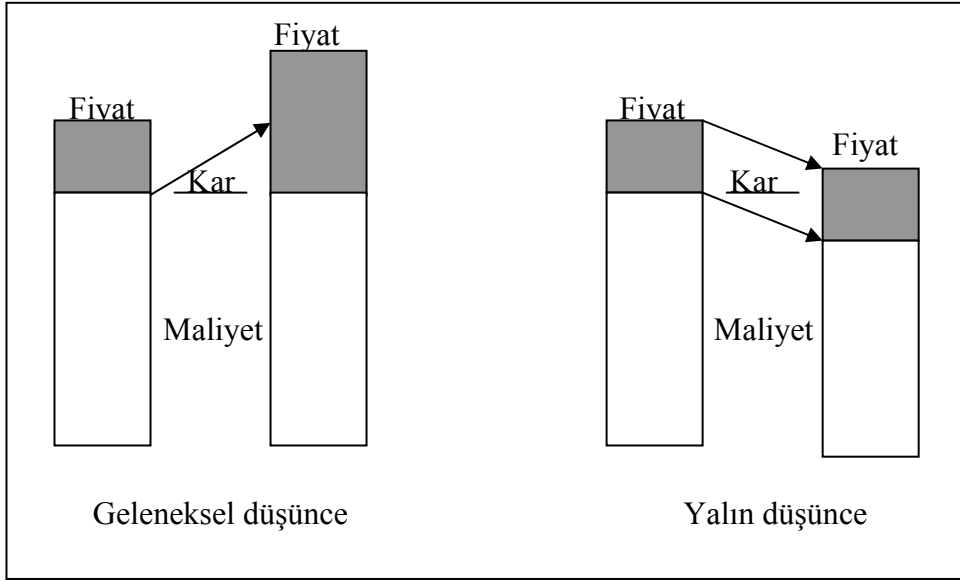
- Hata oranı ne?
- Hatalar için ortak nedenler var mı?
- Master parçalar mevcut mu?
- Envanter hataları gizliyor mu?
- Makine, alet veya tekniklerin süreç kapasite eksikliği var mı?
- Standartlaştırılmış iş izleniyor mu?
- Spesifikasyonlar müşteri ihtiyaçlarını karşılıyor mu?

### **1.2.22.3. Maliyet Azaltma Prensibi**

Birçok şirket faaliyetlerinin sadece % 5'nin değer kattığını bulmuştur (Tapping, 2003; 159). Geri kalanlar değer katmayanlardır. Dünya sınıfı olmak için organizasyon % 60 değer katan faaliyet seviyesinde çalışmalıdır (Tapping, 2003; 159).

Yönetim müşteriden gelen yüksek kalitede düşük maliyet baskısı altındadır. Geleneksel düşünmede satış fiyatı maliyete kar payının eklenmesi ile belirlenir. Bugünkü pazarda ise müşteri fiyatı belirler. İşletme kar payı ekleme lüksüne sahip değildir. Karlı kalmanın tek yolu israfı azaltmaktır, böylece maliyet azalır.





Şekil 1.35. Geleneksel ve Yalın Düşünce

(Kaynak: Tapping, 2003; 160)

## İKİNCİ BÖLÜM

### İSRAFIN BELİRLENMESİ VE ORTADAN KALDIRILMASI

#### 2.1. İSRAF NEDİR?

Toyota Üretim Sistemi veya “tam-zamanında” üretim; neye, ne zaman ve ne miktarda ihtiyaç olduğunu tam olarak yapabilme yeteneğidir (Dailey, 2003; 5). Diğer bir deyişle doğru ürünleri, doğru zamanda ve doğru miktarda üretip sevk eden sistemdir (Womack ve Jones, 2003; 467). “Yalın” üretim bu üretim yaklaşımının en yeni ismidir ve “tam-zamanında” koşulunun nasıl başarılacağına dair bir işaret verir (The Productivity Development Team, 2003; 2). Üretim akışı müşteri talebini karşılamak için yaratılmalıdır. Üretim akışına kalkışıldığı zaman üretim israfları yüzeye çıkar. Tam-zamanındanın gerçek anlamı israfın toptan ortadan kaldırılmasıdır.

Herkes israfın ne olduğu hakkında bir fikre sahiptir ve bu fikir koşulların değişmesiyle farklılaşabilir. Satış elemanları envanterin, satışlar yükseldiğinde mükemmel olduğunu düşünür, fakat satışlar düşünce envanter korkunç bir ağır yük olur (The Productivity Development Team, 2003; 2). Telefonlar bir israf kaynağı olabilir, ama tüm telefon kullanımları müsrif değildir. Bazen bunlar, müşteri veya müşteriye geçmekte olan problemlerin ortadan kaldırılması için değer sağlamanın bir parçası olabilir. İsraf büyük bir çeşitlilikte ortaya çıkar ve çoğu zaman israfsızlık ile karıştırılır.

#### 2.1.1 Katma Değer

Bir işletmede katma değer, ham maddeyi müşteri için değere çeviren faaliyetlerdir (Tapping, 2003; 132). Fabrika üretimi bir ürüne dair müşteri ihtiyacına hizmet verir. Katma değer süreçler ve operasyonlar doğrudan doğruya bu ürünü sağlamaya hizmet eder.

Örneğin, bir vida ile tutturma işleminde operasyonun amacı ve parçaları tutturmak için vida kullanmanın en iyi yolu olup olmadığı sorulabilir. Eğer bir yapıştırıcı bir vida kadar veya ondan daha iyi çalışacaksa, vida ile tutturma işleminin tümü israftır.

İşlenmek için bekleyen bir yığın malzeme gördüğümüzde, “Bu malzeme neden burada bekliyor? Bu kadar çok malzemeye ihtiyacımız var mı? Çıktı sürecini beslemek için bu noktada en az kaç parçaya ihtiyacımız var?” gibi soruları sorabiliriz (The Productivity Development Team, 2003; 3). Üretim akışındaki her süreç ve operasyona bunun gibi sorular sorarak, israfın nerede olduğuyla ilgili ipucu elde edilir. Eğer süreç veya işlem değer katmıyorsa, bunların amaçları sorulur ve bunları azaltmanın veya ortadan kaldırmanın yolları araştırılır.

Bu şekilde her sürecin ve işlemin amacını sorarak israf ve katma değer ne olduğu belirlenebilir. Süreçlerin ve işlemlerin birleşimi, müşterilere zamanında ürün yapmanın ve en düşük maliyetle en yüksek kaliteyi vermenin en iyi yoludur (The Productivity Development Team, 2003; 4). Eğer israf olmayan şey bizim yaptığımız yararlı ve katma değeri olan tüm şeyler ise, bu durumda israf maliyet ve zaman katan fakat değer katmayan herhangi bir faaliyettir.

### **2.1.2. İsrif Neden Oluşur?**

Tüm problem çeşitleri her fabrikada, her vardiyada, her gün meydana gelir. Bir fabrikada ne kadar israf olduğu o fabrikanın problemlerini ne kadar iyi karşılık verdiğine bağlıdır. İsrifin nasıl meydana geldiği hakkında bir fikre sahip olmak için birkaç farklı tip fabrika problemine yönelik mümkün cevaplara bakılır (The Productivity Development Team, 2003; 4-5) :

İmalat

- Bu adam şimdi meşgul değil, bu yüzden onu kısa bir süreliğine bu hatta kullanacağım.

- Bu şeyleri koyacak yer yok, bu nedenle onları şimdilik buraya koyalım.

#### Taşıma

- Bu malzeme ağır olduğundan forkliti ödünç alalım.
- İhtiyaç duyduğumuz miktara sahip olduğumuzdan emin olmak için bunları sayalım.

#### Muayene

- Kalite konusunda bazı şikayetler alıyoruz, bu hata muayene elemanları ekleyin.
- Bu süreçte bazı hatalar meydana geldi, siparişleri karşılayacak yeterli sayıda iyi parçamızın olması için çıktıları artırın.

#### Ekipman

- Çıktılarımızı artırmamız gerek, bu yüzden şimdilik başka bir makine daha içeri taşıyın.
- Bazı makine durmaları var, acil tamirler için bakım elemanlarını çağırın.

#### Kontrol / Yönetim

- Gelecek ayın üretim planı hazır değil, bu yüzden geçen ayınkini tekrarlayalım.
- Geciktireceğimiz gibi görünen tüm gecikmiş teslimatları takip etmek için bir liste yapalım.

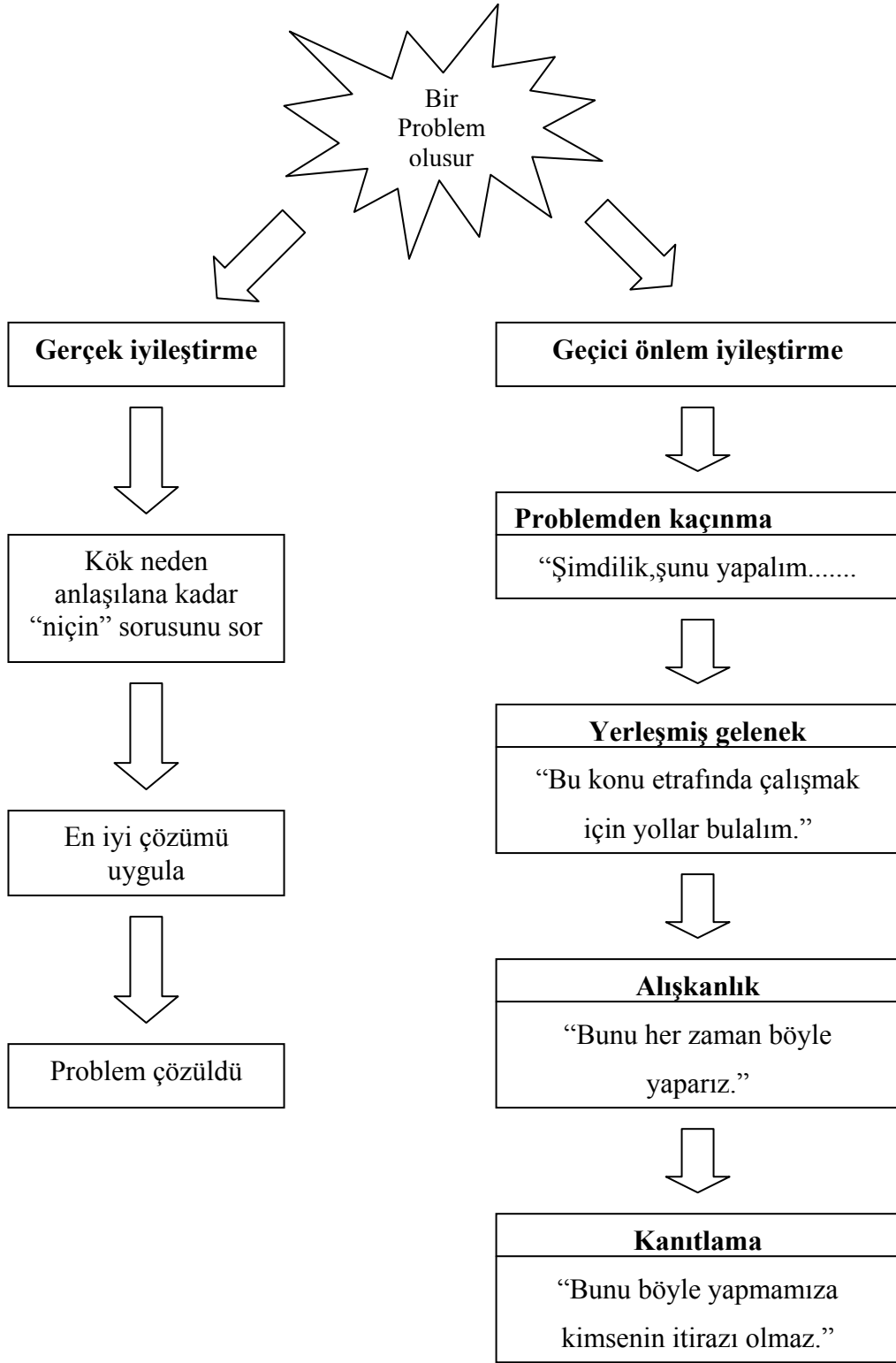
Bu cevapların hepsi geçici önlem çözümleridir. Hiçbiri problemin neden oluştuğunu sormaz. Hiçbir cevap problemin nedenine ulaşmıyor. Bu kısa dönemli çözümler birçok işletmede standart çalışma prosedürleri haline gelmiştir.

Problemlere yönelik bu tür cevaplar, sorunlara daha derin bakmadıkça ve sorunların temel nedenlerini çözmedikçe işletmelerde yaşam yolu haline gelir.

Tam-zamanında veya yalın üretimin kalbi, fabrika problemlerinin altında yatan sorunlara daha ciddi bakmaya ve nedenlerini ortadan kaldırarak problemleri çözmeye gönüllü olmaktır (The Productivity Development Team, 2003; 5).

### **2.1.3. İsrif Nasıl Kökleşir?**

Biz koşullara yönelik çözümler buluyoruz fakat daha sonra koşullar değiştiği zaman çözümleri değiştirmeyi unutuyoruz (The Productivity Development Team, 2003; 5). Belirli şeylerin niçin yapıldığı veya çözülecek problemin ne olduğu uzun süre hatırlanmaz. Yapılan her şey hakkında “neden” sorusunu tekrar tekrar sormak önemlidir. Sadece bu yolla israf kökleşmeyi başaramaz.



Şekil 2.1. Gerçek İyileştirme ve Geçici Önlem İyileştirme  
(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 6)

#### 2.1.4. İsrafın Sınıflandırılması

Yalın üretim tekniklerinin geliştirilmesinden bu yana israf türlerini sınıflandırmak için birçok sayıda yöntem ortaya çıkmıştır. İsrafın ne olduğunu ve nasıl bulunup ortadan kaldırılacağını daha derinden anlamak için şu modelleri kullanabiliriz (The Productivity Development Team, 2003; 7) :

- 3 Mu
- 5M + Q + S
- Ürün akışı
- Yedi ölümcül israf

##### 2.1.4.1 Üç Mu

Bu israf modelinde amaç kapasite ve yüklemenin eşit olması sağlamaktır. Diğer bir deyişle, sipariş edilmiş ve müşteriye zamanında teslim edilecek uygun ürün miktarını kesin olarak yapmak için uygun sayıda çalışan, malzeme ve makine olmasıdır. Japonya'da bu muda, mura ve muri terimleri ile açıklanır (The Productivity Development Team, 2003; 7) :

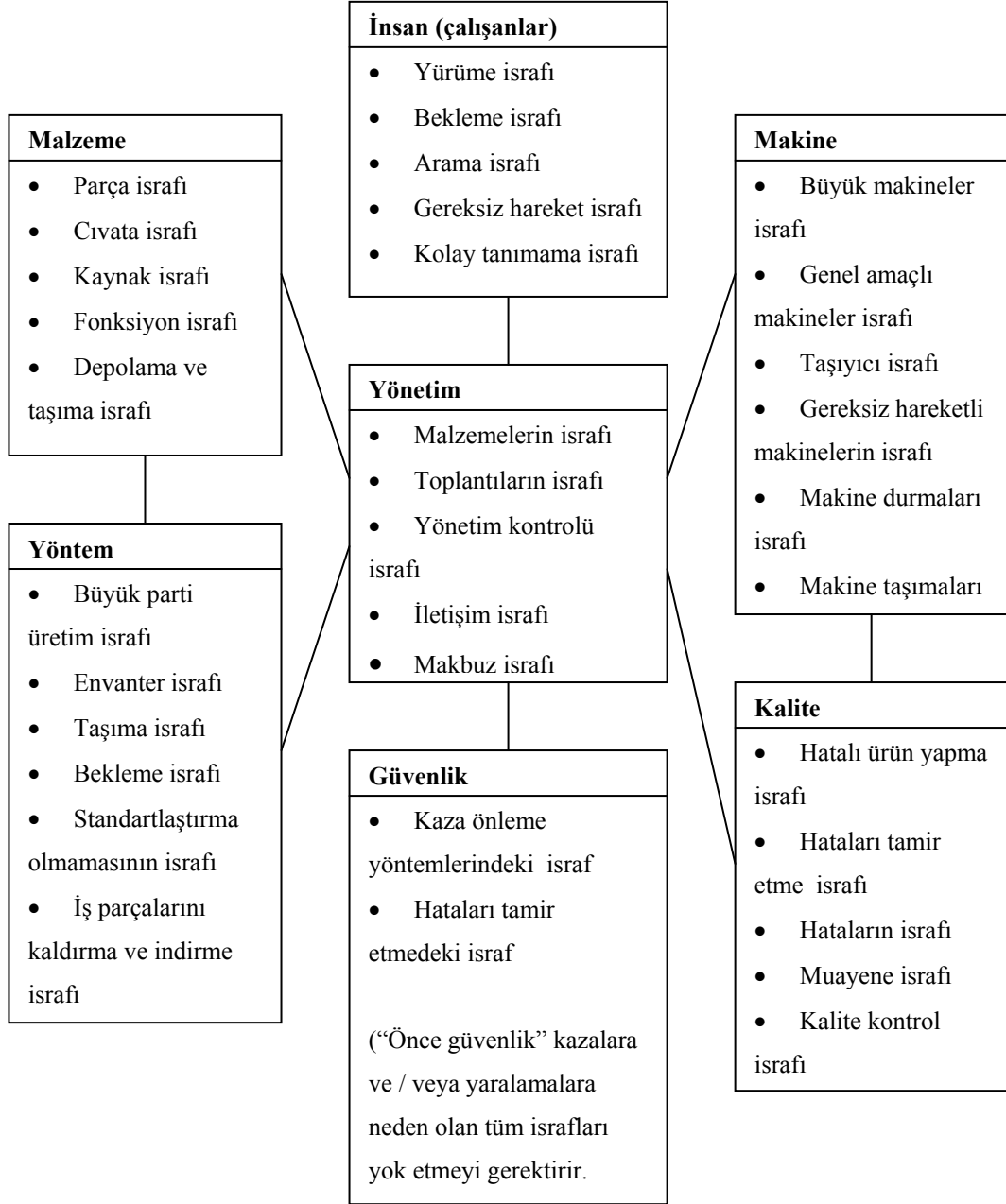
- Muda (israf) = kapasitenin yüklemeyi aşmasıdır.
- Mura (tutarsızlık veya değişkenlik) = Bazen kapasitenin yüklemeyi aşması, bazen de yüklemenin kapasiteyi aşmasıdır.
- Muri (mantıksızlık) = Yüklemenin kapasiteyi aşmasıdır.

Üretim sürecindeki katma değer olmayan faaliyetleri ortadan kaldırmaya ve üretim akışı kurmaya odaklanılırsa, kapasite ve yükleme arasında bir denge sağlanır.

##### 2.1.4.2 5M + Q + S

Bir fabrikada israf hakkında düşünmenin bir başka yolu israfın meydana geldiği alanlara odaklanmaktır. Bu alanlar 5M (man-insan, material-malzeme,

machine- makine, method- yöntem ve management- yönetim), Q (Quality- kalite) ve S (safety- güvenlik) dir (The Productivity Development Team, 2003; 7).



Şekil 2.2. 5M + Q + S İsraf Sınıflandırması  
(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 8)



### 2.1.4.3. Ürün Akışı

Bir fabrikada israfı düşürmenin üçüncü bir yolu üretimdeki ürün akışına odaklanır. Ürün akışı aşağıdaki şekildedir (The Productivity Development Team, 2003; 9) :

1. **Malzemeler tedarik edilir.**
2. Malzemeler depoda bekletilir.
3. Malzemeler üretim hattındaki süreçlere taşınır.
4. Malzemeler süreç ekipmanında bekletilir.
5. Malzemeler işlenmek için kaldırılır.
6. **Malzemeler işlenir.**
7. İşlenen ürünler indirilir ve diğer taraftaki işleme makinesinde bekletilir.
8. Ürünler bir muayene noktasına taşınır.
9. Ürünler muayene edilinceye kadar bekletilir.
10. Ürünler kaldırılır ve muayene edilir.
11. Ürünler indirilir ve muayene sürecinin diğer tarafında tutulur.
12. Muayene edilen ürünler bitmiş ürün ambarına taşınır.
13. Biten ürünler ilk nakliye edilmek için bekletilir.
14. **Bitmiş ürünler müşteriye teslim edilir.**

Bu akışta sadece 4 şey gerçekten mevcuttur; bekleme, taşıma, işleme ve muayene. Bekleme, ürün akışını hiçbir değer katmadan durdurmaktadır. Stok etme, ambarlama, geçici depolama ... vs gibi isimlerle adlandırılır. Bekleme 3 tip envanter üretir; işleme öncesi malzeme envanteri, işleme sırasındaki envanter veya bitmiş ürün envanteri. Envanter bir dizi sebepten oluşur (The Productivity Development Team, 2003; 9) :

- Girdi sürecinin çıktı sürecinden daha hızlı çalışması
- Bir sürece birkaç hattan ürünün akması veya bir süreçten birkaç hata gitmek için bekleyen ürünlerin birikmesi.
- Makine değiştirmek için bekleme olması

- Aylık acil durumlar için tahmini satın alınan ve işlenen malzemeler
- Sipariş fazlası satın alınan malzemeler
- Satış sonrası servis için satın alınan yedek parçalar

Bekleme değer katmadan maliyet katar. Envanterin üretim akış problemlerini çözeceği kolayca düşünülebilir, fakat gerçekte envanter aynı zamanda problemleri gizler. Bekleme noktaları ortadan kalktığında, üretim akışındaki gerçek problemler ortaya çıkar.

Taşıma, ürünleri değer katmadan taşımaktır. Bekleme noktaları arasındaki hareket genellikle “taşıma” olarak, bir bekleme noktası ve bir süreç arasındaki hareket ise genellikle “malzeme taşıma” olarak adlandırılır (The Productivity Development Team, 2003; 9).

İşleme, değer katmadır. Ya ham malzeme veya parçalar değiştirilir, ya da değer katmak için parçalar birleştirilir. Süreçleri iyileştirme, bir sürecin kendi amacını en iyi nasıl yerine getireceğini veya bir sürecin daha etkili nasıl olacağını saptamayı içerir.

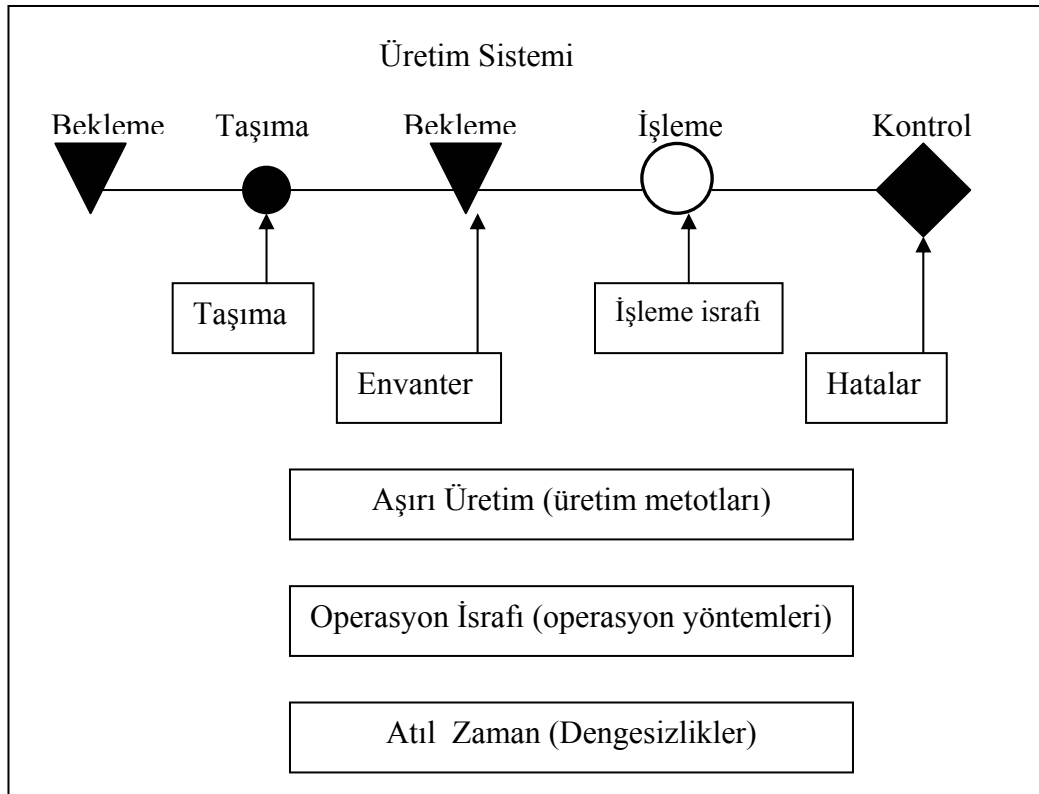
Muayene üretim akışındaki hataları saptar ve ortadan kaldırır. Muayene değer katmaz çünkü hatanın kaynağını değil sadece sonucunu ortadan kaldırır. Odaklanma hataları azaltmak yerine hataları bulmaya doğru değiştirilirse, israfı ortadan kaldırma konusunda ilerlenebilir (The Productivity Development Team, 2003; 10).

#### **2.1.4.4. Yedi Ölümcül İsrif**

İsrafın en bilinen sınıflandırılması “yedi ölümcül israf”tır. İsrafı görmek ve ortadan kaldırmak için içgüdü ile birlikte yüksek motiveli çalışanlara ihtiyaç vardır (The Productivity Development Team, 2003; 10).

Aşağıdaki yedi israf türünü saptama ve ortadan kaldırma, yalın üretim yolunda ilerlemeyi sağlar (Dailey, 2003; 10) :

- Aşırı üretim
- Envanter
- Taşıma
- Hatalar
- İşleme israfı
- Operasyon israfı
- Atıl zaman



Şekil 2.3. Yedi Ölümcül İsraf

(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 11)

#### **2.1.4.5. İsrافی Saptamanın ve Ortadan Kaldırmanın Yararları**

İsrافی saptamanın ve ortadan kaldırmanın şirketlere ve çalışanlarına birçok faydası vardır.

##### **2.1.4.5.1. Şirketlere Yararları**

İsrافی saptamanın ve ortadan kaldırmanın şirketlere yararları şunlardır (The Productivity Development Team, 2003; 12) :

- I. Üretim gizli maliyetlerini keser: Üretim faaliyetlerinin ve bunlara ilişkin maliyetlerin %80'ni değer katmaz veya israftır. Fabrikalar israfı saptamaya ve ortadan kaldırmaya başladıkları zaman, bunların alt hata etkisi astronomiktir.
- II. Artan müşteri memnuniyeti: Yalın üretimin uygulanması sonucu müşteri memnuniyeti direkt olarak yükselir. İsraf üretimde ortadan kaldırılınca, teslimatlar zamanında gerçekleşir ve ürün kalitesi artar.

##### **2.1.4.5.2. Çalışanlara Yararları**

İsrافی saptamanın ve ortadan kaldırmanın çalışanlara yararları şunlardır (The Productivity Development Team, 2003; 12) :

- I. Artan iş memnuniyeti: Çalışanlar kaybolan aletleri aramak, malzemelerin ulaşmasını beklemek, envanter yığınları arasında yürümek, ağır parça veya aletleri kaldırmak ve indirmek, ve diğer tüm işe ait olmayan temel şeyleri yapmaya uzun zaman harcamazlar. İşin değer katmayan engelleyici durumları yok olur ve çalışanların yapmaya eğitildikleri ve hoşlanarak yaptıkları şey harcadıkları zamanının büyük bir kısmı olur.

- II. İyileştirmeye katkıda bulunma: Çalışanların işlerini nasıl geliştirecekleri hakkında fikirleri dinlenecek ve çalışanlar boşuna uğraşmaların işyeri dışına alınmasına ortak olacaklardır. İşin bir kısmı kök nedenleri bulmak ve bunlara çözümler yaratmak olur. Kısa-dönemli çözümler yapmak veya başkalarının kısa-dönemli çözümleri ile yaşamak zorunda kalmazlar.

Üretim israfı kökten söküldüğü zaman herkesi daha mutlu edecek bir şey yoktur. Malzeme akışı işyerinde bir tempo yaratır; değer katan süreçler müşteri memnuniyeti oranında çalışmak için serbest bırakıldığında, tedarikçiden müşteriye doğru bir malzeme akışı ritmi ortaya çıkar (The Productivity Development Team, 2003; 12).

## 2.2. YEDİ ÖLÜMCÜL İSRAF

### 2.2.1. Aşırı Üretim

Aşırı üretim yedi israf içinde en kötüsüdür; tam-zamanında üretimin tam tersidir (The Productivity Development Team, 2003; 16). Aşırı üretim gereksiz olanı, gereksiz zamanda, gereksiz miktarda yapmaktır (Dailey, 2003; 11). Sipariş olmadığı halde parça üretildiğinde oluşur. Şirketler, çoğu kez büyük parti üretim yöntemlerinin veya yığın üretim sonucunda aşırı üretime sahip olurlar.

Aşırı üretimin birçok uygunsuz etkisi vardır (The Productivity Development Team, 2003; 16) :

- Vaktinden önce parça ve malzeme satın alma
- Tıkanmış ürün akışı
- Artan envanter
- Planlamada esneksizlik
- Hataların oluşumu

Aşağıdaki etmenler aşırı üretimin sebepleridir (Dailey, 2003; 11) :

- Büyük parti üretim
- Vaktinden önce üretim ( talebin üzerinde ürün üretme)
- Yığın üretim sistemlerindeki büyük ekipmanlarla kısa parça değişim zamanlarını başarmada yeteneksizlik
- Hatalı üretilen parçaların yerine koymak için yeterli stok yaratma isteği
- Aşırı eleman bulundurma veya çok fazla ekipman
- Çok hızlı parça imal eden makineler

Aşırı üretim yapmadan kapasite ve yüklemeyi dengelemek için yalın üretimin ileri teknikleri uygulanmalıdır. Bu teknikler şunlardır (The Productivity Development Team, 2003; 17) :

- Tam çalışma
- Hat dengeleme
- Tek-parça akış
- Kanban kullanarak çekme sistemi
- Hızlı parça değişim operasyonları
- Düzeyli üretim- küçük partili, karışık üretim

#### **2.2.1.1. Aşırı Üretim Kontrol Listesi**

Aşırı üretimi saptamak ve operasyonları analiz etmek için aşağıdaki gibi bir kontrol listesi kullanılır. İşyerlerinde aşırı üretime katkısı olan israf başlıkları listelenir. Listedeki her maddeye bir büyüklük derecesi verilir. Büyüklüklerin toplamı yedi ölümcül israfın hangisine ilk olarak dikkat edileceğini gösterir. İsrarlar bulunurken nedenler veya iyileştirmeler hakkında notlar alınır.

Aşırı Üretim İsrafını Bulma Kontrol Listesi				
Süreç:				Tarih:
İsraf Tanımları	Evet	Hayır	Büyüklik Derecesi	Nedenler ve / veya İyileştirme Planları
1. Üretim programı veya kontrol panosu yok.				
2. Üretim programı düzeltilmesi yok.				
3. Üretim programı ile eş zamanlı olmayan üretim var.				
4. Kayıp parçalar var.				
5. Hatalı ürünler üretildi.				
6. Ekipman bozulmaları var.				
7. Çok fazla el yardımı gerekiyor.				
8. Çok fazla kapasiteli makineler var.				
9. Partiler kümeler içine gruplandırılır.				
10. "İtme" üretim sistemi kullanılıyor.				
11. Karavan tipi operasyonlar var.				
12. İzlenen süreçle hat dengelenemiyor.				
13.				
	<b>Toplam</b>			

Şekil 2.3. Aşırı Üretim İsrafını Bulma Kontrol Listesi  
(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 18)

### 2.2.2. Envanter

Aşırı üretim envantere neden olur. Envanter, herhangi bir zaman zarfında fabrika içinde veya dışında bekleyen ürünlerdir (The Productivity Development Team, 2003; 18). Herhangi bir şeyin stoku envanterdir (Tapping, 2003; 158). Envanter ham maddeleri, süreç içi çalışmaları, montaj parçalarını ve bitmiş ürünleri içerir.

Yalın üretimde envanter sağlıksız çalışan bir fabrikanın belirtisi olarak kabul edilir. İsrafi bulmaya başlamak için en iyi yollardan biri envanterin yığılmaya eğilimli olduğu bekleme noktalarına bakmaktır.



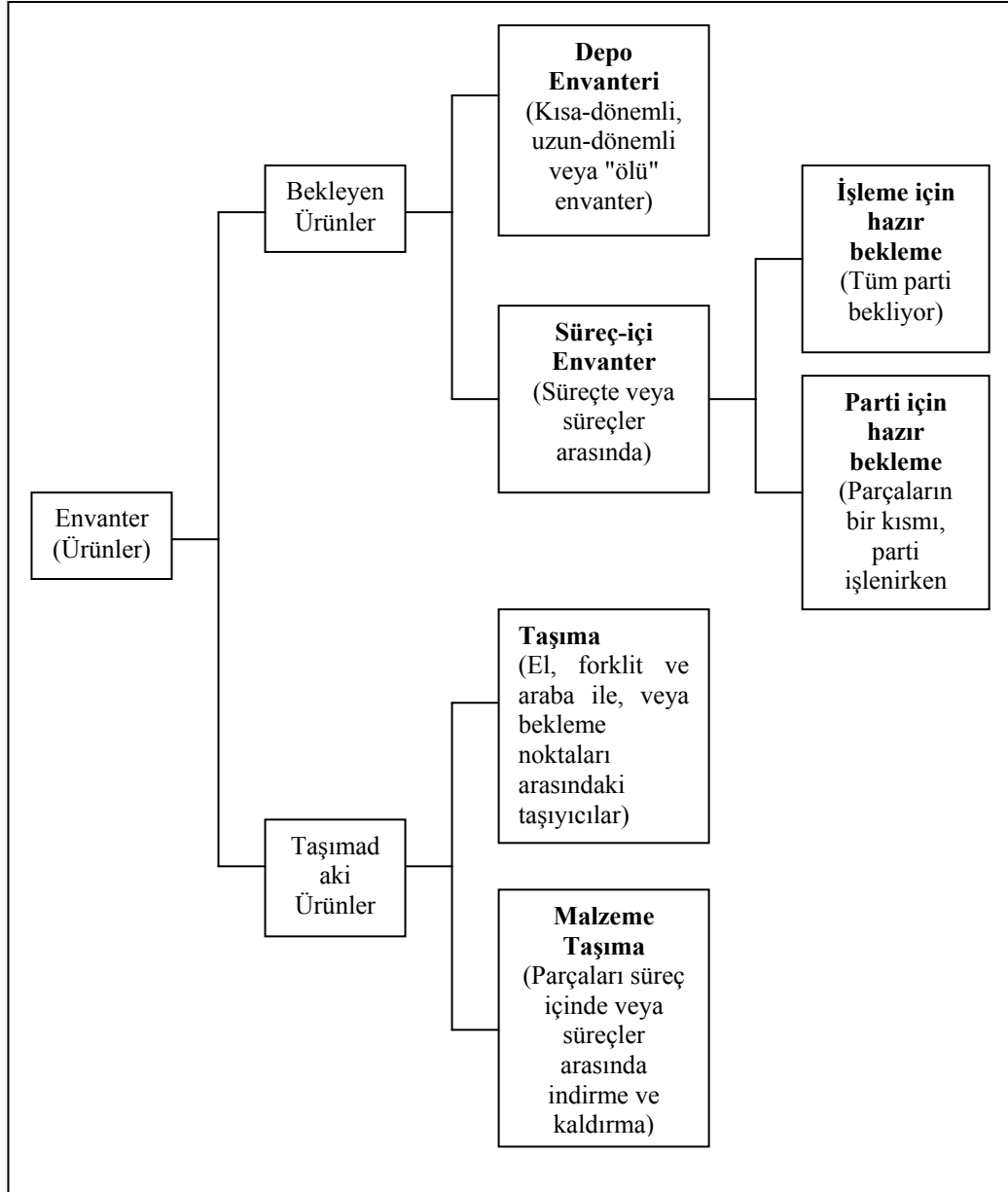
Envanter yığınının arkasında yatan birçok değişik neden vardır (The Productivity Development Team, 2003; 19) :

- Envanterin normal veya gerekli olarak kabul edilmesi
- Zayıf ekipman yerleşimi
- Uzun değişim zamanları
- Şiş-kebab veya büyük parti üretim
- Ürün akışının engellenmesi
- Vaktinden önce üretim
- Hatalı parçalar
- Girdi sürecinin çıktı sürecinden hızlı olması

Eğer envanter yok edilmek isteniyorsa tüm çalışanlarda bir “farkındalık devrimi” oluşmalıdır (Tapping, 2003; 158). Çalışanlar sıfır envanter olasılığına inanmalıdır. Envanter problemi çözmez, aksine problemin üstünü örter.

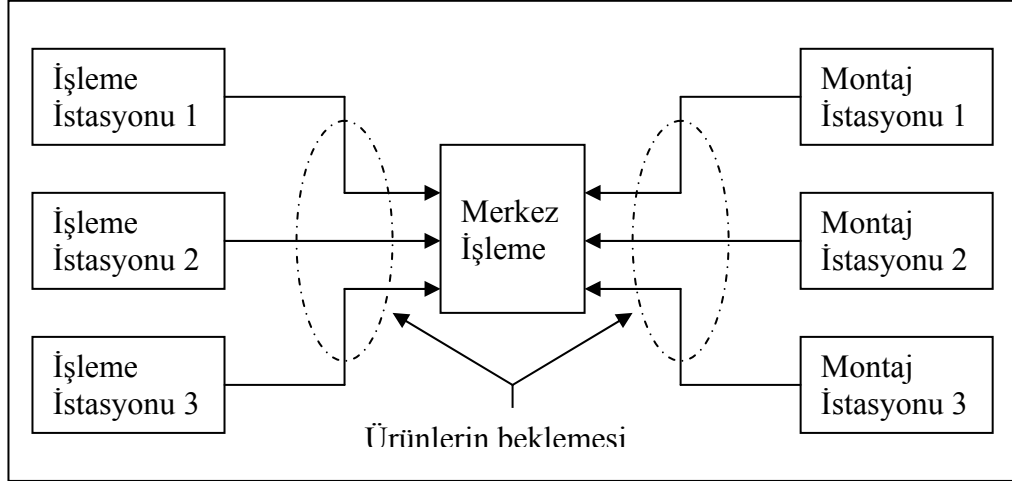
Envanteri ortadan kaldırmak için aşağıdakiler yapılabilir (The Productivity Development Team, 2003; 20) :

- U-tipi imalat hücreleri, ekipman yerleşiminin işlem yerine sürece göre olması
- Üretim dengeleme
- Üretim akışını düzenleme
- Kanban kullanarak çekme sistemi
- Hızlı parça değişim operasyonları



Şekil 2.4. Envanter Türleri

(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 19)



Şekil 2.5. Ürün Akışında Envanter Birikmesi

(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 19)

### 2.2.2.1. Envanter Kontrol Listesi

Fabrikaları analiz etmek ve envanteri ortadan kaldırmak için aşağıdaki gibi bir kontrol listesi kullanılabilir. İşyerlerinde envanter israfına neden olan maddeler listelenir.

Envanter İsrafını Bulma Kontrol Listesi				
Süreç:				Tarih:
İsraf Tanımları	Evet	Hayır	Büyüklik Derecesi	Nedenler ve / veya İyileştirme Planları
1. Raflarda veya yerlerde çok fazla envanter var.				
2. Raf ve zemin depolama çok miktarda yer kaplıyor.				
3. Envanter yığınları yürüme yollarını kapatıyor.				
4. Süreç-içi envanter bireysel operasyonlarda birikiyor.				
5. Süreç-içi envanter operatörler arasında yığılıyor.				
6. Süreç-içi envanter süreçler arasında yığılıyor.				
7. Süreçteki envanteri görsel olarak hesaplamak imkansız.				
	<b>Toplam</b>			

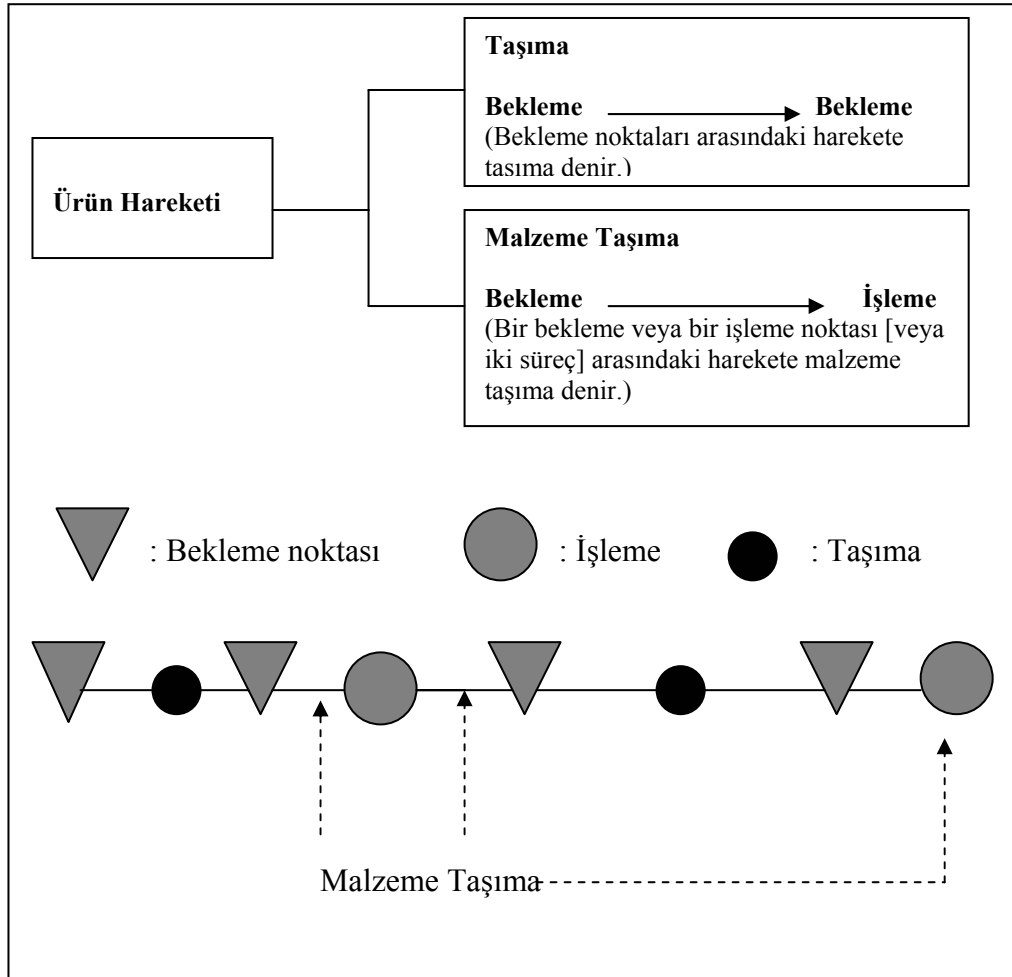
Şekil 2.6. Envanter İsrafını Bulma Kontrol Listesi

(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 21)

### 2.2.3. Taşıma

Envanter çokluğu doğal olarak fazla taşımaya neden olur. Taşıma, herhangi bir sebepten dolayı malzemelerin, parçaların, montaj parçalarının veya bitmiş ürünlerin bir yerden başka bir yere nakledilmesi veya götürülmesidir (The Productivity Development Team, 2003; 21). Malzeme taşıma, taşımanın bir parçasıdır.

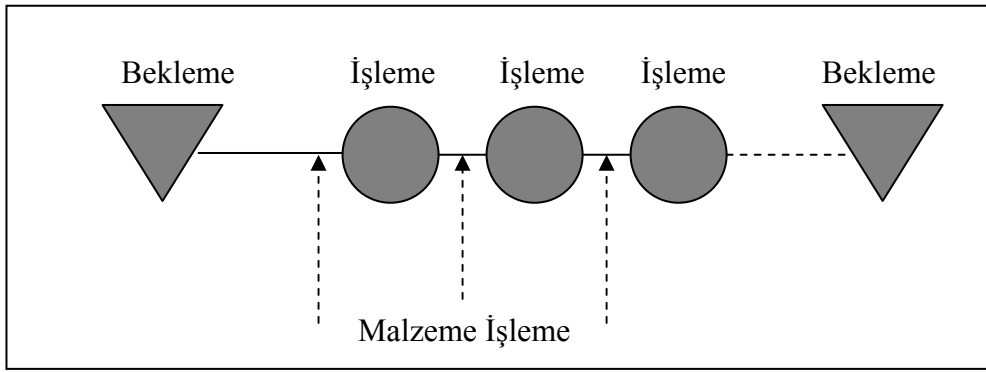
Aşağıdaki şekil bir mesafe boyunca taşıma ile süreç içinde malzeme taşımanın arasındaki farkı açıklar.



Şekil 2.7. Taşıma ve Malzeme Taşıma Arasındaki Fark  
(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 22)

Taşıyıcı sistemlerin birçok kötü etkisi vardır. Taşıyıcı sistemler fabrikadaki değerli alanları kullanır, taşımayla ilgili çalışma saatlerini artırır, daha fazla taşıma ekipmanı gerektirir ve genellikle zarar görmüş ürünlere neden olurlar.

Süreçler içindeki veya süreçler arasındaki tüm ürün taşımaları yok edilemez, fakat taşıma mesafeleri ve zamanları kısaltılabilir, bekleme noktaları azaltılabilir veya yok edilebilir. Tek parçalı ürün akışındaki malzeme taşıma aşağıdaki şekilde gibidir.



Şekil 2.8. Tek Parçalı Ürün Akışında Malzeme Taşıma  
(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 23)

Taşıma israfının nedenleri şunlardır (Dailey, 2003; 16) :

- Zayıf ekipman, ofis ve fabrika yerleşimi
- Görsel kontrollerin eksikliği
- Tek-yetenekli çalışanlar
- Operasyonlarda oturarak çalışmak
- Büyük parti üretim

Taşıma israfı, operasyonlar arasında bir akış yaratmak için ekipman yerleşiminin tekrar tasarlanması ile düzeltilir. Böylece taşıma sistemindeki karmaşıklık giderilir ve malzeme taşıma minimuma indirilebilir. Taşımayı çözecek bazı yalın üretim teknikleri şunlardır (The Productivity Development Team, 2003; 22) :

- U-tipi imalat hücreleri
- Ürün akışı
- Çok-yetenekli çalışanlar
- İşlemlerde ayakta durarak çalışmak
- Yüksek kullanım oranı
- Su böcekleri (Kanban çekme sistemindeki malzemeler taşıyıcılar)

#### 2.2.3.1. Taşıma Kontrol Listesi

Aşağıdaki şekildeki gibi bir kontrol listesi operasyonları analiz etmek ve taşıma israfını saptamak için kullanılabilir. İhtiyaç duyulan maddeler listeye eklenebilir.

Taşıma İsrafını Bulma Kontrol Listesi				
Süreç:				Tarih:
İsraf Tanımları	Evet	Hayır	Büyüklik Derecesi	Nedenler ve / veya İyileştirme Planları
1. Taşıma sırasında yığılma var.				
2. Taşıma ortasında taşıma aletleri değişiyor.				
3. Önceki ve/veya sonraki süreç başka bir sahada.				
4. Taşımalar el yardımı gerektiriyor.				
5. Taşıma mesafeleri çok uzun.				
6.				
	<b>Toplam</b>			

Şekil 2.9. Taşıma İsrafını Bulma Kontrol Listesi

(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 24)

#### 2.2.4. Hatalar

Hata israfı hataların kendilerini, hatalar için muayene maliyetlerini, müşteri şikayetlerini karşılamayı ve tamiratları içerir (Tapping, 2003; 158). Tüm bunlar hataların kendilerinden dolayı artar. İnsan hataları, makine operasyonlarının alt/üst toleransında varyasyona neden olan hataları yaratır. Hatalar oluştuğça müşteri şikayeti artar. Bu hata oranlarının bir ölçütüdür. Hatalı ürün stoku bu tip israfın başka bir ölçütüdür. Hatalar önemli bir oranda oluştuğça muayene elemanı sayısı da artar. Bu hatalı ürünlerin müşteriye geçmesini engeller. Fakat hatalı üretilen parçaları yapmak için envanter artar, böylece verimlilik azalır ve malzemelerin maliyeti yükselir.

Aşağıdaki etmenler hataların olmasına neden olur (Dailey, 2003; 17) :

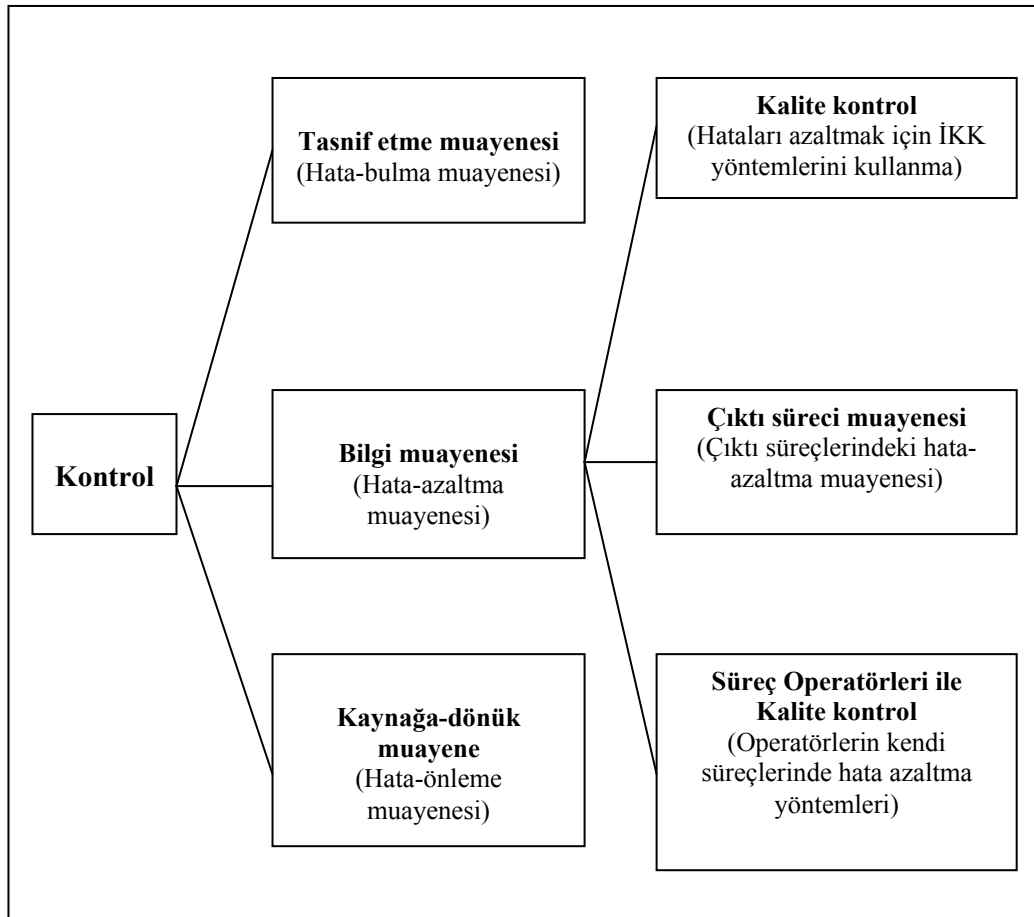
- Çıktı muayenesine verilen önem
- Muayene işinde standart olmaması
- Standart operasyonların ihmali
- Taşıma ve malzeme taşıma

Hataların oluşmasını engelleyecek çözümler şunlardır (The Productivity Development Team, 2003; 25) :

- Standart operasyonlar
- Hata-önleme aletleri
- Tüm-partinin muayenesi
- Akış üretimi
- Her süreçte kaliteyi kurma
- Çalışma parçalarını kaldırma ve yere indirme ihtiyacını ortadan kaldırma
- İnsan otomasyonu kullanarak ara yüzlerin (jiglerin) iyileştirilmesi
- Değer analizi ve değer mühendisliğinin teşvik edilmesi

Hataları azaltmak için hataların kök nedenleri bulunmalıdır. Sadece hatalı parçaları tasnif eden muayene hata israfının çözümü değil, hatayla ilgili israflardan biridir. Kaynağa dönük muayeneyi başlatmadıkça ve standartlaştırma doğrultusunda her süreçte kaliteyi sağlamadıkça, hataların etkileri verimliliği azaltmaya ve ürünlerin akışını aksatmaya devam eder (The Productivity Development Team, 2003; 25).

Aşağıdaki şekil kaynağa dönük muayenenin yalın üretimin temel amacı olduğunu gösterir.



Şekil 2.10. Muayene Çeşitleri

(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 25)



### 2.2.4.1. Hatalar Kontrol Listesi

İşlemleri analiz etmek ve taşıma israfını saptamak için aşağıdaki gibi bir kontrol listesi kullanılabilir.

<b>Hata İsrafını Bulma Kontrol Listesi</b>				
<b>Süreç:</b>				<b>Tarih:</b>
<b>İsraf Tanımları</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Büyüklik Derecesi</b>	<b>Nedenler ve / veya İyileştirme Planları</b>
1. Bir sonraki sürecin şikayetleri var.				
2. Süreç-içi hatalar var.				
3. İnsan hataları var.				
4. Kaçan parça(lar)dan kaynaklanan var.				
5. Yanlış parça(lar)dan kaynaklanan var.				
6. İşlemede ihmal(ler) var.				
7. İşlemede hata(lar) var.				
8. İnsan otomasyonu yok.				
9. Hata-önleme uygulamaları yok.				
10. Süreç-içi muayene yok.				
11. İyileştirme faaliyetleri ile belirtilmemiş hatalar var.				
12.				
	<b>Toplam</b>			

Şekil 2.11. Hata İsrafını Bulma Kontrol Listesi

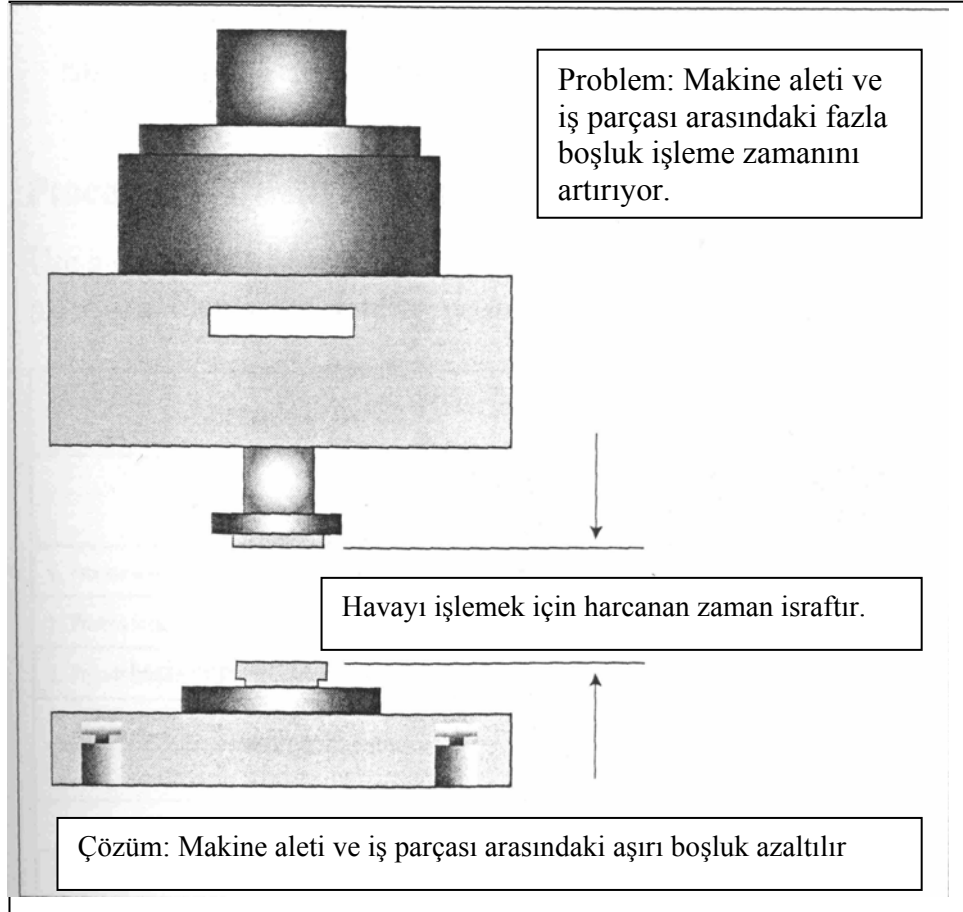
(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 26)

### 2.2.5. İşleme İsrafı

İşleme israfı, gerekli olmayan operasyonlar ve süreçlerdir (The Productivity Development Team, 2003; 26). Hatalardaki artış, uygun olmayan veya geçersiz operasyonlar yada süreçlerden kaynaklanır. Artan işgücü saatleri süreç israfına ve hatalarına neden olur. Ayrıca eğitim veya standartlaştırma eksikliği de süreç israfı üretir.

Tasarım değişiklikleri belirli operasyonlar için ihtiyacı ortadan kaldırabilir, ancak çalışanlar değişikliği anlamadığından bu operasyonları yapmaya devam edebilirler.

Aşağıdaki şekil işlem ile ilgili israf örneğini göstermektedir.



Şekil 2.12. Bir Pres Makinesindeki İsfraf  
(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 27)

İşleme israfının nedenleri şunlardır (Dailey, 2003; 14) :

- Süreçlerin yetersiz çalışması
- İşlemlerin yetersiz çalışması
- Yanlış yerleştirilen ara yüzler (jigler)

- Eksik standartlaştırma
- Daha önce çalışılmamış malzemeler

İşleme israfını ortadan kaldırmada aşağıdaki teknikler kullanılır (The Productivity Development Team, 2003; 29) :

- Daha uygun süreç tasarımı
- Operasyonların gözden geçirilmesi
- Otomasyon kullanarak ara yüzlerin (jiglerin) iyileştirilmesi
- Tam standartlaştırma
- Değer analizi ve değer mühendisliği tekniklerinin teşvik edilmesi

### 2.2.5.1. İşleme İsrafı Kontrol Listesi

Operasyonları analiz etmek ve işleme israfını saptamak için Şekil 2.14'deki gibi bir kontrol listesi kullanılabilir.

<b>İşleme İsrafını Bulma Kontrol Listesi</b>				
<b>Süreç:</b>				<b>Tarih:</b>
<b>İsraf Tanımları</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Büyüklik Derecesi</b>	<b>Nedenler ve / veya İyileştirme Planları</b>
1. Süreç ürün fonksiyonu için gerekli değil.				
2. Süreç gereksiz operasyonları içeriyor.				
3. Süreç israfı daha az olan bir şeyle değiştirilebilir.				
4. Ürünü eksiltmeden sürecin bir kısmı kaldırılabilir.				
5.				
	<b>Toplam</b>			

Şekil 2.13. İşleme İsrafını Bulma Kontrol Listesi

(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 26)

### 2.2.6. Operasyon İsrافی

Operasyon israfı işleme israfına benzemekte fakat operatörlerin göze çarpan hareketleriyle daha yakın ilişkidir. Operasyon israfı, bir operasyonu yapmak için gerçekten ihtiyaç duyulmayan veya çok yavaş, çok hızlı, çok aşırı yada çok hantal harekettir (The Productivity Development Team, 2003; 30).

Operasyon israfının nedenleri şunlardır (The Productivity Development Team, 2003; 30) :

- Birbirinden ayrılmış operasyonlar
- Düşük çalışan morali
- Zayıf iş yerleşimi
- Eğitim eksikliği ve gelişmemiş yetenekler
- Operasyonlardaki düzensizlik
- Çalışan sayısında veya çalışma saatlerinde artış

Operasyon israfı aşağıdaki yöntemlerle yok edilir (The Productivity Development Team, 2003; 30) :

- Akış üretimine kademeli geçiş
- U-tipi hücre ekipman yerleşimi
- Tam standartlaştırma
- Eğitimi artırmak
- Operatörlerin operasyon hareketleri konusunda farkındalıklarını artırma

Birçok hareket türü gereksiz olabilirken, iş ürüne değer katmak için yaptığımız harekettir. Değer katmayan hareket israftır. Katma değer işleri yapmak için gerekli hareket sayısı azaltılmalıdır. Buna ayak hareketleriyle başlanıp, sonra kalçalar, omuzlar, kollar, eller ve parmaklar ile devam edilir.

### 2.2.6.1. Operasyon İsrافی Kontrol Listesi

Aşağıdaki şekil operasyonları analiz etmek ve operasyon israfını saptamak için bir kontrol listesini göstermektedir.

Operasyon İsrafını Bulma Kontrol Listesi				
Süreç:				Tarih:
İsraf Tanımları	Evet	Hayır	Büyüklik Derecesi	Nedenler ve / veya İyileştirme Planları
1. Yürüme				
2. Etrafında dönme				
3. Yana doğru eğilme				
4. Çok dar kol hareketleri				
5. Gereksiz bilek hareketleri				
6. Sağ veya sol elin atıl olması				
7. Az yararlanılmış atıl zaman				
8. Müsrif parça ayarı / değiştirme				
9. Standartlaştırılmamış operasyon beklemesi				
10. İşçilerin her defasında farklı hareketlerle çalışması				
	<b>Toplam</b>			

Şekil 2.14. Operasyon İsrafını Bulma Kontrol Listesi

(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 31)

### 2.2.7. Atıl Zaman

Atıl zaman, insan, makine, malzeme ve bilgi için beklemedir (Tapping, 2003; 156). Birçok şeyin neden olduğu bekleme ihtiyacı, taşıma gecikmelerinden, makine başarısızlıklarından, bazı operatörlerin çok yavaş yada çok hızlı çalışmasından kaynaklanır (The Productivity Development Team, 2003; 32).

Atıl zamanın nedenleri şunlardır (Dailey, 2003; 12) :

- Akışın engellenmesi
- Zayıf ekipman yerleşimi

- Girdi sürecindeki problemler
- Kapasite dengesizliği
- Büyük parti üretim

Aşağıdaki teknikler atıl zamanı israfını ortadan kaldırır (The Productivity Development Team, 2003; 33) :

- Üretimin düzenlenmesi
- Ürüne-özel yerleşim
- Hata-önleme
- İnsan otomasyonu
- Hızlı parça değişimi
- Hat dengeleme

#### 2.2.7.1. Atıl Zaman İsrافی Kontrol Listesi

Operasyonları analiz etmek ve atıl zaman israfını saptamak için aşağıdaki şekil gibi bir kontrol listesi kullanılabilir.

Atıl Zaman İsrافی Bulma Kontrol Listesi				
Süreç:				Tarih:
İsraf Tanımları	Evet	Hayır	Büyüklik Derecesi	Nedenler ve / veya İyileştirme Planları
1. Önceki süreçten kaynaklanan parça gecikmesi				
2. Makinenin meşgul durumda olması				
3. Kaçan parça(lar)				
4. Önceki süreçle denge eksikliği				
5. Planlama eksikliği				
6. Standart operasyonların eksikliği				
7. Çalışan bulunmaması				
8. Çok fazla çalışan olması (ikiden fazla)				
	<b>Toplam</b>			

Şekil 2.15. Atıl Zaman İsrافی Bulma Kontrol Listesi  
(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 33)

## 2.3. İSRAFIN KEŞFEDİLMESİ

### 2.3.1. “Arka Kapı” Yöntemi

Bir operasyona, depoya yada üretim hattına bakıldığında israfı bulmak kolay değildir. Daha önce iyileştirme faaliyetleri ile hiç alakası olmamış kişiler, gözlerinin önündeki israfı keşfetmede bile zorlanırlar. İsrafin nerede olduğuna dair bir fikir edinmek için insanların ne yaptıklarını gözlemlemek uzun süre alabilir. İstiraf her yerde, her operasyondadır; çok yaygındır ve çalışanlar ona çok alışık oldukları için görmeleri zordur (The Productivity Development Team, 2003; 38). Bu yüzden “arka kapı” yöntemi kullanılır ve israfin tersi olan “işe” bakılır. İş, fabrikada katma değer faaliyetlerdir.

Sürecin tamamında her operasyon yakından incelenir. Örneğin iki parçayı bir vida ile tutturma operasyonunda gerçek iş vidanın sıkıştırıldığı yani iki parçanın birbirini ile tutturulduğu anda meydana gelir. Vidayı kaldırma, tornavidayı kaldırma, vidayı yerine geçirme, tornavidayı vidanın son dönüşüne kadar çevirme işlemlerinin hepsi israftır.

Operasyon detaylı olarak incelenip, israf açığa çıkarılıncaya ve operasyonun değerini yada operasyonu ortadan kaldırma ihtiyacını anlayıncaya kadar “neden” sorusu sorulur. “Neden” sorusu en an beş kez tekrar edilir. 5 “Neden”, 1 “Nasıl” yaklaşımı operasyonlarda iyice yerleşmiş israfı keşfetmenin en iyi yollarından biridir (The Productivity Development Team, 2003; 38). Bu yaklaşım aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.

### Arka Kapı Yöntemini Kullanarak İsrafın Bulunması

**1. Üç gerçek şeye bakın:**

Fabrika  
Gerçekler  
Süreç-içi işler

**2. “Ne?” sorusunu sorun**

Operasyonun ne hakkında olduğunu sorun.

**3. “Neden?” sorusunu sorun**

Operasyonun neden gerekli olduğunu sorun.

**4. İş olmayan her şey israftır.**

Operasyonun temel fonksiyonunu bulunduğu zaman, o fonksiyonu doğrudan doğruya gerçekleştirmeyen operasyondaki her şeyi israf olarak tanımlayabilirsiniz.

**5. Kök nedenleri bulmak için en az beş kez “Neden?” sorusunu sorun.**

Operasyonun israfli olan her kısmı için en az beş kere “Neden?” sorusunu sorun. Bu sizi gerçek israfa götürecektir.



**Bir iyileştirme planı tasarlayın.**

“Nasıl?” sorusunu sorun.

Şekil 2.16. Arka Kapı Yöntemi ile İsrafın Bulunması İçin 5 Anahtar Nokta

(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 39)

### 2.3.2. Gizli İsrafı Yüze Çıkarma

İsrafı bulmakta zorlanıldığı veya bunu yapmak için motivasyonun olmadığı durumlarda, ilk olarak tek-parça akışı tanıtma adımı ile başlanır. Doğru şartları beklemeye gerek yoktur. Tek-parça akış mevcut şartlar ile bir hata yerleştirildiğinde, gizli israf herkes için apaçık ortada olur (The Productivity Development Team, 2003; 39).



Tek-parça akış, stok raflarının kullanışsızlığının yanında mevcut çalışan sayısı ile ilişkili zayıf dengelenmiş süreçleri de açığa çıkarır. Böylece herkes üretim israfını ve nasıl ortadan kaldırılacağını anlamaya başlar.

### **2.3.3. Mevcut Durumu Analiz Etme**





Mevcut durumu çabuk ve etkili analiz etmek için birçok araç vardır. İsrافی keşfetmeye yönelik bu araçlardan beş tanesi şunlardır (The Productivity Development Team, 2003; 40):

- Ok diyagramı
- Akış analizi özet tablosu
- Operasyon analiz tablosu
- Standart operasyonlar kombinasyon kartı
- Büyük israfların bulunması için iş sahası kontrol listesi

#### **2.3.3.1 Ok diyagramı**

Ok diyagramı israfı keşfetmeye yönelik ürünlerin akışına odaklanır. Değer akışı haritaları olarak da adlandırılır. Ok diyagramı, üretim sürecini daha iyi anlamaya ve israfın fabrikanın neresinde olduğunu görmeye yönelik basit bir araçtır.

Ok diyagramında belirlenecek faktörler bekleme, taşıma, işleme ve muayenedir. Bu faktörleri göstermek için kullanılan özel semboller aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Analiz Faktörü	Sembol	Açıklama	İsraf Miktarı
Bekleme		Süreç-içi işin durduğu an.	Çok
Taşıma		Süreç-içi işin bir yerden başka bir yere taşınması.	Çok
İşleme		Süreç-içi işin değer katma için fiziksel veya kimyasal olarak değiştirilmesi	Süreçte bazı israflar olabilir.
Muayene		Ürünlerin kaliteye ve ölçüsel standartlara uyumu için incelenmesi	Çok

Şekil 2.17. Süreç Analiz Tablosu

(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 41)

Ok diyagramını oluşturmak için dört adım vardır (The Productivity Development Team, 2003; 41) :

1. Amacın anlaşılması: Amaç, büyük israf çeşitlerini keşfetmektir. Ok diyagramı iyileştirme takımının israfı görmelerine yardımcı olur.
2. Analiz edilecek ürünün seçilmesi: Ürünleri ve miktarları karşılaştırmak için ürün/miktar analizi yapılabilir. Ok diyagramını kullanarak mevcut durumların analizini için başlangıç noktası olarak büyük çıktıları ve bir çok üretim problemi olan ürünler seçilebilir.
3. Fabrika yerleşim diyagramının oluşturulması: Makinelerin, çalışma tablolarının ve diğer tüm ekipmanların pozisyonlarını gösteren tüm fabrika yerleşimini kapsar. Orijinali güvenli bir yerde saklanır, diğer ürün hatları analiz edildiğinde bir kopyası yapılır.
4. Ok diyagramının yapılması: Bu fabrika alanında yapılır. Yukarıdaki sembolleri kullanılarak gerçekleşen farklı tip faaliyetler gösterilir. Harita, size ve takımınıza israfı, operasyonları gözlemlemekten daha açık hale getirir.

Semboller, akış yönünü ve her operasyon boyunca izlenen ürün sırasını gösteren çizgiler ile bağlanır. Tüm taşıma noktalarında taşıma mesafesi ve taşıma türü, tüm bekleme noktalarında ise ortalama süreç-içi işlerin envanteri yazılır.

### **2.3.3.2 Akış Analizi Özet Tablosu**

Ok diyagramı yapıldıktan sonra akış analizi özet tablosu hazırlanır. Bekleme, taşıma ve muayene noktalarının toplam sayısını göstermek için ok diyagramında kullanılan sembol sayıları göz önünde tutulur. Ayrıca toplam bekleyen ürün miktarı ve toplam taşıma mesafesi de yazılır. Aynı kart ile iyileştirme öncesindeki ve sonrasındaki durumlar karşılaştırılır.

Bu araçlarla birlikte beyin fırtınası yapmak fikirleri geliştirir. Beyin fırtınasında fikirler özgürce söylenmelidir. Olası görülmeyen bir öneri iyi bir fikir olabilir. İyi fikirler seçilir ve analiz edilir.

Ok diyagramı ve akış analizi yaparken fabrika sahasını gözlemlemekten uzak duramazsınız. Ok diyagramı sahada ürünün üretimi izlenirken çizilir ve buradaki israfı görmeyi sağlar. Bu araçları kullanmanın tüm amacı israf için “6. his” kazanmaktır (The Productivity Development Team, 2003; 43).

Akış Analizi Özet Tablosu																			
															Tarih				
Saha ismi	İyileştirme Öncesi								İyileştirme Sonrası										
	Bekleme			Taşıma		İşleme			Muayene		Bekleme			Taşıma		İşleme			Muayene
Parça ismi / numarası	toplam bekleme	toplam bekleyen ürün	zaman	toplam taşıma sayısı	Toplam mesafe	toplam işleme sayısı	Partiler	toplam muayene	Partiler	toplam bekleme	toplam bekleyen ürün	zaman	toplam taşıma sayısı	Toplam mesafe	toplam işleme sayısı	Partiler	toplam muayene	Partiler	
1																			
2																			
3																			

Şekil 2.18. Akış Analizi Özet Kartı

(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 43)

### 2.3.3.3 Operasyon Analizi Tablosu

Operasyon analizi tablosu insanların hareketlerine odaklanır. Daha önce belirtildiği gibi yapılan her şey değer katmaz. Operasyon analiz tablosu operasyonlardaki israfı saptamaya yardımcı bir araçtır. Tabloyu ya danışman doldurur ya da takım halinde çalışanlar doldurur. Çalışanların bunu kendi başlarına yapmaları zordur, çünkü kendilerini başkalarının yaptığı şekilde izleyemezler.

Operasyon analizi tablosunda dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır (The Productivity Development Team, 2003; 45) :

1. Tabloyu fabrika sahasında doldurulur: Tabloyu doldururken gerçek duruma bakmak önemlidir.
2. Detaya bakılır: Yapılabildiğini sürece her şey yazılmalıdır.
3. Şimdi israf saptanır: İşi müsrif hareketlerden ayırmak için mümkün olduğunca ciddi analiz yapılır. Değer katmayan her iş israf olarak dikkate alınmalıdır.
4. Bir iyileştirme hedefi koyulur: Gözlemlerden elde edilen tüm veriler gözden geçirilir, iyileştirme için en iyi şeyin ne olduğuna ve ne kadar iyileştirme beklendiğine karar verilir.
5. İsrافی ortadan kaldırılır: Gerçek iş operasyonları hariç her şeydeki israf ortadan kaldırılır. İyileştirme çabalarının sonuçları “iyileştirme sonrası” bölümüne yazılır.

### 2.3.3.4 Standart Operasyonlar Kombinasyon Kartı

Standart operasyonlar yalın üretimin kritik bir görünüşüdür. Standart operasyonların yaratılması sırasında, mevcut durumlar iyici anlaşılmalı ve israf sürecin tüm kesimlerinde ortadan kaldırılmalıdır. Standart operasyonlar kombinasyon kartı çalışanlar, ürünler ve makineler arasındaki ilişkiye odaklanır (The Productivity Development Team, 2002; 45). Tüm faaliyetlerin çevrim zamanının haritasını çıkararak israfın nerede olduğunu keşfeder, daha etkili bir kombinasyon



İsrafi keşfetmek ve ortadan kaldırmak için izlenmesi gereken 4 adım şöyledir (The Productivity Development Team, 2003; 47) :

1. Birçok sayıda süreç veya iş alanları seçilir ve israf aranır. İş sahası kontrol listesini kullanılarak her süreçteki büyük israf türleri bulunur. Her israfın büyüklük derecesi yazılır.
2. İhtiyaç duyulan iyileştirmeler sıralanır. Büyüklük kolonunda bulunan en büyük toplama göre iyileştirmelere odaklanılır.
3. İş sahası kontrol listesinden iyileştirilecek ilk süreç seçilir. Daha detaylı israf bulma kontrol listeleri kullanılır. Daha spesifik israf örnekleri bulunur. Detaylı israfın türü ve büyüklük derecesi gözlemlenir.
4. İyileştirme fikirleri için beyin fırtınası yapılır ve iyileştirmeler uygulanır.

İsraf Büyüklük Derecesi	0.....	İsraf yok
	1.....	Çok az israf
	2.....	Biraz israf
	3.....	Çok fazla israf

Şekil 2.20. Dört Büyüklük Seviyesi

(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 48)

## 2.4. İSRAF ORTADAN KALDIRILMASI

### 2.4.1. Gerekli Davranışı Benimsemek

Çalışanlar ilk olarak israfı görme yeteneğini sağlayan bir davranışı benimsemelidir. İsrafi bulmak istemeyenlerin veya buna direnen ve tepki gösterenlerin, israfı kökünden söküp atmaları ve iş çevresinin stresinden kurtulmaları mümkün olamaz (The Productivity Development Team, 2003; 52). İsrafi keşfetmenin amaçlarından biri işi engelleyen şeylerden kurtulmaktır.

Birçok çalışan işlerindeki israfı görmeye direnir. Çalışanlardan şu direnmeler duyulabilir; “Bozuk olmayan şeyi tamir etmeyelim”, “Bu, aynı para ile daha fazla iş yapmamıza yönelik bir girişim”, “Bunu 20 kez denedik, çalışmadı, bundan sonra da çalışmaz.”, “Bu benim işim değil.” (The Productivity Development Team, 2003; 52). Direnme işyerindeki israfı görmeyi öğrenmeyi engellememelidir.

Aşağıdaki şekil israfı bulmaya ve kökünden sökmeye yardım edecek bazı temel prensipleri listeler.

<b>İyileştirme için On Temel Prensiptir</b>
1. İşleri nasıl yapacağımız hakkında tüm sabit fikirleri atın.
2. Yeni yöntemin nasıl çalışmayacağını değil nasıl çalışacağını düşünün.
3. Özürleri kabul etmeyin. Statükoları tamamen reddedin.
4. Mükemmelliği aramayın. Hemen yapıldığı sürece % 50 uygulama oranı iyidir.
5. Hataları bulunduğu anda düzeltin.
6. İyileştirmeler için çok fazla para harcamayın.
7. Problemler beyninizi kullanmak için bir şans verir.
8. Kök nedeni bulana kadar en az beş kez “neden” sorusunu sorun.
9. On kişinin fikri bir kişinin fikrinden iyidir.
10. İyileştirmelerin sınırı yoktur.

Şekil 2.21. İyileştirme için On Temel Prensiptir  
(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 53)



## **2.4.2. Ürün Hareketlerinde İsrafın Ortadan Kaldırılması**

Süreçteki bekleme noktalarının nerede olduğunu anlamak için ok diyagramları kullanılır. Taşıma rotaları tek parça akış yöntemi ile iyileştirilir veya ortadan kaldırılır. Bekleme ve taşıma israfın en büyük kaynaklarıdır.

### **2.4.2.1. Bekleme ve Taşıma**

Ürünlerin hareketinde israfı ortadan kaldırmanın en iyi yolu israfı şu sırada adreslemektir (The Productivity Development Team, 2003; 54) :

1. Bekleme
2. Taşıma
3. İşleme
4. Muayene

Bu sırayı izlemek ilk büyük israfın ortadan kaldırılmasını sağlar. Birinci ve ikinci basamaklar tamamlandığında üretim israfının yarısından fazlası ortadan kalkmış olur. İşleme ve kontrolde ürün hareketi çok azdır veya hiç yoktur. Burada yapılması gereken bir yerleşim yaratmaktır. Böylece bekleme ve taşıma noktaları daha kolay yok edilir. Belirlenmiş muayene noktaları, her operasyonda işlerini çıktıya geçmeden önce kontrol eden operatörleri bu işi yapmaktan tamamen kurtarır.

### **2.4.2.2. Sürecin Beklemesi**

Süreç bekleme, malzeme veya parçanın işlenmek için sırasını beklemesidir. Sürecin kendisindeki problem nedeniyle tüm partinin beklemede tutulduğu zaman oluşur.

Bu beklemenin oluşabileceği 3 neden vardır (The Productivity Development Team, 2003; 56) :

- **Kapasite Dengesizliği:** Malzemelerin işlenmek için hazır olduğu fakat operatör veya makinenin meşgul olmasından dolayı beklemek zorundadır. Bunun nedeni süreçler arasındaki kapasite dengesizliği veya işlenmiş parçaların bazı süreçlerde toplanmasıdır. Çekme üretimi, girdi süreçlerinin çıktı süreçlerinden daha hızlı üretim yapmasını engeller.
- **Malzemelerin Beklemesi:** Bu bekleme, işleme için temel parçanın elde olmamasından dolayı oluşur. Eğer tedarikçi bir dış satıcı ise tedarikçi ilişkileri gözden geçirilir. Eğer problemin kaynağı fabrika içindeyse neden makine başarısızlığı, hatalar veya bazı çeşitlerin süreç dengesizliği olabilir. Neden incelenir ve ortadan kaldırılır.
- **Operasyonun Beklemesi:** Fabrikadaki personel yetersizliğinden veya çalışanların birden fazla istasyona taşıma yapmasından kaynaklanır. Önce tüm operasyonlar tek bir hata toplanır ve çok-süreçli taşıma yöntemleri uygulanır. Daha sonra tek-parça akışa geçilir.

#### **2.4.2.3. Partinin Beklemesi**

Parti bekleme, partinin bir kısmının işlenirken diğer kısmının işlenememesidir. Tek-parça akış yerine partiler halinde işlemenin sonucunda oluşur. Parti işleme kullanılmasının 4 nedeni vardır (The Productivity Development Team, 2003; 57) :

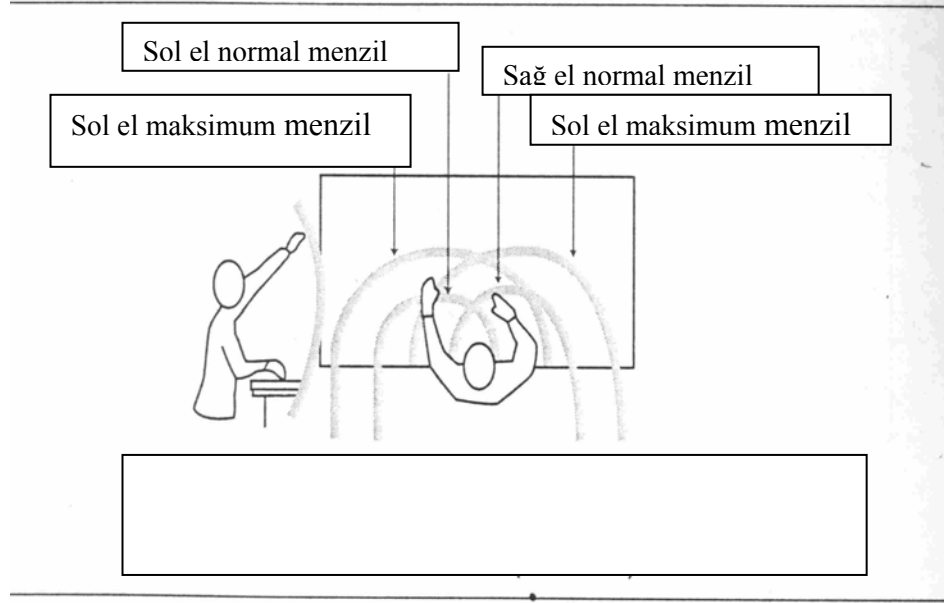
- **Süreçler bölünmüştür:** Durumun böyle olduğu hallerde tek-parça taşıma imkansız olur. Bu israfı kaldırmak için süreçteki bir adım ile diğeri arasındaki mesafeyi minimize edecek ekipman yerleşimine geçilir.

- Yığın üretim ekipmanı kullanılmıştır: Yüksek çıktı için tasarlanan ekipman genellikle parti üretimi veya yığın işleme gerektirir. En iyi çözüm tüm ekipmanı doğru kapasitelendirmektir. Böylece her operasyon çevrim zamanı ile uyum halinde kalır.
- Değişim zamanları çok uzundur: Hattaki tüm makinelerin ayar zamanlarını azaltmak genellikle büyük partiler için ihtiyacı kaldırır. Hedef karma-model üretimdir.
- Operasyonları dengelemek çok zordur: Operatörlerin yetenek seviyeleri eşit değilse veya hat içinde makine yerine elle yapılan operasyonlar varsa akışta mutlaka bekleme olur. Hat dengeleme bu soruna yardımcı olur. Çok yönlü yetenek eğitimi de hattaki çok-süreçli taşımayı destekler.

#### **2.4.3. Çalışanların Hareketlerinde İsrafın Ortadan Kaldırılması**

Bu israf türü operatörlerin malzemeleri işlerken vücutlarındaki tüm hareketleri içerir; el ve ayak hareketi, bükülme, yükselme, kaldırma gibi gövde hareketleri (The Productivity Development Team, 2003; 60). Ayak hareketleri, yürüme veya bir alete ulaşma sırasında yer değiştirme ihtiyacı anlamındadır. Operatör yorgunluğu dahil bunların hepsi israf ekler. İsrafı ortadan kaldırmak için hareketin kendisi veya operasyon ayarları iyileştirilir.

Aşağıda operasyonların nasıl analiz edileceği ve aşırı hareketi minimize etmek için iş alanının nasıl düzenleneceği ile ilgili bir örnek verilmektedir.



Şekil 2.22. Elle Yapılan Operasyonlarda Hareket Menzili  
(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 60)

Vücut hareketlerine odaklanma her ne kadar iyileştirme faaliyetlerinin önemli sonuçları olsa da çevrim zamanını azaltma ve üretim akışını kurma ile ilgili değildir. Operatörler işlerini yaparken aletler veya malzemelerin ötesine geçme ihtiyacı ortadan kaldırdıklarına sevinirler (The Productivity Development Team, 2003; 60). Makineden el arabasına sürekli bükülme gibi gereksiz hareketler ortadan kaldırılır ve işi yapma aşırı derecede kolaylaşır.

#### 2.4.3.1 On Yedi Prensibi Benimsemek

Hareketi minimize etmek için başparmak kuralı kullanılabilir. Başparmak kuralı ilk olarak en büyük hareketlerle başlar-kollar, bacaklar ve gövde. Daha sonra daha küçük hareket tiplerine odaklanır-eller, bilekler, parmaklar ve baş. Hiroyuki Hirano operasyonlar sırasında israfı saptamak ve azaltmak için 17 prensip önerir (The Productivity Development Team, 2003; 61-62):

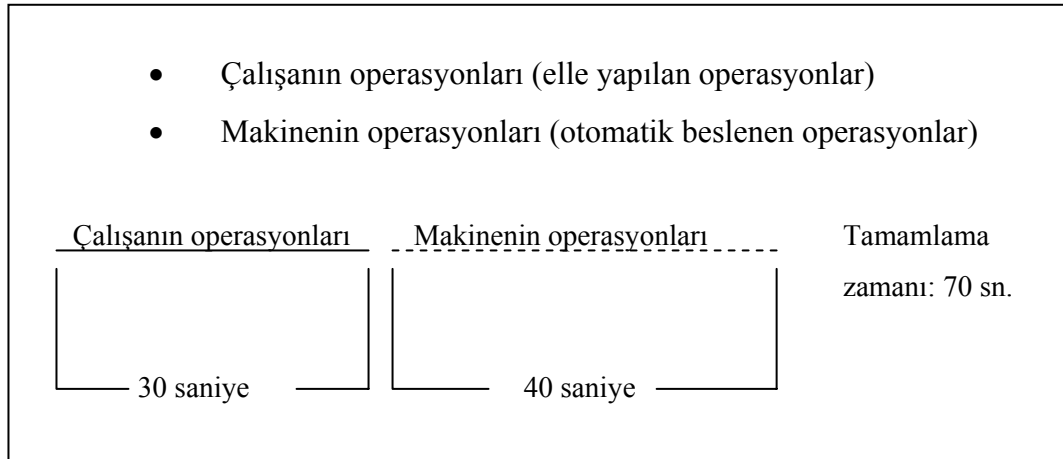
1. Elle yapılan operasyonları her iki elinizi birlikte kullanarak başlatın veya durdurun.
2. Kol hareketinizi yüzerken yaptığınız gibi simetrik ve eş zamanlı tutun- kollar zıt yönlerde aynı zamanlama ile hareket eder.
3. Bacak ve gövde hareketlerini minimize edin. Montaj hatlarında çalışanlar parça depo raflarına yürümek ve daha sonra montaj alanlarına dönmek zorundadırlar. Yada çalışma alanından yukarıda olan bir rafa yükselmek zorundadırlar.
4. Kas gücü yerine yerçekimini kullanın.
5. Keskin dönüşlerden veya zigzaglardan kaçının.
6. Hareketleri ritmik yapın. İşiniz için çalışma süresini kolay sürdürecektir bir ritim bulun.
7. İyi duruş ve kolay, akıcı hareketler sağlayın. Alçak bir masaya eğilmek veya yüksek bir yüzeyde çalışmak işinizi daha zor hale getirir ve diğer israf türlerine neden olur.
8. Ayaklarınızı da kullanın. Örneğin parçaları veya malzemeleri kaldırmak için ayak pedalı kullanılabilir.
9. Tüm gerekli malzemeleri ve aletleri yakınınızda ve önünüzde tutun.
10. Malzemeleri ve aletleri kullanım sıralarına göre yerleştirin. Bunu 5S ile yapabilirsiniz.
11. Operasyon boyunca malzemeleri beslemek için ucuz enerji kaynakları kullanın.
12. Çalışma masalarını ve ekipmanlarını operatör yüksekliğinde tutun
13. Çalışma çevresini rahat hale getirin.
14. Ellerinizi serbest bırakarak operasyonları değiştirmek için ayak çalışması kullanın.
15. Alet değişkenliğini mümkün olduğu kadar alet fonksiyonlarını bütünleyerek minimize edin.
16. Tüm malzemeler ve parçalar göğüs seviyesi altında kolayca kaldırılabilir ve kutulara kolayca ulaşılabilir.
17. Tüm tutamaçlar ve kontrol düğmeleri uygun yerleşim yerlerinde ve kolay tutulacak pozisyonda olmalıdır. Tüm tutamaçlara ve anahtarlara gövde hareketi yapmadan ulaşılmalıdır.

#### 2.4.4. Çalışan, Ürün ve Makine Bileşiminde İsrafın Yok Edilmesi

Ürün akışı ile uyum sağlayamayan her şey, çalışan, ürün ve makine kombinasyonunun tasarlanması ile ortadan kaldırılır. Böylece bunların her biri diğeri ile optimum ilişkide çalışır.

Çalışanlar ve makineler 3 değişik şekilde birlikte çalışır; seri olarak, paralel içinde ve kısmen paralel (The Productivity Development Team, 2003; 62).

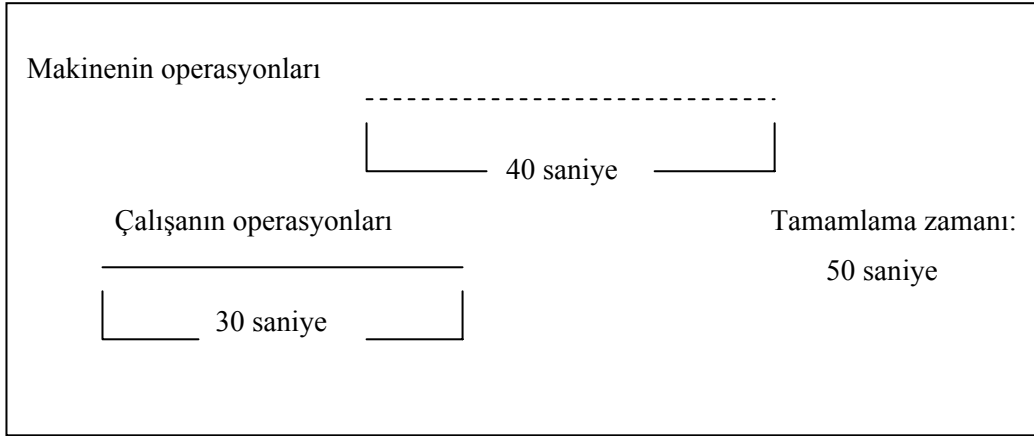
Seri bir operasyonda çalışan ve makine malzemeye sıra ile değer katar.



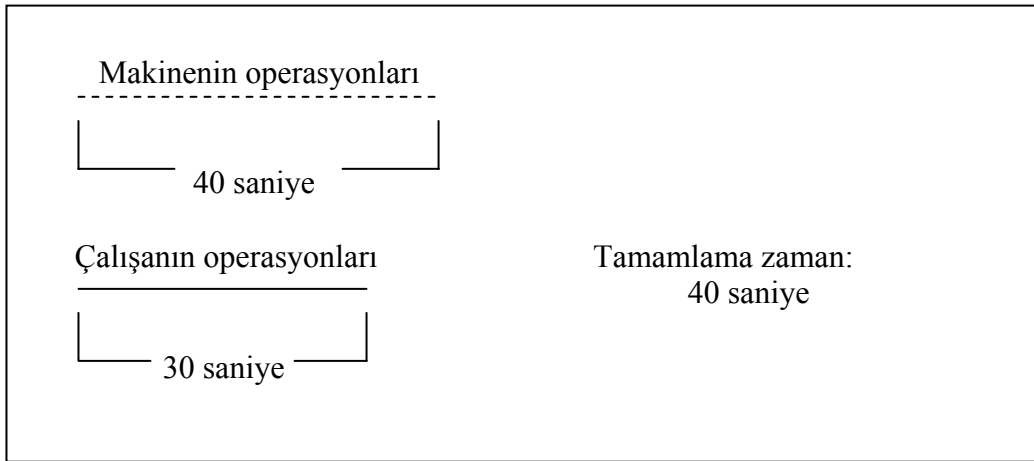
Şekil 2.23. Seri Operasyonlar

(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 62)

Kısmen paralel operasyonda çalışan faaliyeti ve makine faaliyeti çakışır. Paralel operasyonda ise çalışan ve makine aynı zamanda yan yana çalışır.



Şekil 2.24. Kısmi Paralel Operasyonlar  
(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 63)



Şekil 2.25. Paralel Operasyonlar  
(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 63)

Seri operasyonlarda çalışanın payı sadeleştirilir ve tüm operasyon mümkün olduğu kadar makineleştirilir. Paralel operasyonlarda ise çalışanın makineden ayrı olma durumu korunur. Beyin fırtınası yolları ile makineler presleme şalteri ve diğer basit işler gibi çalışanların görevlerini teslim alabilir. Yalın üretimde buna insan otomasyonu denir (The Productivity Development Team, 2003; 63).

## 2.5. İSRAFIN ÖNLENMESİ

İsrafi keşfetmek ve israfi ortadan kaldırmakla iş bitmez. Her zaman problemler çıkabilir. Problemleri israf kaynağına dönüşmeden önce önleyemezsek, başladığımız noktaya geri döneriz. Bu, israfi önlemek için neden ilk yapılacak şeylerden birinin doğru davranışı benimsemek olduğunu açıklar. Eğer herkes israf konusunda dikkatli olursa üretim akışını muhafaza edebiliriz. İsrafsız bir üretim çevresini sürdürmek için kullanılan 4 önemli yöntem vardır (The Productivity Development Team, 2003; 70) :

- Standartlaştırma
- Görsel kontroller
- Denetsel kontroller
- 5 Neden ve 1 Nasıl

### 2.5.1. Standartlaştırma

Standartlaştırma, israfi yok etme özellikle hata önleme ve işleme israfi için önemli bir yoldur. Standartlaştırmanın ilk amacı israfsız bir süreç yaratmak ve bu süreci korumaktır. Standartlaştırma her operasyon için standart prosedürler kurmaktır (The Productivity Development Team, 2002; 3). Böylece tüm çalışanlar bu operasyonları anlayabilir ve yapabilir. Standartlaştırmanın pek çok görünüşü vardır. Standartlar yaratılmalı, belgelenmeli, iyi iletmeli ve düzenli olarak değerlendirilmelidir. Şunlar için standart gerekir (The Productivity Development Team, 2003; 70) :

- Makineler
- Operasyonlar
- Normal ve anormal durumları tanımlama
- Büro ile ilgili prosedürler
- Tedarik



## **2.5.2. Görsel ve Denetsel Kontroller**

İsrafin operasyonlara katılmasının nedenlerinden biri değişen koşulları karşılamak için standartların iyileştirilmemesidir. Standartlaştırma, çalışanların iyileştirme fikirlerinin, yeni malzemelerin ve yeni teknolojilerin avantajlarını kazanmak için güncellenmez ise israfsız üretimi koruyamaz (The Productivity Development Team, 2003; 71). En önemsiz bir hata bile oluşsa, standart tekrar tetkik edilmelidir.

Fabrikalar yaşayan şeylerdir ve çevredeki değişikliklere uyum sağlamalıdır. Bunu yapmanın en iyi yolu görsel ve denetsel kontrollerdir.

### **2.5.2.1. Kırmızı Etiketleme**

Kırmızı etiketleme 5S uygulamalarında yapılan bir iyileştirme faaliyetidir. Üretim sürecinin mevcut operasyonları için gerekli olmayan her şeye kırmızı etiket verilir. Çalışanlar kırmızı etiketlere önem vermeye başlar ve kendi alanlarındaki etiketlere sahip çıkarsa kırmızı etiketler çevreden kalkar. Yönetim kırmızı etiketlilere ne yapılacağına karar verir. Bunlar satılabilir, atılabilir veya ihtiyaç duyulan yerlere taşınabilir. Üretim sahası üretim sürecinin parçası olmayan şeylerden uzak tutulur.

### **2.5.2.2. İşaret Tahtaları**

İş istasyonlarının ve bunları çalışan kişilerin isimleri her işleme noktasında gösterilir. İşaret tahtaları ekipman ve süreçleri de kapsar. Böylece çalışanlar bunların ne olduklarını ve ne için kullanıldıklarını bilir. Standart miktarlar tedarik kutuları ve el arabalarında belirtilir. Her hatta veya her üretim hücresinde üretilen ürünler gösterilir.

### **2.5.2.3. İşaretleme**

Ekipman ve aletlerin etraflarındaki sınırlar insanlara istediklerini bulmalarına yardımcı olur. İşaretleme ekipman ve aletlerin nereye konacağını, nereye konmayacağını, nerede yürüneceğini, güvenlik ve tehlikeleri alanları göstererek iş akış modeli yaratır (The Productivity Development Team, 2003; 72). İşaretleme işlenecek ürünleri veya işlenmiş parçaları göstermek için de kullanılır.

### **2.5.2.4. Uyarı Işıkları (Andonlar)**

Işıklı bir gösterge tablosu olan andon, herhangi bir anormallik ya da arıza halinde bandı durdurmakta kullanılan ve üretim süreci üzerinde doğrudan denetim sağlayan bir görsel kontrol aracıdır (Ohno, 1998; 191). Her şey yolunda iken yeşil, işçi bant üzerinde düzeltme yapmak istediğinde sarı, bandı durdurmak istediğinde kırmızı ışık yanar.

### **2.5.2.5. Kanban**

Bu göstergeler süreç-içi işlerin yanında bulunur. Esnek üretim bilgilerini verir. Malzeme tedarikini ve çekme sistemi üretimi başlatan iş siparişleridir. Yalın üretimin kalite işaretleridir.

### **2.5.2.6. Saha ve Muayene Zilleri**

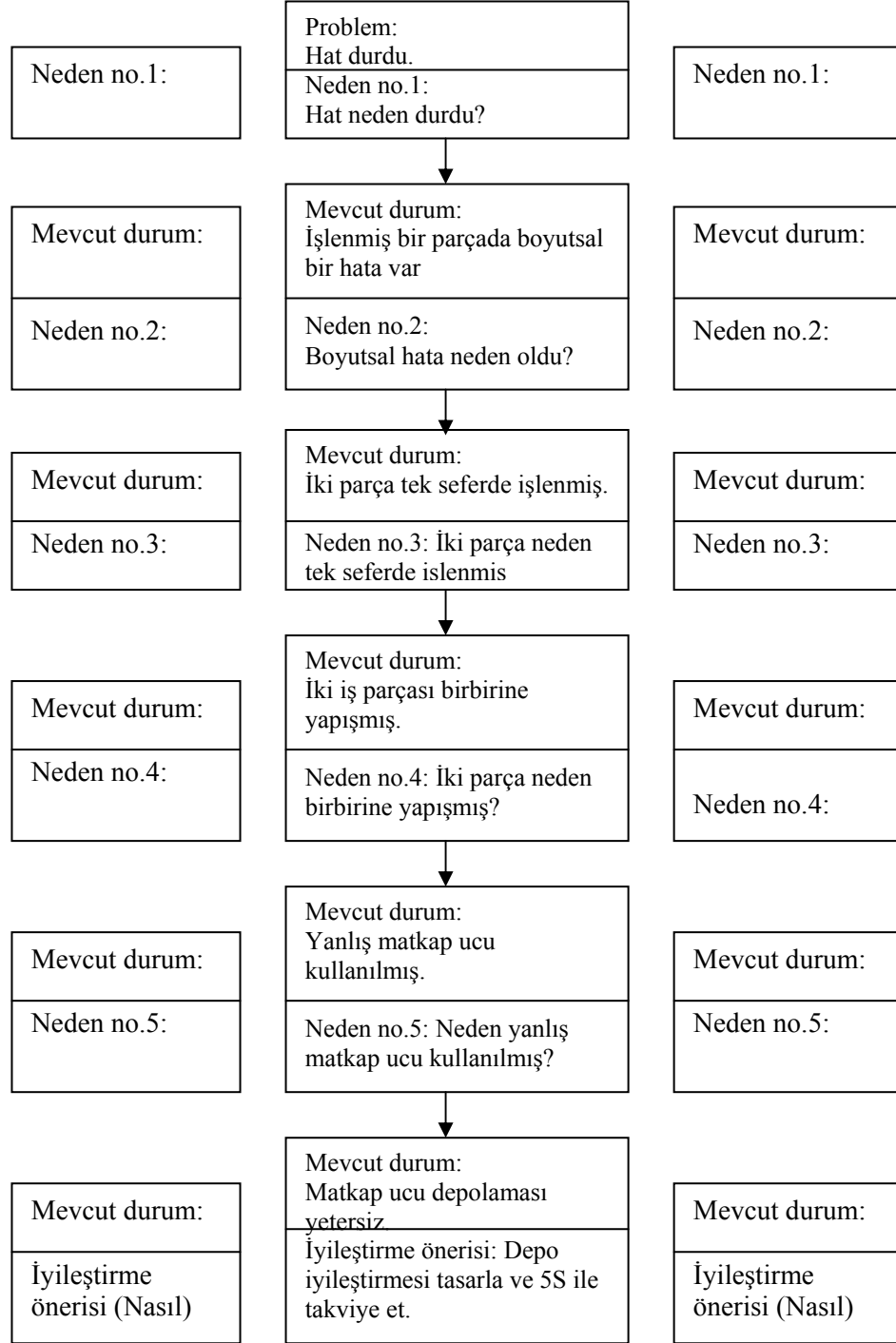
Bunlar operasyonun talep ile uyumdan ayrıldığını veya hataların bulunduğunu gösterir. Problemleri çözmeye odaklanan farkındalığı korur.

### **2.5.3. Beş Neden ve Bir Nasıl Yaprağı**

İsrafi keşfetmek ve problemlerin kök nedenini anlamak için en az 5 kez “neden” sorusu sorulur. 5-Neden ve 1-Nasıl yöntemi israfsız üretim çevresini her zaman korumayı sağlar (The Productivity Development Team, 2003; 73).

Aşağıdaki şekil bu yöntemin doldurulmuş bir örneğini gösterir. Çok yönlü sorular veya cevaplar varsa kenardaki sütunlar kullanılır.

### 5 Neden ve 1 Nasıl Yaprağı



Şekil 2.26. 5-Neden ve 1-Nasıl Yaprağı

(Kaynak: The Productivity Development Team, 2003; 74)

### 2.5.3.1. “Neden” ve “Nasıl” Soruları için 5 Anahtar Kavram

Hiroyuki Hirano tarafından önerilen “Neden” ve “Nasıl” sorularını sorarken izlenecek prensipler şunlardır (The Productivity Development Team, 2003; 75):

- Bir çocuğun gözüyle bakmak: Bütün iyileştirmeler ilk “neden” ile başlar. Bakmayı ve ilk nedeni sormak sürekli yapılmalıdır.
- Gerçeği bulmak için 3 temel şeyi hatırlamak: Problemin olduğu yere gidilir. Problem ilk elden görülür. Gözlemlere dayanan gerçekler teyit edilir.
- Yürüyücü ve gözlemleyici olmak: Danışmanlar ve müdürler standartların izlendiğini görmek ve israfı görmeyi pratikleştirmek için daima fabrikayı yürüyerek dolaşmalıdır. Operatörler kendi operasyonlarını sürekli gözden geçirir.
- Sabit düşünmeyi sona erdirmek: “Neden” ve “Nasıl” soruları yeterli sıklıkta sorulursa “ bilinen” cevaplardan vazgeçilir. Sabit düşünmenin ötesinde “Neden” ve “Nasıl” sorusunu sormak alışkanlık haline getirilmelidir.
- Hemen şimdi yapmak: Beklemeden fikirler hemen pratiğe dökülmelidir.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### İŞ SAHASI ÇEVRESİNDEKİ İSRAFIN DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN BİR MODEL

#### 3.1. GİRİŞ

Günümüzde uluslararası rekabet ve müşteri talepleri, üretimde radikal değişimlere neden olmaktadır. Bunun sonucunda global pazarın önemli bir parçası olmak isteyen şirketler, yeni üretim sistemlerini kullanarak rekabetçi güçlerini artırmaya çalışırlar.

Geleneksel üretim artık yerini yalın üretim, dünya-sınıfı üretim ve hareketli üretim gibi yeni üretim prensiplerine bırakmaktadır. Firmalar, müşterilerce ihtiyaç duyulan ürünleri rakiplerinden daha hızlı teslim etmeye ve “sınıfının en iyisi” kalite gereksinimlerini karşılamaya veya aşmaya giderek daha fazla önem veriyorlar. (Rawabdeh, 2005; 800).

Üretim verimliliğini iyileştirmeyi ve yüksek kalitede, ucuz, zamanında teslimatı sürdürmeyi amaçlayan yeni sistemler operasyonel maliyetleri ve israfi azaltır. Yalın tekniklerde, üretim sistemindeki tüm israfi yok ederek ürün kalitesini iyileştirmeyi ve maliyeti düşürmeyi amaçlar. Yalın tekniklerin temel noktası, bir sistem içindeki tüm israfi ortadan kaldırmaktır.

İsraf, ürüne değer katmak için gerekli minimum kaynak miktarı dışındaki her şey olarak tanımlanabilir (Rawabdeh, 2005; 801). İsraf değer katmadan kaynakları tüketen faaliyetleri gösterir (Womack ve Jones, 2003; 11). Organizasyonlar içinde rekabetçi avantajı yürütmeye yönelik israfi ortadan kaldırmanın kullanımına Toyota öncülük eder.

İsraf faaliyetlerini saptama süreci kolay değildir. Çok sayıda parametre ve farklı süreçler arasındaki üst üste binmeler diğer faaliyetler arasında gizlenmiş israf

faaliyetlerine neden olabilir. Yine de sırf israfi azaltmaya dikkat etme bile konu üzerine önemli bir odaklanmadır. Ayrıca genel olarak problemin önemi fark edilemez, israfın nasıl ve nerede aranacağına başlama noktası karışıktır. İsrâf türlerinden birini ortadan kaldırmaya müdahale olduğunda, bu diğer israf türlerinde negatif etki ile sonuçlanır.

İsrafla ilgili önemli noktaları incelemek için çok sayıda yaklaşım vardır. Bunlardan biri etkenlerdeki devrimlerin pratik programıdır (Rawabdeh, 2005; 803). Bu yaklaşım kalite, maliyet ve teslimat ile ilgili 20 anahtar alanda mükemmelliğin anlamını açıklayan 20 anahtar sistemi kullanır. Bu sistem bu alanlardaki iyileştirmelerin şirketin tüm rekabet gücünü nasıl geliştirdiğini gösterir. İsrafi yok etme bu yaklaşımda 13 numaralı anahtardır.

Diğer bir yaklaşım ise sürekli iyileştirme yada kaizen yaklaşımıdır. Yaklaşım kaizen uygulaması için üç temel kurala dayanır; toplama, standartlaştırma ve israfi ortadan kaldırma. Her kaizen olayı israfi azaltmada yüksek bir yüzde getirir.

Japonlar dikkati geliştirilmesi gereken alanlara odaklamaya yardımcı 4M (insan, makine, malzeme ve yöntem) iskeletini kullanır (Rawabdeh, 2005; 803). Ayrıca israfi azaltmak için 5S tekniği de pratik bir yaklaşımdır. 5S çalışma çevresini ve ürün performansını iyileştirmede etkilidir.

Çeşitli endüstri alanlarında israfın ortadan kaldırılması kavramının önemi ve kullanımı ile ilgili birçok uygulama vardır. Fakat araştırmalar değişik yaklaşımlar izleyebilir. Bu bölüm, bir iş alanı çevresindeki israf türlerini sınıflandırmayı destekleyen bir değerlendirme modelini geliştirmede yeni bir yaklaşımı anlatır.

### **3.2. İSRAF DEĞERLENDİRME MODELİ**

Bu model iş sahası çevresindeki israfi araştırmayı amaçlar ve israfın kök nedenlerini saptama da şirketlere yardımcı olacak bir değerlendirme yöntemi sağlar. Model, israfi tayin etme, israfi ölçme ve potansiyel tasarrufları ölçmeden israflar arasındaki ilişkileri tartışmak için bir yöntemi araştırmaktadır.

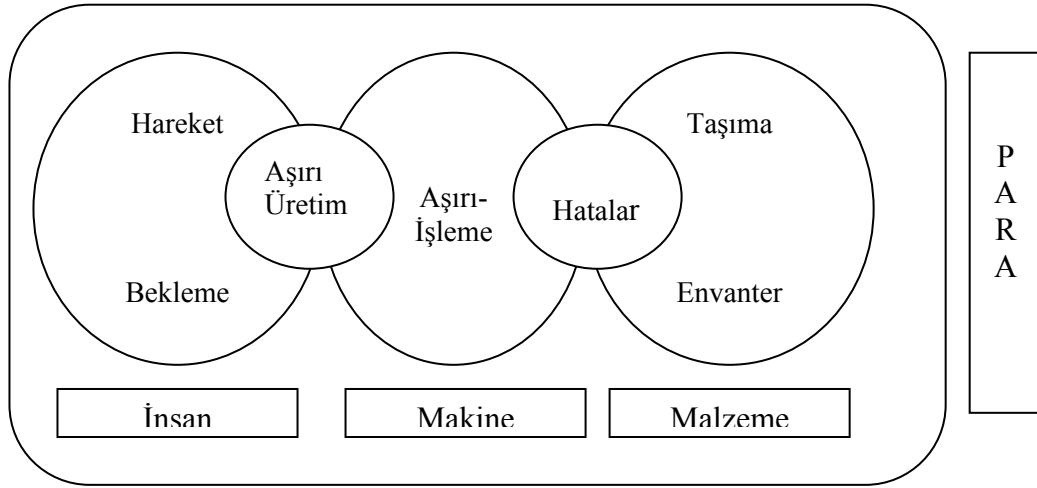
Modelde ilk olarak yedi israf ve bunların arasındaki ilişkileri açıklanır. Bu yedi israf aşırı üretim, işleme, envanter, taşıma, hatalı üretim, atıl zaman ve hareket israfıdır. Daha sonra israflar arasındaki ilişkileri yüzdelik biçimde ölçmek için bir israf matrisi geliştirilir. Bu matris, belirli tip bir israfın diğerlerini etkileme veya diğerlerince etkilenme olasılığını gösterir. İsrاف kaynağını tayin etmek ve israf düzeylerini ayırt etmek için bir değerlendirme anketi kullanılır. İsrاف matrisi ve değerlendirme anketi, iş sahasındaki mevcut israfi sıralamaya yönelik değerlendirme yönteminde birleştirilir. Matrisin kolaylığı ve anketin çok yönlülüğü, israfın kök nedenlerini saptama da kesin sonuçları başarmaya katkıda bulunur.

Geliştirilen model ve modeli geçerle kılmak için kullanılan örnek olay çalışması literatürdeki bir makaleden alınmıştır. Model, israf problemlerinin araştırılmasını kolaylaştırmak için ana noktalar olarak hizmet eder ve israfın ortadan kaldırılması için fırsatları belirler. Ayrıca yöneticilerin israf kaynaklarını saptayacağı, israf düzeylerini ayırt edeceği ve israf türlerini önemlerine göre sıralayacağı bir yöntem sağlar.

#### **3.2.1. Yedi İsrاف Tipi ve Yedi İsrاف Arasındaki İlişkiler**

İsrاف değerlendirme modeli yedi israf türünün her birinin tanımı ve bunların kesişim alanlarının söylenmesi ile başlar. Pratik olarak israf 7 sınıfta kategorize edilir; aşırı üretim, işleme, envanter, taşıma, hatalı üretim, atıl zaman ve hareket israfı.

Yedi israf üç temel grupla ilişki içinde sınıflandırılabilir; insan, makine ve malzeme (Rawabdeh, 2005; 802). Bu gruplar, parayı etkileyen faaliyetler ve durumlardır. İnsan grubu hareket, bekleme ve aşırı üretim kavramlarını; makine grubu aşırı işleme israfını; malzeme grubu taşıma, envanter ve hatalar israfını içerir. Fakat insan ve makine aşırı üretim israfını, makine ve malzemede hata israfını kısmen kaplar. Aşağıdaki şekil bu sınıflandırmayı gösterir.



Şekil 3.1. İsrafın Üç Sınıfı ve Bunun Paraya Etkisi

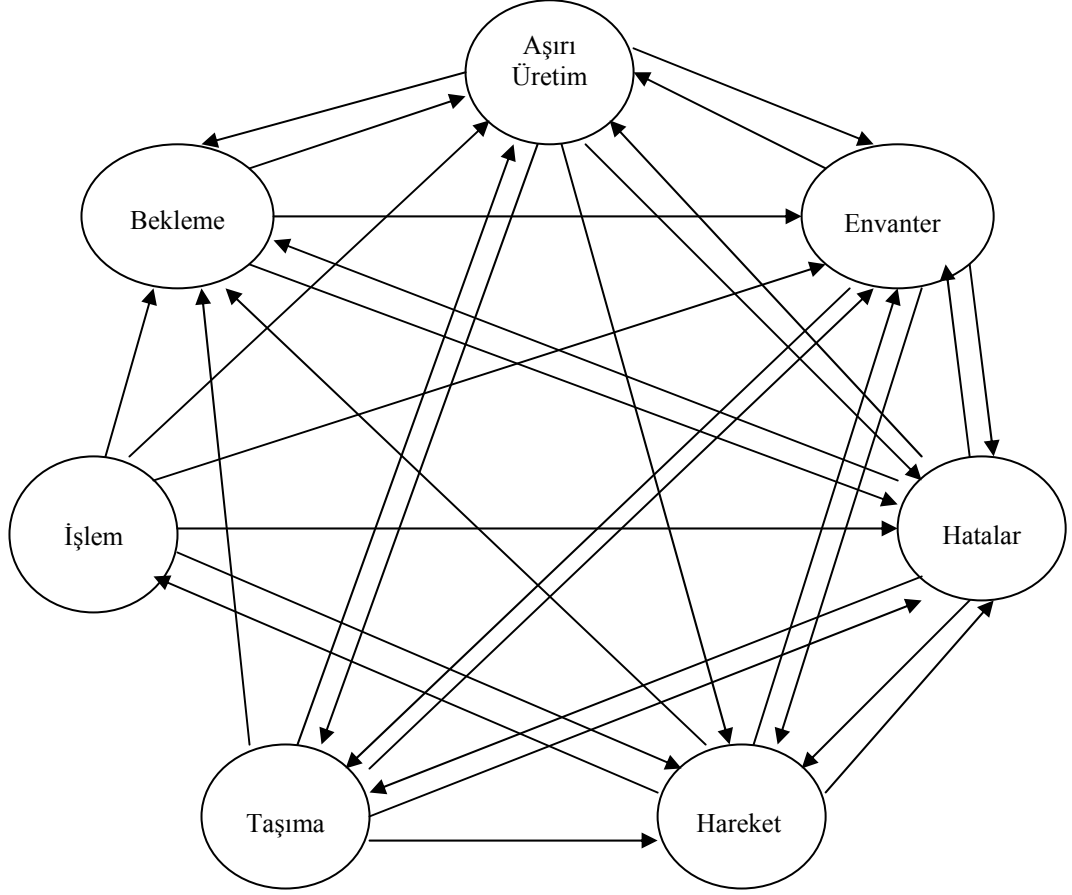
(Kaynak: Rawabdeh, 2005; 802)

Tüm israf türleri birbiriyle bağımlıdır ve her israf türü diğerlerinin üstünde bir etkiye sahiptir ve aynı zamanda diğerleri tarafından etkilenir. Örneğin aşırı üretim en önemli israf olarak ele alınır, çünkü diğer israf türlerinin artmasına neden olur. Ayrıca aşırı üretim fabrikayı iş gücünde sayıyı değiştirmeye zorlar. Bundan dolayı da standartlaştırmayı yapmak çok zordur ve bu da kalite problemlerine neden olur.

İsraflar arasındaki ilişkiler karmaşıktır. Her türün diğerlerine etkisi doğrudan veya dolaylı olabilir. Aşağıdaki tartışma her israf türünün diğer altısı üzerindeki etkisini işaret eder. Her israf İngilizce anlamının ilk harfi kullanılarak kısaltılır (O: Aşırı üretim, I: Envanter, D: Hatalar, M: Hareket, P: İşlem, T: Taşıma, W: Bekleme) ve her ilişki “\_” işareti ile gösterilir. Örneğin, O\_I aşırı üretimin envanter üzerindeki doğrudan etkisini belirtir.



Aşağıdaki şekil israflar arasındaki doğrudan ilişkileri gösterir.



Şekil 3.2. Doğrudan İsrar İlişkileri

(Kaynak: Rawabdeh, 2005; 805)

Aşağıda israflar arasındaki ilişkiler özetlenmektedir (Rawabdeh, 2005; 806) :

### **Aşırı üretim**

- O\_I Aşırı üretimin çok miktarda hammaddeye ihtiyaç duyması ve tüketmesi, zemin boşluğunu harcayan hammaddenin stokuna ve daha fazla süreç-içi çalışma üretimine neden olur. Böylece müşterinin sipariş etmediği geçici bir envanter şekli oluşur.
- O\_D Operatörler daha fazla üretim yapınca üretilen parçaların kalitesi hakkında ilgileri azalır. Çünkü hatalıların yerine kullanmak için yeterli malzemenin mevcut olduğunu düşünürler.
- O\_M Aşırı üretim ergonomik olmayan davranışa neden olur. Bu davranışta büyük miktarda hareket kaybı ile birlikte standart olmayan çalışma yöntemine neden olur.
- O\_T Aşırı üretim, malzeme taşmasını izlemek için yüksek taşıma çabasına neden olur.
- O\_W Daha fazla üretim yapıldığında kaynaklar uzun süreliğine tutulmuş olacaktır. Bu yüzden diğer müşteriler bekleyecek ve büyük sıralar oluşmaya başlayacaktır.

### **Envanter**

- I\_O Yüksek seviyede hammaddenin depolanması şirketin karlılığını artırmak için çalışanları daha fazla çalışmaya iter.
- I\_D Envanteri artırmak, elverişsiz depolama koşulları ve ilgi eksikliğinden dolayı hatalı olma olasılığını artırır.
- I\_M Envanteri artırmak, arama, seçme, kavrama, ulaşma, hareket etme ve taşıma için zamanı artırır.
- I\_T Envanter mevcut koridorları engeller, daha fazla taşıma zamanının tüketilmesine neden olur.

## **Hatalar**

- D\_O Aşırı üretim davranışı, hatalara yönelik gerekli parça eksikliğinin üstesinden gelmek için ortaya çıkar.
- D\_I Tekrar yapılmaya gerek duyan hatalı parçalar üretme, envanter şeklinde var olan süreç-içi çalışma düzeylerini artırır.
- D\_M Hataları üretim, parçaların arama, seçme ve muayene etme zamanlarını artırır.
- D\_T Hatalı parçaları tekrar yapma istasyonlarına götürmek taşıma yoğunluğunu artırır, yani israfsal taşıma faaliyetlerini artırır.
- D\_W Tekrar yapılanların çalışma istasyonlarını kullanacak olması yüzünden yeni parçalar işlenmek için bekleyecektir.

## **Hareket**

- M\_I Standardize olmamış iş yöntemleri süreç içinde yüksek miktarda işe neden olur.
- M\_D Eğitim ve standartlaştırma eksikliği hataların yüzdesini artırır.
- M\_P Görevler standart değilse süreç israfı mevcut teknoloji kapasitesini anlama eksikliğinden dolayı artar.
- M\_W Standartlar yerleşmediğinde, arama, kavrama, taşıma ve montajda zaman kaybedilir. Bu da parçanın diğer parçaları beklemesinde artışa neden olur.

## **Taşıma**

- T\_O Birim başına taşıma maliyetini minimize etmek için taşıma sisteminin kapasitesine dayandırılmış ihtiyaçtan fazla parçalar üretilir.
- T\_I Yetersiz sayıda malzeme taşıma ekipmanı diğer süreçleri etkileyebilecek daha fazla envantere neden olur.
- T\_D Malzeme taşıma ekipmanı taşıma israfında önemli rol oynar. Yetersiz malzeme taşıma ekipmanı parçalara, hatalı olma ile sonuçlanacak zararlar verebilir.
- T\_M Parçaların bir yere taşınması yüksek bir olasılıkla hareket israfı demektir.

T\_W Malzeme taşıma ekipmanı yetersiz ise parçalar atılacak ve taşınmayı bekleyecektir.

### **İşleme**

P\_O Makine zamanı başına düşen operasyon maliyetini azaltmak için makineler tüm vardiya zamanlarında çalıştırılır. Bunun sonucunda da aşırı üretim oluşur.

P\_I Operasyonları tek hücrede toplamak, tamponların ortadan kaldırılmasından dolayı süreç-içi iş miktarının azalması ile sonuçlanır.

P\_D Eğer makinelerin tam anlamıyla bakımı yapılmıyorsa, hatalar üretilecektir.

P\_M Eğitimden yoksun olan yeni süreç teknolojileri, insan hareketi israfı yaratır.

P\_W Kullanılan teknoloji yetersiz ise ayar zamanları ve kalıp değiştirme zamanları yüksek bekleme zamanına neden olur.

### **Bekleme**

W\_O Tedarikçisinin başka bir müşteriye hizmet etmesinden dolayı bir makine bekliyorsa, bu makine bazen akışını korumak için daha fazla üretime zorlanır.

W\_I Bekleme, belli bir noktada ihtiyaçtan fazla parça olmasıdır.

W\_D Bekleyen parçalar yetersiz koşullar yüzünden hatalara neden olabilir.

Farklı ilişki türleri ve her türün özelliği, ilişkilerin eşit ağırlıklarda olmadığını belirtir. İlişkilerin ağırlıklarını saptama ihtiyacı, atölyedeki israf faaliyetlerine hangi tip israfın daha çok katkısı olduğunu bilme ihtiyacı ile savunulur. İsrاف ilişkilerinin gücünü ölçmek için ankete dayalı bir ölçüm kriteri geliştirilmiştir (Rawabdeh, 2005; 805). Bu kriter altı sorudan oluşur ve her cevap 0 ile 4 arasında spesifik bir ağırlığa sahiptir.

Soru	Ağırlık
(1) i israfı j israfını üretiyor mu?	
a. Her zaman	4
b. Bazen	2
c. Nadiren	0
(2) i ve j arasındaki ilişki türü ne?	
a. i artarken j artıyor	2
b. i artarken j sabit seviyeye ulaşır.	1
c. Koşullara gelişigüzel bağlıdır.	0
(3) i' den dolayı j' nin etkisi:	
a. Doğrudan ve açık olarak görünüyor.	4
b. Görünmek için zamana ihtiyacı var.	2
c. Genel olarak görünmüyor.	0
(4) i' nin j üzerinde etkisi ne ile ortadan kaldırıldı?	
a. Mühendislik yöntemleri	2
b. Basit ve doğrudan	1
c. Talimatlarla çözüm	0
(5) i' den dolayı j' nin etkisi çoğunlukla aşağıdakileri etkiler:	
a. Ürünlerin kalitesi	1
b. Kaynakların üretkenliği	1
c. Temel zaman	1
d. Kalite ve üretkenlik	2
e. Üretkenlik ve temel zaman	2
f. Kalite ve temel zaman	2
g. Kalite, üretkenlik ve temel zaman	4
(6) i' nin j üzerinde etkisi üretim temel zamanını ne derecede artırır?	
a. Yüksek derecede	4
b. Orta derecede	2
c. Düşük derecede	0
Not: “j” israfı üstünde etkiye sahip israf tipi “i” ile gösterilmiştir	

Tablo 3.1. İsraf İlişkilerinin Gücünü Hesaplamak İçin Geliştirilmiş Kriter  
(Kaynak: Rawabdeh, 2005; 807)

Sıradaki adımlar ilişki ağırlıklarını geliştirme için analizi gösterir. Birinci sorunun cevabı evet ise bu “a” ile gösterilir. Her cevaba ölçüm kriterinde saptanmış bir ağırlık atanmıştır ve her karakterin yanındaki sayı cevabın ağırlığını gösterir. Her ilişkinin tüm cevaplarının ağırlıkları toplanır. Bu toplamlar “skor” sütununa yazılır. Aşağıdaki tablo aşırı üretim ile envanter (O\_I) ve aşırı üretim ile hatalar (O\_D) arasındaki ilişki sonuçlarının tablo edilmesi örneğini gösterir (Rawabdeh, 2005; 808).

Soru	1		2		3		4		5		6		
İlişkileri	Cvp	Ağır.	Cvp	Ağır.	Cvp	Ağır.	Cvp	Ağır.	Cvp	Ağır.	Cvp	Ağır.	Skor
O_I	a	4	a	2	a	4	a	2	f	2	a	4	18
O_D	b	2	c	0	b	2	b	1	a	1	c	0	6

Tablo 3.2. Aşırı Üretimin Envanter ve Hatalar İle İlişkisi  
(Kaynak: Rawabdeh, 2005; 808)

Skor, her ilişkinin gücünü gösterir. Farklı ilişkileri ayırt etmek için yüksek skorların daha güçlü ilişkileri gösterdiği yazılır. Skorların aralığı 1 ile 20 arasındadır ve 5 eşit aralığa bölünmüştür. Her biri ilişki gücünün bir seviyesini gösterir. Bu adımlar her ilişkinin toplam skoru için uygulanır ve bunlar sembollerle gösterilir. Bu semboller her israf çifti arasındaki farklı tip ilişkilerle bağdaştırılır. Skor aralıkları ve kullanılan semboller aşağıdaki gibidir (Rawabdeh, 2005; 808) :

Aralık	İlişki tipi	Sembol
17-20	Kesinlikle var	A
13-16	Özellikle önemli	E
9-12	Önemli	I
5-8	Olağan yakınlık	O
1-4	Önemsiz	U

Tablo 3.3. Doğrudan İlişki Gücünün Aralık Bölünmesi  
(Kaynak: Rawabdeh, 2005; 808)

Aşağıdaki tablo farklı israf tipleri arasındaki ilişkiler ile ilgili tüm sonuçları gösterir (Rawabdeh, 2005; 808) :

Soru	1		2		3		4		5		6			
İlişki	Cvp	Ağır.	Cvp	Ağır.	Cvp	Ağır.	Cvp	Ağır.	Cvp	Ağır.	Cvp	Ağır.	Skor	İlişki
O_I	a	4	a	2	a	4	a	2	f	2	a	4	18	A
O_D	b	2	c	0	b	2	b	1	a	1	c	0	6	O
O_M	b	2	c	0	c	0	a	2	d	2	c	0	6	O
O_T	b	2	a	2	b	2	b	1	f	2	b	2	11	I
O_W	b	2	b	1	b	2	a	2	e	2	a	4	13	E
I_O	b	2	c	0	a	4	a	2	e	2	b	2	12	I
I_D	b	2	c	0	b	2	a	2	a	1	b	2	9	I
I_M	a	4	b	1	b	2	a	2	e	2	c	0	11	I
I_T	a	4	c	0	c	0	a	2	c	1	b	2	9	I
D_O	b	2	b	1	a	4	c	0	e	2	c	0	9	I
D_I	b	2	c	0	b	2	b	1	e	2	b	2	9	I
D_M	b	2	c	0	a	4	b	1	e	2	b	2	11	I
D_T	a	4	b	1	a	4	b	1	c	1	b	2	13	E
D_W	b	2	a	2	b	2	b	1	e	2	b	2	11	I
M_I	c	0	a	2	b	2	c	0	e	2	c	0	6	O
M_D	b	2	b	1	b	2	a	2	g	4	a	4	15	E
M_W	a	4	a	2	a	4	a	2	e	2	a	4	18	A
M_P	b	2	b	1	a	4	c	0	d	2	b	2	11	I
T_O	c	0	c	0	b	2	b	1	c	1	c	0	4	U
T_I	c	0	b	1	b	2	b	1	f	2	c	0	6	O
T_D	b	2	c	0	b	2	b	1	f	2	b	2	9	I
T_M	b	2	c	0	c	0	c	0	e	2	c	0	4	U
T_W	b	2	c	0	a	4	b	1	e	2	b	2	11	I
P_O	b	2	b	1	b	2	a	2	e	2	c	0	9	I
P_I	c	0	c	0	c	0	a	2	c	1	c	0	3	U
P_D	b	2	a	2	a	4	a	2	a	1	c	0	11	I
P_M	b	2	c	0	c	0	a	2	g	4	b	2	10	I
P_W	b	2	a	2	b	2	a	2	e	2	b	2	12	I
W_O	b	2	c	0	b	2	b	1	b	1	c	0	6	O
W_I	a	4	a	2	a	4	a	2	g	4	a	4	20	A
W_D	b	2	b	1	b	2	a	2	a	1	c	0	8	O

Tablo 3.4. Farklı İsrarf Türleri Arasındaki İlişkiler

(Kaynak: Rawabdeh, 2005; 809)

### 3.2.2. İsrâf İlişki Matrisi

Ölçüm kriteri analizi, israf ilişkileri matrisinde düzenlenir (Rawabdeh, 2005; 808). Her sıra belirli bir israfın diğer altı israf üzerindeki etkisini gösterir. Benzer şekilde her sütun belirli tip bir israfın diğerleri tarafından ne ölçüde etkileneceğini gösterir. Matrisin köşegeni en yüksek ilişki değeri ile tayin edilir. Her israf türü kendisi ile en mükemmel ilişkiye sahiptir. İsrâf matrisi israflar arasındaki gerçek ilişkileri gösterir.

F/T	O	I	D	M	T	P	W
O	A	A	O	O	I	X	E
I	I	A	I	I	I	X	X
D	I	I	A	I	E	X	I
M	X	O	E	A	X	I	A
T	U	O	I	U	A	X	I
P	I	U	I	I	X	A	I
W	O	A	O	X	X	X	A

Şekil 3.3. İsrâf İlişki Matrisi

(Kaynak: Rawabdeh, 2005; 810)

Matrisin sayısal değerler ile gösterimi aşağıdaki gibidir:

F/T	O	I	D	M	T	P	W
O	10	10	4	4	6	0	8
I	6	10	6	6	6	0	0
D	6	6	10	6	8	0	6
M	0	4	8	10	0	6	10
T	2	4	6	2	10	0	6
P	6	2	6	6	0	10	6
W	4	10	4	0	0	0	10

Şekil 3.4. İsrâf İlişki Matrisi Sayısal Gösterimi

(Kaynak: Rawabdeh, 2005; 810)



Her satır ve sütunun ağırlıkları, bir israfın diğerlerine etkisini ve diğerleri tarafından etkilenmesini gösteren bir skor elde etmek için toplanır. Bu skor daha yalın bir metrik sağlamak için bir yüzdeliğe dönüştürülür.

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Skor	%
<b>O</b>	10	10	4	4	6	0	8	42	16.8
<b>I</b>	6	10	6	6	6	0	0	34	13.6
<b>D</b>	6	6	10	6	8	0	6	42	16.8
<b>M</b>	0	4	8	10	0	6	10	38	15.2
<b>T</b>	2	4	6	2	10	0	6	30	12
<b>P</b>	6	2	6	6	0	10	6	36	14.4
<b>W</b>	4	10	4	0	0	0	10	28	11.2
<b>Skor</b>	34	46	44	34	30	16	16	<b>250</b>	<b>100</b>
<b>%</b>	13.6	18.4	17.6	13.6	12	6.4	18.4	<b>100</b>	

Şekil 3.5. İsrar Matrisi Değerleri

(Kaynak: Rawabdeh, 2005; 810)

Bu sonuçlar, literatürdeki yedi israfın birbirlerini etkileme koşulları ile uyuşmaktadır (Rawabdeh, 2005; 810). Bu da israf ilişki matrisini geçerli kılar. Aşırı üretim diğer israflara en yüksek yüzde ile egemendir (% 16.8). Aşırı üretim, diğer tüm israfları artırdığı ve maksimum etkiye sahip olduğu için en ciddi israftır. Bunun nedeni ürünlerin veya hizmetlerin düzgün akışını engellemesi ve kalite ile üretkenliği dizginlemesidir. Bir sonraki istasyon veya pazarın ihtiyacından fazla parça üretimi geçici olarak aşırı envanter yaratır. Bu aşırı üretim ve envanter arasındaki güçlü ilişkiyi onaylar. Aşırı üretim nedeniyle hareket israfının hatalar ile aynı derecede yükselmesi beklenir. Ek olarak malzeme taşıma artacak ve bekleme israfı yüksek derecede etkilenir. Diğer israflar aşırı üretimi daha az derecede etkiler.(%13.6)

Aşırı envanter, yani envanter israfı, iletişimi engelleme suretiyle hedef zamanı artırır ve problemlerin hızlı olarak belirlenmesini önler. Etkili satın almayı yürütmek için özellikle envanter israfını ortadan kaldırmak gerekir. Envanter diğer israfları %13.6 etkiler. Envanter aşırı üretimi, hataları, hareket ve taşıma israflarını aynı derece ile etkiler. Envanter problemleri gizli tutar. Bu yüzden envantere neden olan israf en yüksek dereceye sahiptir.

Hatalar doğrudan maliyet olduğu için temel israftır. Bir hata olduğunda, tekrar yapmalar gerekli olabilir veya ürün iskartaya çıkar. Hatalar diğer israfları aşırı üretimle aynı derecede etkiler (%16.8). Hatalar aşırı üretim, envanter, hareket ve beklemeyi aynı derecede, taşımayı ise daha yüksek seviyede etkiler. Çünkü tekrar yapmalar ve iskartalar aşırı taşıma faaliyetlerine yol açar. Hatalar diğer altı israf tarafından yüksek bir yüzdede etkilenir (%17.6).

Hareket israfı zayıf üretkenliğe ve kalite problemlerine neden olur. Matriste görüldüğü gibi diğer israfları %15.2 etkiler. Diğer israflarca etkilenme yüzdesi ise %13.6'dır. Hareket en yüksek seviyede bekleme ile sonuçlanır. Aynı zamanda hatalara diğer israflardan daha güçlü neden olur. Envanter ve işleme israflarını da farklı miktarlarda etkiler.

Taşıma, çevreye hareket eden ürünleri içerir. Fabrikadaki herhangi bir hareket israf olarak görülebilir. Taşıma hatalar ve bekleme üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Taşımanın diğer israfları etkileme yüzdesi ve diğer israflardan etkilenme yüzdesi aynıdır (%12).

Uygunsuz işleme, basit prosedürler için karmaşık çözümler bulunduğu ve makinelerin verimli olarak kullanılmadığı durumlarda oluşur. Düşük kalite ürünlerin üretilmesine neden olur. İşleme israfı diğer israfları % 14.4 etkiler. Fakat sadece hareket israfından etkilenir. Bu yüzden diğer israflardan etkilenmesi en düşük olan israftır (%6.4).

Bekleme israfı diğer israfların en yüksek yüzde ile etkilediği israftır (%18.4). Bekleme israfı ürünlerin hareket etmediği veya çalışılmadığı zaman olur, envanteri etkiler ve süreç stoklarında aşırı çalışma ile sonuçlanır. Tüm israfların sonucu olup artan üretim hedef zamanına neden olur. Diğer israflara etkisi %11.2'dir. Aşırı üretimi, envanteri ve hataları etkiler.

### 3.2.3. İsraf Değerlendirme Anketi

İş sahasındaki israfın yerini belirlemek için bir israf değerlendirme anketi hazırlanır ve uygulanır. Değerlendirme anketi israfın yerini bulma amacı taşıyan 68 sorudan oluşur. Her soru spesifik bir israf türüne neden olan bir faaliyeti, bir durumu veya bir davranışı gösterir. Bazı sorularda “-den” notu vardır. Bunun anlamı sorunun, diğer israf türlerini etkileyen mevcut israfı göstermesidir. Burada israf ilişki matrisi referans alınır. Diğer sorularda ise “-e doğru” notu vardır. Bu da sorunun diğer israf türlerinin neden olduğu mevcut israfı gösterdiği anlamındadır. Her sorunun üç cevabı vardır ve bunlar 1, 0.5 ve 0 ağırlıkları ile belirlenmiştir. Sorular dört grupta sınıflandırılmıştır; insan, makine, malzeme ve yöntem. Değerlendirme anketi aşağıdaki gibidir (Rawabdeh, 2005; 813) :

No.	Soru	Tip
Kategori (1): İnsan		
1.	Yönetim çalışanları değişik işlere ve makinelere gönderiyor mu? Böylece operasyonlar tüm bireylece yapılıyor mu?	Harekete doğru
2.	Denetçiler ihtiyaç duyulan denetim miktarını ve kalitesini sağlıyor mu?	Hareketten
3.	Çalışanlar gece vardiyasında her saatte uygun olarak denetleniyor mu?	Hatalardan
4.	İşçilerin moralini ve işe ilgilerini yükseltmek için pozitif adımlar atılıyor mu?	Hareketten
5.	Yeni çalışanlar için eğitim programları var mı?	Harekete doğru
6.	Çalışanlar sorumlu mu?	Hatalardan
7.	Üretim alanında uygun güvenlik önlemleri uygulanıyor mu?	Hatalara doğru
Kategori (2): Malzeme		
8.	Tedarik hedef zamanı üretim programcılarınca kullanılabilir mi?	Beklemeye doğru

9. Programlar üretime bırakılmadan önce malzeme mevcudiyeti için kontrol edilir mi?	Beklemeden
10. Parçalar birimlendirilmiş yüklemelerden mi alınıyor?	Taşımadan
11. Üretim planlaması parçalara ve stok faaliyetine dikkat için yeterli depo personeli sağlıyor mu?	Envanterden
12. Depo personeli planlanmış envanter değişikliklerinden peşinen haberdar ediliyor mu?	Envanterden
13. Tekrar yapılmayı, tamir edilmeyi veya tedarikçiye geri gönderilmeyi bekleyen aşırı malzeme yığılması var mı?	Hatalardan
14. Malzemeler alıcı platformda gereksiz yığılmış gibi görünüyor mu?	Envanterden
15. Üretim çalışanları malzemelere ulaşmak için ayakta bekliyor mu?	Beklemeden
16. Malzemeler gereğinden fazla taşınıyor mu?	Hatalara doğru
17. Hassas parçalar taşıma faaliyetlerinde zarar görüyor mu?	Hatalardan
18. Süreç-içi iş alanları, kullanılacak veya bir sonraki operasyona taşınacak parçalar ve malzemeler ile yığılmış mı?	Taşımaya doğru
19. Mekanik olarak boşaltılan malzemeler elle mi taşınıyor?	Harekete doğru
20. Sayımları ve malzeme taşımalarını kolaylaştırmak için önceden-paketlenmiş kutular kullanılıyor mu?	Beklemeden
21. Benzer parçalar, stok taşıyıcılarının aramaya harcadıkları zamanı azaltmak için bir yerde mi depolanıyor?	Hareketten
22. Küçük sandıklarla taşımak yerine büyük portatif kutular mevcut mu?	Harekete doğru
23. Malzeme, alınırken spesifikasyonlara uygunluk için muayene edilmiş mi?	İşlemeden

24. Malzeme parçaları uygun şekilde parça sayısı ile belirtilmiş mi?	Beklemeden
25. Süreç-içi işi daha sonra işlenmek için depolanıyor mu?	Harekete doğru
26. İhtiyaç olmamasına rağmen hammaddeleri sipariş ediyor ve stok ediyor musunuz?	Envanterden
27. İşin izini süreçte kaybediyor musunuz?	İşlemeden
28. Ürün tasarımlarına uygunsuzluk nedeniyle tekrar yapmalara sahip misiniz?	Hatalardan
29. Hammadde ihtiyaç duyulduğunda geliyor mu?	Beklemeden
30. Depoda hiçbir müşteriye programlanmamış bitmiş ürün yığınlarına sahip misiniz?	Envanterden
31. Yedek parçalar uygun ve elverişli olarak depolanmış mı?	Harekete doğru
Kategori (3): Makine	
32. Makine verimliliği testleri üretim spesifikasyonları için standart mı?	İşlemeden
33. Her makine için iş yükü yeterli detayda önceden bildirilebilir mi?	Beklemeye doğru
34. Bir makine yüklendiği zaman, spesifikasyonlara göre çalışıp çalışmadığı izleniyor mu?	İşlemeden
35. Malzeme taşıma ekipmanı kapasitesi en ağır işleri kaldırmak için yeterli mi?	Taşımadan
36. Eğer malzeme taşıma ekipmanı kullanılıyorsa, yeterli sayıda var mı?	Taşımadan
37. Üretim politikası en iyi makine kullanımını sağlamak için daha fazla üretim yapmaya zorluyor mu?	Aşırı üretimden
38. Makineler sık sık mekanik arızalar nedeniyle duruyor mu?	Beklemeden
39. Her operasyon için ihtiyaç duyulan aletler mevcut ve yeterli mi?	Beklemeye doğru

40. Malzeme taşıma ekipmanı taşınan parçalar ve şeyler için güvenli mi?	Hatalardan
41. Ayar zamanları uzun mu ve operasyon akışında ertelemeye neden oluyor mu?	Beklemeye doğru
42. İş alanında zarar görmüş veya kullanılmayan aletler var mı?	Hatalardan
43. Ayarların frekansını uygun programlar ve tasarımlar ile minimize etmek istiyor musunuz?	Beklemeden
Kategori (4): Yöntem	
44. Depo koridorlarının tıkanıklığına engel olmak için mevcut depo boşlukları biliniyor mu?	Taşımaya doğru
45. Kolay danışma, depolama ve düzeltmeye izin veren memnun edici çizim-numaralandırma sistemi var mı?	Hareketten
46. Askılar ve forklitlerin yardımı ile depolama için depo boşlukları verimli kullanılıyor mu?	Beklemeden
47. Depo iki alana bölünmüş mü, aktif stoklar için aktif, diğer stoklar için rezerv stokları?	Harekete doğru
48. Üretim zamanı müşteri ihtiyaçları ile uyumlu mu?	Aşırı üretimden
49. Programlar departmanlar arasında iletilmiş mi, böylece onların memnuniyeti anlaşılmış mı?	Hareketten
50. Doğru makine yüklemesi için üretim standartları belirlenmiş mi?	Hareketten
51. Her zaman uygulanan bir kalite kontrol sistemi var mı?	Hatalardan
52. Endüstriyel mühendislik ile belirlenmiş iş ve operasyon standartları var mı?	Hareketten
53. Bir erteleme olunca, bu tüm departmanlara iletiliyor mu?	Beklemeye doğru
54. Ortak parçalar için ihtiyaçlar programlanmış mı, böylece aynı şeyler gereksiz ayar yapılmıyor mu?	Hareketten

55. Belirli adımları tek bir adımda birleştirme olasılığı görülüyor mu?	İşlemeden
56. Geri dönen parçaları muayene etmek için prosedürler var mı?	İşlemeden
57. Malzemeleri satın alma ve üretimi programlama gibi amaçlar için envanter kayıtları kullanılıyor mu?	Aşırı üretimden
58. Ara yollar temiz, pürüzsüzce döşenmiş ve iyice sıkıştırılmış mı?	Aşırı üretimden
59. Depo alanlarının bölümler içinde sınırları çizilmiş mi?	Taşımaya doğru
60. Ara yol genişliği taşıma ekipmanının rahat hareket etmesi için yeterli mi?	Harekete doğru
61. Depo alanı, tasarlanmış depo sahası dışındaki malzemeleri depolama için kullanılıyor mu?	Envanterden
62. Fabrikayı temizlemek için uygun bir program var mı?	Harekete doğru
63. Ürünlerin çoğu tek bir yönde mi akıyor?	Hareketten
64. Standartlaştırmanın tasarımı, parçaları, yapılışı, taslağı ile ilgili bir grup veya komite var mı?	Hareketten
65. İş standartlarının, parça maliyetini azaltma, iş basitleştirmeleri ve envanter kontrolü gibi spesifik ve bilinen hedefleri var mı?	Hareketten
66. İş dengesizliği zamanında tahmin edilebiliyor mu?	Aşırı üretimden
67. İş prosedürleri gereksiz ve aşırı işleri gizliyor mu?	İşlemeden
68. Kalite kontrolü, ürün testi ve değerlendirmelerin sonuçları mühendisliğe geçiyor mu?	Hatalardan

Şekil 3.6. İsrar Değerlendirme Anketi ve Tipler

(Kaynak: Rawabdeh, 2005; 813)

Değerlendirme modeli anketini geliştirilmesi üzerine, her sorunun, cevaplarına dayanarak belli bir derecede belli bir israf türüne neden olduğu görülmektedir (Rawabdeh, 2005; 812). İsrâfların son sıralaması cevapların kombinasyonuna bağlıdır. Bu yüzden birçok adımdan oluşan bir algoritma geliştirilir. Algoritma aynı israf tipinin “-den” ve “-e doğru” sorularının sayılması ile başlar. Gruplanmış değerlendirme sayıları tablosu bunların sayısını gösterir. Bu tablodaki sınıflandırmaya dayanarak ve farklı israf türleri arasındaki ilişkiler tablosundaki israf türlerinin orijinal ağırlıklarını kullanarak “israf ilişkileri matrisinden sağlanan orijinal ağırlıklar tablosu yapılır. Bu tablo israf türlerinin son skorunu hesaplamayı basitleştirmek için üretilir.

<i>i</i>	Soru tipi ( <i>i</i> )	Soru sayısı ( <i>N<sub>i</sub></i> )
1	Aşırı üretimden	5
2	Envanterden	6
3	Hatalardan	8
4	Hareketten	11
5	Taşımadan	4
6	İşlemeden	7
7	Beklemeden	8
8	Hatalara doğru	4
9	Harekete doğru	9
10	Taşımaya doğru	3
11	Beklemeye doğru	5

Tablo 3.5. Gruplanmış Değerlendirme Sayıları

(Kaynak: Rawabdeh, 2005; 814)



Soru tipi	Soru	O	I	D	M	T	P	W
<b>İnsan</b>								
Harekete doğru	1	4	6	6	10	2	6	0
Hareketten	2	0	4	8	10	0	6	10
Hatalardan	3	6	6	10	6	8	0	6
Hareketten	4	0	4	8	10	0	6	10
<b>Malzeme</b>								
Beklemeye	8	8	0	6	10	6	6	10
doğru	9	4	10	4	0	0	0	10
Beklemeden	10	2	4	6	2	10	0	6
Taşımadan	11	6	10	6	6	6	0	0
Envanterden	12	6	10	6	6	6	0	0
Envanterden	13	6	6	10	6	8	0	6
Hatalardan	14	6	10	6	6	6	0	0
Envanterden	15	4	10	4	0	0	0	10
Beklemeden	16	2	4	6	2	10	0	6
Hatalara doğru	17	4	6	10	8	6	6	4
Hatalardan								
<b>Makine</b>	32	6	2	6	6	0	10	6
İşlemeden	33	8	0	6	10	6	6	10
Beklemeye	34	6	2	6	6	0	10	6
doğru	35	2	4	6	2	10	0	6
İşlemeden								
Taşımadan	44	6	6	8	0	10	0	0
<b>Yöntem</b>	45	0	4	8	10	0	6	10
Taşımaya doğru	46	4	10	4	0	0	0	10
Hareketten	63	0	4	8	10	0	6	10
Beklemeden	64	0	4	8	10	0	6	10
Hareketten	65	0	4	8	10	0	6	10
Hareketten	66	10	10	4	4	6	0	8
Hareketten	67	6	2	6	6	0	10	6
Aşırı üretimden	68	6	6	10	6	8	0	6
İşlemeden								
Hatalardan	Skor	318	396	450	420	260	232	402

Tablo 3.6. İsrar İlişkileri Matrisinden Sağlanan Orijinal Ağırlıklar  
(Kaynak: Rawabdeh, 2005; 814)

Algoritmanın ikinci adımı israf ilişkileri matrisinden sağlanan orijinal ağırlıklar tablosunu yeniden düzenlemek ve her soru için soru miktarının değişkenliğinin etkisini ortadan kaldırmaktır. Satırdaki her ağırlık uygun soru miktarı ( $N_i$ ) ile bölünür ve tablo 3.7. oluşturulur. İlişki ağırlığına  $W$  dersek ve her soru sayısı “ $k$ ” için “ $j$ ” israf türü ise her israf türü altındaki her sütundaki değerler aşağıdaki eşitliğe bağlı olarak bir skor elde etmek için toplanır.  $S_j$  israf skorudur ve  $k$  1 ile 68 arasında değişir.

$$S_j = \sum_{K=1}^K \frac{W_{j,k}}{N_i} \quad \text{her “}j\text{” israf türü için.}$$

Üçüncü adım boş cevapları ortadan kaldırmaktır. İsrif sütunları ile gösterilen her israf türü için, ağırlığı belirlenmiş her hücre sayılmalıdır.  $F_j$  her  $j$  israfı için sıfırdan farklı ağırlığı olan hücrelerin frekansıdır. Frekans değerlerinin sonuçları tablo 3.8’in altında gösterilir.

Soru tipi	Soru miktarı (N <sub>i</sub> )	Soru no. (K)	W <sub>o,k</sub>	W <sub>i,k</sub>	W <sub>d,k</sub>	W <sub>m,k</sub>	W <sub>i,k</sub>	W <sub>p,k</sub>	W <sub>w,k</sub>
<b>İnsan</b>									
Harekete doğru	9	1	0.44	1.11	0.44	0	0	0	1.11
Hareketten	11	2	0	0.36	0.73	0.91	0	0.55	0.91
Hatalardan	9	3	0.67	0.67	1.11	0.67	0.89	0	0.67
Hareketten	11	4	0	0.36	0.73	0.91	0	0.55	0.91
<b>Malzeme</b>									
Beklemeye doğru	5	8	0.8	2	0.8	0	0	0	2
Beklemeden	8	9	0.5	1.25	0.5	0	0	0	1.25
Taşımadan	3	10	0.67	1.33	2	0.67	3.33	0	2
Envanterden	6	11	1	1.67	1	1	1	0	0
Envanterden	6	12	1	1.67	1	1	1	0	0
Hatalardan	9	13	0.67	0.67	1.11	0.67	0.89	0	0.67
Envanterden	6	14	1	1.67	1	1	1	0	0
Beklemeden	8	15	0.5	1.25	0.5	0	0	0	1.25
Hatalara doğru	2	16	1	2	3	1	5	0	3
Hatalardan	9	17	0.67	0.67	1.11	0.67	0.89	0	0.67
<b>Makine</b>									
İşlemeden	7	32	0.86	0.29	0.86	0.86	0	1.43	0.86
Beklemeye doğru	5	33	0.8	2	0.8	0	0	0	2
İşlemeden	7	34	0.86	0.29	0.86	0.86	0	1.43	0.86
Taşımadan	3	35	0.67	1.33	2	0.67	3.33	0	2
<b>Yöntem</b>									
Taşımaya doğru	3	44	0.67	1.33	2	0.67	3.33	0	2
Hareketten	11	45	0	0.36	0.73	0.91	0	0.55	0.91
Beklemeden	8	46	0.5	1.25	0.5	0	0	0	1.25
Hareketten	11	63	0	0.36	0.73	0.91	0	0.55	0.91
Hareketten	11	64	0	0.36	0.73	0.91	0	0.55	0.91
Hareketten	11	65	0	0.36	0.73	0.91	0	0.55	0.91
Aşırı üretimden	5	66	2	2	0.8	0.8	1.2	0	1.6
İşlemeden	7	67	0.86	0.29	0.86	0.86	0	1.43	0.86
Hatalardan	8	68	0.75	0.75	1.25	0.75	1	0	0.75
<b>Skor ( S<sub>j</sub> )</b>			45	70	70	49	49	21	76
<b>Frekans ( F<sub>j</sub> )</b>			49	68	68	54	28	26	61

Tablo 3.7. Tablo 3.6'nın N<sub>i</sub> değerlerine bölünüşü  
(Kaynak: Rawabdeh, 2005; 815)

Algoritmadaki bir sonraki adım tamamen değerlendirme anketini cevaplamaya bağlıdır. Daha öncede söylendiği gibi her soru 1, 0.5 ve 0 ağırlıklı cevaplara sahiptir. Her israf tipi için sağlanan satırlar her cevabın ağırlığı ile çarpılır ve bu X<sub>k</sub> sembolünü verir. Örneğin insan grubundaki “hareketten” deki soru sayısı 11, sorunun ağırlığı 2, bunun hata israfına yansımaları 8 ve sorunun cevabı b (X<sub>2</sub> = 0.5)'dir. Bunların sonucu W<sub>d,3</sub> = 0.5\*8/11= (0.36) dir.

Aşağıdaki tablo satırların “ağırlıklar” sütunundaki mevcut faktör ile çarpılmasının örneğini gösterir.

Cevap Ağırlıkları	İnsan							
	K	$W_{o,1}$	$W_{i,2}$	$W_{d,3}$	$W_{m,4}$	$W_{t,5}$	$W_{p,6}$	$W_{w,7}$
1	1	0.44	1.11	0.44	0	0	0	1.11
0.5	2	0	0.18	0.36	0.45	0	0.27	0.46
0	3	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 3.8 Her İsrif Türü İçin Hesaplanmış Ağırlık Değerleri  
(Kaynak: Rawabdeh, 2005; 815)

Her israf türünün altındaki her sütunun değerleri yeni skoru sağlamak için aşağıdaki eşitlikteki gibi toplanır (Rawabdeh, 2005; 816) :

$$s_j = \sum_{K=1}^K X_K * \frac{W_{j,k}}{N_i} \quad \text{Her } j \text{ israf türü için}$$

Çarpmadan sonra her sütundaki sıfır olmayan hücreler özel durumların frekansını sağlamak için toplanır. Bundaki mantık bazen bir soru için cevap sıfıra eşit bir değere sahip olabilir ve bazen bir soru bir israf ile ilgili bir ilişkiyi göstermeyebilir. Bu sorunun değeri sıfır olacaktır. Her israf türünün ilk belirti faktörünü sağlamak için aşağıdaki eşitlik kullanılır (Rawabdeh, 2005; 816) :

$$Y_j = \frac{s_j}{S_j} * \frac{f_j}{F_j} \quad \text{her } j \text{ israf türü için.}$$

$Y_j$  her israf türünün ilk belirti faktörüdür. Bununla beraber her israf türü diğer türleri belli bir yüzde ile etkilediği için  $Y_j$  sadece matematiksel sonuçları gösterir. Aynısı bir israfın diğerleri tarafından etkilendiği zaman da uygulanır. İsrاف matrisi değerlerinden sağlanan “-den” ve “-e doğru” yüzdeleri birlikte çarpılır ve bunların

meydana gelme olasılıkları elde edilir. (  $P_j$  ) (örneğin aşırı üretimin etkisi =  $16.8 * 13.6 = 228.48$ 'dir.)

Bir israfın diğerlerini etkilediğini ve aynı zamanda diğerlerince etkilendiğini göstermek için  $Y_j$  ile  $P_j$  çarpılır ve aşağıdaki eşitlikteki gibi nihai israf faktörü elde edilir (Rawabdeh, 2005; 816) :

$$Y_{j-final} = Y_j * P_j = \frac{s_j}{S_j} * \frac{f_j}{F_j} * P_j \quad \text{her } j \text{ israf türü için.}$$

Her israfın  $Y_{j-final}$  değerine dayanarak israf türleri azalan şekilde sıralanır.

### 3.2.4. Örnek Olay Çalışması

Örnek olay çalışması literatürdeki bir makalede yer almaktadır ve önerilen israf değerlendirme modelinin bir çelik mobilya şirketinde uygulaması ile ilgilidir. Şirket orta ölçekli olup 100 çalışana sahiptir ve sermayesi 5 milyon dolardır. Yedi israf türü ve bunların birbirleriyle ilişkileri genel müdüre ve üretim müdürüne tanıtılmıştır (Rawabdeh, 2005; 816). Fabrika yüksek düzeyde karışık ürüne sahiptir. Fabrikada 24 temel ürün tipi vardır. Bu ürünler dört grupta sınıflandırılır; büro mobilyası, depo sistemleri, kasalar ve ısmarlama ürünler. Şirket endüstriyel iş sahası çevresine sahiptir. Fabrika bir zemin ve iki ofis katına sahiptir. Mevcut makineler modern teknolojiye olup ya CNC ya da geleneksel el tipidir.

#### 3.2.4.1. Modelin Uygulaması

Modelin uygulaması sırasında birçok gözden geçirme, iyileştirme ve yönetimin yorumları olmuştur (Rawabdeh, 2005; 817). Değerlendirme analizinin özeti ve şirketteki farklı israfların sırası tablosu cevaplar ve değerlendirme sorularının analizini gösterir. Şirket değerlendirme analizi tablosu ise değerlendirme analizini özetler ve farklı israf türlerinin önem sırasını sunar.

Genel müdür ve üretim müdürü çalışmadan önce fabrikanın  büyük problemini şöyle belirtmektedir (Rawabdeh, 2005; 817-818):

(1) Hatalar: şirketin tedarik zincirinde farklı departmanlar arasında farklı tip hatalar bulunmaktadır. Hatalı parçalar ile ilgili standart prosedürler yoktu. şirket operatörleri hataları kayıt edip etmeyeceklerine kendileri karar veriyordu. Bu yüzden yenileme parçaları, önceki makinelerin ayarlarının değiştirilmesinden önce hemen üretiliyordu. Bu, genellikle montaj istasyonunda geç keşfedilen hatalı parçaları gizlemeye neden olurdu. Bu da hatalardan kaynaklanan eksik parçaların üstesinden gelmek için ek parçaların üretilmesi ihtiyaını yaratır. Böylece hedef zaman artar. Müdürlerin varsayımlarına dayanarak farklı süreçlerde %100 muayene uygulandı ve istasyonların standart prosedürlere göre yerleştirilmediği sonucuna varıldı. Bu hataların geç keşfine ve problemlerin tekrarına neden olur.

(2) Duruş zamanları ve ayarlar: şirket makine arızaları nedeniyle sık sık olan duruş zamanları yaşamaktadır. Bu arızalar makinelerin işlemelerinin sürekli kontrol edilmemesinden kaynaklanır. Duruş zamanlarını oluşmadan önlemek için makinelerin konumlarını açıkça belirten belgelendirilmiş prosedürler mevcut değil.

(3) Aşırı retim ve envanter seviyesi: Envanter seviyesi ve aşırı üretim için ihtiyaç en az düzeydeydi. şirket üretim sistemi siparişi göre üretime dayanıyordu.

Soru tipi	Soru sayısı (K)	$W_{o,k}$	$W_{i,k}$	$W_{d,k}$	$W_{m,k}$	$W_{i,k}$	$W_{p,k}$	$W_{w,k}$
<b>İnsan</b>								
0	1	0	0	0	0	0	0	0
0.5	2	0	0.182	0.364	0.455	0	0.273	0.455
0.5	3	0.333	0.333	0.556	0.333	0.444	0	0.333
0	4	0	0	0	0	0	0	0
<b>Malzeme</b>								
0	8	0	0	0	0	0	0	0
0	9	0	0	0	0	0	0	0
1	10	0	0	0	0	0	0	0
0.5	11	1	1.667	1	1	1	0	0
0	12	0.5	0.833	0.5	0.5	0.5	0	0
0	13	0	0	0	0	0	0	0
0	14	0	0	0	0	0	0	0
0	15	0	0	0	0	0	0	0
0.5	16	0.5	1	1.5	0.5	2.5	0	1.5
0	17	0	0	0	0	0	0	0
<b>Makine</b>								
1	32	0.857	0.286	0.857	0.857	0	1.429	0.857
0	33	0	0	0	0	0	0	0
0	34	0	0	0	0	0	0	0
0	35	0	0	0	0	0	0	0
<b>Yöntem</b>								
0	44	0	0	0	0	0	0	0
0.5	45	0	0.182	0.364	0.455	0	0.273	0.455
0	46	0	0	0	0	0	0	0
0	63	0	0	0	0	0	0	0
0.5	64	0	0.182	0.364	0.455	0	0.273	0.455
0	65	0	0	0	0	0	0	0
0.5	66	1	1	0.4	0.4	0.6	0	0.8
1	67	0.857	0.286	0.857	0.857	0	1.429	0.857
0.5	68	0.375	0.375	0.625	0.375	0.5	0	0.375
Skor ( $S_j$ )		12	18	25	21	16	11	24
Frekans( $F_j$ )		21	35	35	34	15	19	31

Tablo 3.9. Değerlendirme Analizinin Özeti ve Şirketteki Farklı İsrâfların Sırası  
(Kaynak: Rawabdeh, 2005; 817)

	O	I	D	M	T	P	W
Skor ( $Y_j$ )	0.1126	0.1276	0.1762	0.2570	0.1683	0.3919	0.1515
$P_j$ faktörü	228.48	250.24	295.68	206.72	144	92.14	206.08
Final sonuç( $Y_{j-final}$ )	25.76	31.94	52.10	53.12	24.23	36.12	31.21
Final sonuç (%)	10.1	12.6	20.5	20.9	9.5	14.2	12.3
Sıra	6	4	2	1	7	3	5

Tablo 3.10. Şirket Değerlendirme Analizi  
(Kaynak: Rawabdeh, 2005; 818)

İsraf değerlendirme modelinin uygulama sonuçları aşağıdakileri gösterir:

- Yöneticilerin düşünceleri ve değerlendirme sonuçları hataların problemleri hususunda benzerlik göstermektedir. Hata israfı % 20.5 ile israflar arasında ilk sırayı alır. (hareket israfı ile yaklaşık olarak aynıdır.)
- Yöneticilerin hareket israfına dikkat etmemesine rağmen matris bu israfın hata israfının temel nedeni olduğunu gösterir. Hareket israfı ile hatalı ürünlerin üretilmesi arasında doğrudan bir ilişki vardır. Bu israf türü önemli bir konudur fakat yöneticiler bunun farkında değildir.
- İşleme israfı üçüncü sıradadır. Bu, yöneticilerin makine durma zamanının bir problem olduğunu düşünmeleri ile uyumludur.
- Aşırı üretim, şirketin talep miktarı göre üretim politikasından dolayı 6. sıradadır. Süreç-içi çalışmada aşırı bitmiş ürünün olmaması da bunu kanıtlamaktadır.
- Taşıma israfı en az bulunan israftır. İş sahası yerleşimi düz-hat akış modelinde tasarlanmıştır ve geri gidişe izin vermez. Fabrika uygun mesafelerle birlikte taşıma için temiz koridorlara sahiptir. Böylece aşırı taşıma ihtiyacı azalır.
- Envanter ve bekleme küçük israflardır. Bu israflara genellikle büyük israflar nedeniyle maruz olunur. Envanter hareket ve hata israfını gizlemek için bile yapılır.

Değerlendirme modeli fabrikada mevcut olan en büyük ilk israfın hareket israfı olduğunu gösterir. Hataların süreç veya operatör problemleri nedeniyle üretildiği açık olduğundan hatalı parçaları üretmede çalışanların rolü görmezlikten gelinemez. İş sahasındaki operatörlerle ilgili bir araştırma yapılmıştır ve araştırma çoğu operatörün alma, taşıma, nakletme, depolama ve ergonomik faaliyetlerine



sokulduğunu gösterir (Rawabdeh, 2005; 819). Parçaları veya ürünleri alma ve nakletme faaliyetleri her zaman standart yerlere yerleştirilmez. Operatör gerekli parçaları almak için yürüyecek ve ek olarak malzemeleri elle taşıyacaktır. Bu, ekstra harekete ve yüksek bir olasılıkla parçalara zarar vermeye neden olacaktır.

## SONUÇ

Sürekli değişen ve giderek değişme hızı da artan bir dünyada yaşıyoruz. Bu değişim, bir taraftan işletmeleri kendine uymaya ve sürekli yenilik yapmaya zorlarken diğer taraftan onları yoğun bir rekabetle karşı karşıya bırakıyor. Her geçen gün giderek daha da artan bu rekabet karşısında organizasyonlar ayakta kalabilmek ve pazardaki yaşamlarını sürdürebilmek için teknolojik gelişmeleri takip etmenin yanında etkinlik, verimlilik, kalite, düşük maliyetle ürün üretme konularıyla yakından ilgilenmektedir. Bunun sonucunda da organizasyonların dikkati operasyonel maliyetlere ve israfı azaltmaya yönelmektedir.

Organizasyonlar müşteriden gelen yüksek kalitede düşük maliyet baskısı altındadır. Geleneksel düşünmede satış fiyatı maliyete kar payının eklenmesi ile belirlenir. Bugünkü pazarda ise müşteri fiyatı belirler. İşletme kar payı ekleme lüksüne sahip değildir. Karlı kalmanın tek yolu israfı azaltmaktır, böylece maliyet azalır. Birçok şirkette faaliyetlerin sadece % 5'i değer katmaktadır. Geri kalanlar ise değer katmayanlar faaliyetlerdir. Bir süreç veya faaliyet değer katmıyorsa, bunun amacı sorgulanır, süreç ya da faaliyetteki israflar azaltılır ve ortadan kaldırılır.

İsraf, ürüne değer katmak için gerekli minimum kaynak miktarı dışındaki her şeydir. Maliyet anlamında israf, ürüne değer katmayan envanter, ayarlar, ıskarta ve tekrar yapılmış ürünler gibi maruz kalınan maliyetlerdir. İsraf doğru ürünü, doğru müşteriye, doğru zamanda ve doğru fiyatla vermenin ötesindeki herhangi bir amaç olarak da tanımlar. Müşterilere göre ise israf müşterilere değer katmadan tüketilen iç ve dış kaynaklardır, yani bir müşteri bunlar için ödeme yapmaya razı değilse bunların varlığı israf olarak algılanır.

Yalın üretim değer akışı içindeki israfı belirleyen ve ortadan kaldıran bir grup stratejidir. Giderek daha az emek, malzeme, ekipman, zaman ve alan harcayarak daha fazla üretmeye ve müşterilerin asıl beklentilerini karşılamaya yalın üretim denir. Literatür değer katmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılması kavramının ve

envanterleri, hareketleri, hataları, beklemeleri ve aşırı üretimi azaltmanın yalın üretim sisteminin temel parçası olduğunu saptar.

Yalın üretim teknikleri tek bir temel noktada birleştir; israftan kurtulmak. Tüm yalın tekniklerin birincil amacı, üreticiye artan karı, müşteriye ise artan değeri ve memnuniyeti sağlayacak üretim yöntemlerini geliştirmektir. Karları artırmak ve müşterileri sevindirmek için işletmedeki gereksiz tutumlardan, faaliyetlerden, malzemelerden, makinelerden, operasyonlardan ve süreçlerden uzak durulmalıdır.

Değer akışını geliştirmek için kullanılmakta olan otuza yakın sayıda yalın araç ve kavram vardır. Değişen çevre koşulları, müşteri tercihlerinin hızla değişmesi, serbest ticaretin dünya çapında artması, özelleştirme ve teknolojik gelişmeler nedeniyle bu araçlara yenilerinin eklenmesi beklenebilir.

Tüm yalın araçlar, israfı hemen ve etkili olarak saptamak ve yok etmek, kaliteyi iyileştirmek ve üretim maliyetlerini düşürmek, iletişimi işletmenin tüm düzeylerinde artırmak, iyileştirmelere hemen başlamak ve çalışanların iyileştirmeleri kendi başlarına yapmalarını sağlamak için kullanılır.

Yalın üretim tekniklerinin geliştirilmesinden bu yana israf türlerini sınıflandırmak için birçok sayıda yöntem ortaya çıkmıştır. İsrafin en bilinen sınıflandırılması “yedi ölümcül israf”tır. Yedi ölümcül israf, aşırı üretim, envanter, taşıma, işleme, hareket, hatalar ve atıl zamandır. Bu israfları keşfetmek ve işletmenin mevcut durumunu analiz etmek için ürünlerin akışına, çalışanların hareketlerine ve çalışanlar, ürünler, makineler arasındaki çalışma kombinasyonuna odaklanan bir takım araçlar kullanılır. İsrafin ortadan kaldırma aşamasında çalışanlar israfı görme yeteneğini sağlayan bir davranışı benimsemelidir.

İsrafı sistematik ve sürekli olarak saptamak ve ortadan kaldırmak artan verimliliğe, iyileştirilmiş üretkenliğe ve artan rekabetçiliğe yol açar. Üretim süreçlerinde israfı ortadan kaldırmaya çalışan şirketler şu faydaları görürler; düşük hammadde stoku ve bunları tutma maliyeti, süreç içi çalışmanın azalımı ve düşük

bitmiş ürün envanteri; yüksek ürün kalite düzeyi; artan esneklik ve müşteri taleplerini karşılama yeteneği; tüm üretimde düşük maliyet; artan çalışan bağlılığı. Zayıf rekabet gücü israfın yüksek miktarlarda mevcut olmasından kaynaklanır. Değer katmayan faaliyetlerin azaltılması zamanı kurtarır ve çıktı ile karlılığı iyileştirmek için daha fazla kaynağın tahsis edilmesini sağlar.

Bu tez bir iş sahası çevresinde farklı israf türlerinin değerlendirmesini yapmak için bir model sunar. Model yeni özellikleri içine alır; israf ilişkileri, israf ilişki matrisi ve değerlendirme anketi. Önerilen israf değerlendirme modeli yedi israf türünün her birinin tanımı ve bunların kesişim alanlarının söylenmesi ile başlar. İsrâflar arasındaki ilişkileri tartışmak ilişkilerin güç seviyelerinin ölçümünde kullanılacak israf matrisini sağlar.

Tüm israf türleri diğerlerini farklı ağırlıklarla etkiler. Mevcut değerlendirme modelleri tam anlamıyla israfların etkisini tartmayı kullanmaz. Birçok araştırma çabaları israfı ortadan kaldırmaya yönelik araçlara odaklanmıştır. Bu araçlar hangi israf türlerinin toplam israf üzerinde etkiye neden olduğunu saptamaz. Model israfı belirlemede önemli bir rol oynar.

İsraf ilişki matrisi farklı israf türleri arasındaki ilişkileri açıklar. Belirli mevcut israflara katılımı tartmaya dayanarak bir kavrama sağlar. Matrisin önemi, ilişkileri nicel olarak sıralamasından veya belirli bir israfın diğerlerini etkilemesini ya da diğerleri tarafından etkilenmesini sınıflandırmasından gelir. İlişki matrisi değerlendirme anketi ile bütünleştğinde şirkete, israf kaynaklarını saptaması ve yerini bulması, israf seviyelerini ayırt etmesi ve israfların şirket performansı üzerindeki etkisi konularında yardımcı olur. Matrisin sadeliği ve anketin çok yönlülüğü, örnek olay çalışmasında görüldüğü gibi israfın kök nedenlerini belirlemeyle ilgili kesin sonuçları başarmayı sağlayabilir. Bazı israfların yöneticiler tarafından gözlenemediği ve tanınmadığı ortaya çıkabilir.

## KAYNAKLAR

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Yalın Düşünce*. Sistem Yayıncılık. İstanbul.

The Productivity Development Team. (2003). *Identifying Waste On The Shopfloor*. Productivity Press. New York.

Ohno, T. (1998). *Toyota Ruhu*. Scala Yayıncılık. İstanbul.

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

The Productivity Development Team. (1998). *Just-in-Time For Operators*. Productivity Press. Portland, Oregon.

Kenneth, W. D. (2003). *The Lean Manufacturing Pocket Handbook*. DW Publishing Co. USA.

Conner, G. (2001). *Lean Manufacturing For The Small Shop*. Society of Manufacturing Engineers. Michigan.

The Productivity Development Team. (2002). *Standart Work For Shopfloor*. Productivity Press. New York.

Mann, D. (2005). *Creating A Lean Culture*. Kraus Productivity Organization. New York.

Rother, M., & Shook, J. (2001). *Görmeyi Öğrenmek*. Yalın Enstitü Derneği. İstanbul

Productivity Press. (2005). *Lean Culture*. Kraus Productivity Organization. New York.

Japan Institute of Plant Maintenance. (1997). *Autonomous Maintenance For Operators*. Productivity Press. Portland, Oregon.

The Productivity Development Team. (1996). *Quick Changeover For Operators*. Productivity Press. Portland, Oregon.

Yazıcıoğulları, Işıl. (2004). *Akış Yönetiminin ve Katma Değer Analizinin Süreç Performansının Artırılması Amacı İle Kullanılması Üzerine Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Keleş, Hüseyin. (2004). *Süreç İyileştirmede İsrâf Denetimlerinin Kullanılması*. Tezsiz Yüksek Lisans Projesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Rawabdeh, I. A. (2005). A Model For The Assessment of Waste In Job Shop Environments. *International Journal of Operations & Production Management*, 25(8).

Lim, K. K., & Ahmed, P. K., & Zairi, M. (1999). *The TQM Magazine*, 11(5).

Christensen, L. (1996). JIT Sensitive Distribution- Cutting Waste And Serving The Customer. *Logistic Information Management*, 9(2).

Dainty, A. R., & Brooke, R. (2004). Towards Improved Construction Waste Minimisation- A Need For Improved Supply Chain Integration. *Structural Survey*, 22(1).

Wu, Y. C. (2003). Lean Manufacturing: A Perspective of Lean Suppliers. *International Journal of Operations & Production Management*, 23(11).