

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
ULUSLARARASI KALİTE YÖNETİMİ BİLİM DALI

YALIN ALTI SİGMA METODOLOJİSİ
ve
TEKSTİL SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Yüksek Lisans Tezi

SADIK KAYACIK
Danışman: PROF. DR. NEVİN DENİZ

İstanbul, 2010

Marmara Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü

Tez Onay Belgesi

İŞLETME Anabilim Dalı ULUSLARARASI KALİTE YÖNETİMİ Bilim Dalı
Yüksek Lisans öğrencisi SADIK KAYACIK' ın YALIN ALTI SİGMA METODOLOJİSİ
VE TEKSTİL SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA adlı tez çalışması ,Enstitümüz Yönetim
Kurulunun 01.03.2010 tarih ve 2010-3/27 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından
oybirliği/oyçokluğu ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi : 30/03/2010

1) Tez Danışmanı : PROF. DR. NEVİN DENİZ

2) Jüri Üyesi : PROF. DR. CANAN ÇETİN

3) Jüri Üyesi : PROF. DR. NESLİHAN OKAKIN

.....
N. Deniz
.....
Canan Çetin
.....
Neslihan Okakin

GENEL BİLGİLER

İsim ve Soyadı	: Sadık KAYACIK
Anabilim Dalı	: İşletme
Programı	: Uluslararası Kalite Yönetimi
Tez Danışmanı	: Prof. Dr. Nevin DENİZ
Tez Türü ve Tarihi	: Yüksek Lisans – Mart 2010
Anahtar Kelimeler	: Yalın, Altı Sigma, Yalın Altı Sigma, TÖAİK, Tek Parça Akış, Sürekli Akış, Kanban, 5S, Poke Yoke, Toplam Üretken Bakım

ÖZET

YALIN ALTI SIGMA METODOLOJİSİ VE TEKSTİL SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ

Bu çalışmanın amacı Yalın ve Altı Sigma metodolojilerinin entegrasyonu ile işletmelerin ürün ve hizmet kalitesi, üretim hızı, çeviklik, esneklik ve maliyetini iyileştirici etkisinin olup olmadığını ortaya koymaktır. Yalın üretimin esneklik ve hızlılığı ile Altı Sigma'nın kalite, değişkenlik ve proje yaklaşımli çözümleri Yalın Altı Sigma metodolojisinde entegre edilmiştir. Bu makalede Yalın ve Altı Sigma'nın birbirine göre avantajlı yanları, bir tekstil işletmesinde entegrasyonu uygulama ve proje örneği ile incelenmiştir.

GENERAL KNOWLEDGE

Name and Surname : Sadık KAYACIK
Field : Business
Programme : International Quality Management
Supervisor : Professor Nevin DENİZ
Degree Awarded and Date : Master – March 2010
Keywords : Lean, Six Sigma, Lean Six Sigma, DMAIC, One Piece
Flow, Continuous Flow, Kanban, 5S, Poka Yoke, Kaizen,
TPM

ABSTRACT

LEAN SIX SIGMA METHODOLOGY and AN APPLICATION IN TEXTILE INDUSTRY

The primary purpose of this research is to identify the impact on product and service quality, production speed, agility, flexibility and cost improvement at the facilities by the integration of Lean and Six Sigma methodologies. The flexibility and speed of lean manufacturing integrated with six sigma solutions on quality, variation, project management approach in Lean Six Sigma methodology. In this article the integration of six sigma and lean, also compared advantages is analysed in textile industry through an application and a lean six sigma project.

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının tüm safhalarında değerli fikirleri ile beni aydınlatan ve katkıda bulunan, benden hoşgörü ve desteğini esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. Nevin DENİZ'e ve bizler ile eğitim süresi boyunca bilgi ve tecrübelerini sürekli olarak paylaşan ve akademik yönden gelişimimde büyük katkı sağlayan değerli hocam Prof. Dr. Canan ÇETİN'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmam esnasında vaktimi esirgemek zorunda kaldığım, bu süre içerisinde bana her türlü desteği veren ve her zaman yanımda olan eşim İlknur KAYACIK ve oğlum Tarık KAYACIK'a da sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

TEZ ONAY BELGESİ.....	i
ÖZET VE ANAHTAR KELİMELEER.....	ii
YABANCI DİLDE ÖZET VE ANAHTAR KELİMELEER.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
TABLO LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xii
KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ	1
2. YALIN ÜRETİM METODOLOJİSİ.....	3
2.1 Yalın Üretim Tanımı.....	3
2.2 Yalın Üretimin Tarihsel Gelişimi.....	5
2.3 Yalın Üretim İlkeleri.....	7
2.3.1 Değerin Tanımlanması.....	9
2.3.2 Değer Akışının Belirlenmesi.....	11
2.3.3 Sürekli Akışın Sağlanması.....	12
2.3.4 Takt ve Çevrim Süresi.....	16
2.3.5 Çekme Sisteminin Sağlanması.....	18
2.3.6 Mükemmelliğin Sağlanması.....	20
2.4 Yalın Üretimde Roller.....	23
2.4.1 Değişim Temsilcisi.....	24
2.4.2 Sensei.....	25
2.4.3 Baş Mühendis.....	25
2.4.4 Değer Akış Yöneticisi.....	25
2.4.5 Yalın Destek Ofisi.....	26
2.4.6 Grup Lideri.....	26
2.4.7 Takım Lideri.....	27

3. YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİ.....	28
3.1 Tam Zamanında Üretim Sistemi.....	28
3.1.1 Tam Zamanında Üretim Sisteminin Temel İlkeleri.....	29
3.1.2 Tam Zamanında Üretim Sisteminin Hedefleri.....	31
3.1.3 Tam Zamanında Üretim Sistemi Kavramları.....	31
3.1.4 Tam Zamanında Üretimi Destekleyen Diğer Yalın Teknikleri.....	32
3.1.5 Tam Zamanında Üretim Sisteminin Çalışma Prensipleri.....	32
3.1.6 Tam Zamanında Üretim Sisteminin Yararları.....	34
3.2 Kanban Üretim Sistemi.....	35
3.2.1 Kanban Tanımı.....	35
3.2.2 Üretim Kontrol Sistemleri.....	37
3.2.3 Kanban Çeşitleri.....	38
3.2.4 Kanban Kuralları.....	40
3.2.5 Kanban Sisteminin Uygulanması.....	42
3.3 Tek Parça Akış Sistemi.....	44
3.3.1 Tek Parça Akış Sisteminin Uygulanması.....	45
3.3.2 Tek Parça Akış Sisteminin Faydaları.....	46
3.4 5S.....	47
3.4.1 Sınıflandırma.....	49
3.4.2 Sıralama/Düzenleme.....	50
3.4.3 Silme/Temizleme.....	51
3.4.4 Standartlaştırma.....	51
3.4.5 Sahiplenme/Sistemi Kurma/Sistemi Koruma/Disiplin.....	52
3.4.6 5S Uygulama Adımları.....	53
3.5 Kaizen.....	55
3.5.1 Kaizen Uygulamaları.....	56
3.5.2 16 Büyük Kayıp.....	58
3.5.3 Kaizen Türleri.....	60
3.6 Poka Yoke/Otonomasyon(Jidoka) (Hata Önleyici Düzenekler).....	63
3.6.1 Poka Yoke Yöntemleri.....	66
3.6.2 Otonomasyon(Jidoka).....	68
3.7 Tekli Dakikalarda Kalıp Değişirme (SMED).....	69
3.7.1 Model Değişim/Hazırlık (Set-up) Kavramı.....	69

3.7.2	SMED Tekniği İlkeleri.....	71
3.8	Toplam Üretken Bakım (TPM).....	73
3.8.1	Toplam Üretken Bakımın 12 Adımlı Uygulama Planı.....	75
3.8.2	Toplam Üretken Bakım Çeşitleri.....	77
3.8.3	Hata Kartı (F-Tag) ve TPM Panosu.....	80
3.8.4	Toplam Üretken Bakım Metrikleri.....	82
4.	ALTI SİGMA METODOLOJİSİ.....	84
4.1	Sigma Tanımı.....	84
4.2	Altı Sigma Tanımı.....	84
4.3	Altı Sigma'nın Önemi.....	86
4.4	Altı Sigma'nın Oluşumu.....	87
4.5	Altı Sigma'nın Tarihsel Gelişimi.....	92
4.6	Altı Sigma Organizasyonunda Roller.....	94
4.6.1	Lider.....	94
4.6.2	Liderlik Ekibi.....	95
4.6.3	Şampiyon.....	96
4.6.4	Finans Temsilcisi.....	97
4.6.5	Kara Kuşak.....	97
4.6.6	Kara Kuşak Özellikleri.....	99

5. ALTI SİGMA (DMAIC) FAZLARI	106
5.1 DMAIC Metodolojisi	106
5.2 Tanımlama Fazı	106
5.2.1 Kritik Müşteri İhtiyaçlarının Tanımlanması	106
5.2.2 Problem veya İyileştirme Fırsatının Belirlenmesi	107
5.2.3 Projenin Tanımlanması	110
5.2.4 Proje Ana Metriklerinin Tanımlanması	110
5.2.5 Proje Amaç ve Hedefinin Belirlenmesi	111
5.2.6 Tahmini Yıllık Getirinin Belirlenmesi	112
5.2.7 Proje Liderinin Belirlenmesi	113
5.2.8 Proje Mentorunun Belirlenmesi	114
5.2.9 Proje Takım Üyelerinin Belirlenmesi	115
5.2.10 Proje Tanımlama Belgesinin Oluşturulması	116
5.2.11 Projenin Başlatılması	117
5.3 Ölçme Fazı	117
5.3.1 Projenin Detaylı Tanımlanması	117
5.3.2 Proje Ana Metriklerinin Analizi	119
5.3.3 Süreç Haritasının Oluşturulması	119
5.3.4 Sebep Sonuç İlişkilerinin Belirlenmesi	121
5.3.5 Ölçüm Sistemi Analizi	123
5.3.6 Proses Yeterliliğinin Belirlenmesi	125
5.3.7 Veri Toplama Planının Oluşturulması	127
5.4 Analiz Fazı	127
5.4.1 Değişkenliklerin Teşhis Edilmesi	127
5.4.2 Hipotez Testlerinin Kurulması	128
5.4.3 Hipotez Testleri Örnek Büyüklüklerinin Belirlenmesi	131
5.4.4 İleri İstatistiksel Analiz Yöntemleri	131
5.4.5 Kök Sebeplerin Belirlenmesi	132
5.5. İyileştirme Fazı	133
5.5.1 Deney Tasarımının (DOE) Planlanması	133
5.5.2 Deney Tasarımının Gerçekleştirilmesi	135
5.5.3 Ana Etki ve Etkileşimlerin Araştırılması	136
5.5.4 Tüm Etkili Sebepler için Sebep-Sonuç İlişkisinin Tanımlanması	136

5.6. Kontrol Fazı	137
5.6.1 Kontrol Metotlarının Belirlenmesi	137
5.6.2 Kontrol Kartlarının Oluşturulması	139
5.6.3 Kontrol Planının Oluşturulması	140
5.6.4 Projenin Kapatılması ve Devri	141
5.6.5 Projenin Gerçekleştirme Sürecinde İzlenmesi	144
6. YALIN ALTI SİGMA METODOLOJİSİ.....	145
6.1 Yalın Altı Sigma Tanımı.....	145
6.2 Yalın Altı Sigma'nın Tarihsel Gelişimi.....	146
6.3 Yalın Üretim ile Altı Sigma Arasındaki İlişki.....	148
6.3.1 Yalın Üretim Altı Sigma Yöntemlerine İhtiyaç Duyduğu Konular..	154
6.3.2 Altı Sigma'nın Yalın Yöntemlerine İhtiyaç Duyduğu Konular.....	154
6.4 Yalın Üretim ile Altı Sigma'nın Entegrasyonu.....	157
6.5 Yalın Altı Sigma'da DMAIC Prosesi.....	162
6.5.1 Proje ve Proje Metodunun Seçimi.....	163
6.5.2 Tanımlama Fazı.....	164
6.5.3 Ölçme Fazı.....	164
6.5.4 Analiz Fazı.....	165
6.5.5 İyileştirme Fazı.....	165
6.5.6 Kontrol Fazı.....	165
6.5 Yalın Altı Sigma'da Roller.....	166
6.6.1 Liderlik Ekibi.....	168
6.6.2 Değişim Temsilcisi/Şampiyon.....	168
6.6.3 Uzman Kara Kuşak/Sensei.....	168
6.6.4 Kara ve Yeşil Kuşak.....	170
6.6.5 Kaizen/Proje Ekip Üyesi.....	170

7. TEKSTİL SEKTÖRÜNDE YALIN ALTI SİGMA UYGULAMASINA BİR ÖRNEK ÇALIŞMA	172
7.1 Uygulama Çalışmasının Amacı	172
7.2 Uygulama Çalışmasının Kapsamı	172
7.3 Uygulama Çalışmasının Önemi	173
7.4 Uygulama Çalışmasının Sınırlamaları	173
7.5 Uygulama Çalışmasının Yöntemi	174
7.6 Altı Sigma'dan Bağımsız Yalın Uygulamaları	174
7.6.1 Tek Parça Akış Uygulamaları	175
7.6.2 Sürekli Akışın Sağlanması	177
7.6.3 Takt ve Çevrim Süresi Uygulamaları	178
7.6.4 Kanban Sistemi Uygulamaları	180
7.6.5 7S Uygulamaları	182
7.6.6 SMED Uygulamaları	186
7.6.7 Değer Akışı Haritalama	188
7.6.8 Hoshin Kanri Hedef Yayılımı	191
7.6.9 Poka Yoke Uygulamaları	194
7.6.10 Kaizen Uygulamaları	196
7.6.11 TPM Uygulamaları	198
7.7 Yalın Altı Sigma Uygulamaları	201
7.7.1 Yalın Altı Sigma Organizasyonu	202
7.7.2 Yalın Altı Sigma Proje Seçimi Uygulamaları	205
7.7.3 DMAIC ya da Kaizen Seçimi Uygulamaları	207
7.8 Yalın Altı Sigma Proje Uygulaması	209
7.8.1 Tanımlama Fazı	209
7.8.2 Ölçme Fazı	210
7.8.3 Analiz Fazı	212
7.8.4 İyileştirme Fazı	215
7.8.5 Kontrol Fazı	218
8. SONUÇ	220
9. KAYNAKÇA	222

TABLO LİSTESİ:

Tablo 1: 5S'in Tanımları, Anlamları, Amaç ve Belirleyici Etkinlikleri.....	48
Tablo 2: Değişik Sigma Seviyelerinde Hata Oranları.....	85
Tablo 3: Hipotez Testi Kabul Hata Tipi.....	129
Tablo 4: Hipotezler.....	130
Tablo 5: Önem Düzeyine Göre Z Değeri	130
Tablo 6: Yalın Üretim ile Altı Sigma Arasındaki Farklılıklar.....	148
Tablo 7: Yalın Altı Sigma Teknikleri DMAIC Entegrasyonu.....	166
Tablo 8: 7S Denetim Listesi.....	185
Tablo 9: Dikim Bantları İkinci Kalite Pareto Analizi.....	211
Tablo 10: DOE - Ana Etken Grafiği.....	216
Tablo 11: DOE - Etkileşim Grafiği.....	216
Tablo 12: DOE – Artık (Residual) Analiz Grafiği.....	217
Tablo 13: DOE – Optimizasyon Grafiği.....	217

ŞEKİL LİSTESİ:

Şekil 1: Yalın Üretime Geçişte Sağlanan Tasarruf Oranları.....	21
Şekil 2: 5S'in Uygulama Adımları.....	54
Şekil 3: Normal Dağılım Eğrisi.....	84
Şekil 4: Bir Altı Sigma Süreci	85
Şekil 5: Sol Kuyruk Testi	130
Şekil 6: Çift Yönlü Test	130
Şekil 7: Sağ Kuyruk Testi	130
Şekil 8: Yalın Altı Sigma'nın Tarihsel Gelişimi	147
Şekil 9: Yalın Altı Sigma'nın Toplam Süreç Verimliliğine Etkisi Grafiği.....	156
Şekil 10: Yalın ve Altı Sigma Entegrasyon Yol Haritası.....	159
Şekil 11: Altı Sigma, Yalın Üretim ve Kaizen Entegrasyonu.....	161
Şekil 12: Yalın Altı Sigma Organizasyon Şeması Örneği.....	167
Şekil 13: Tek Parça Akış Sistemine Göre Üretim Bant Düzenlemesi.....	175
Şekil 14: Ardışık Proseslerde Tek Parça Akış Sistemine Geçiş Şeması.....	177
Şekil 15: Dengelenmiş Üretim Çizelgesi (Balanced Chart).....	179
Şekil 16: Mevcut / Gelecek Durumlu Değer Akış Haritası.....	190
Şekil 17: Hoshin Kanri Matrisi.....	191
Şekil 18: Hoshin Kanri, A3 Formatlı Yıllık Operasyon Planı.....	193
Şekil 19: Yalın Altı Sigma Organizasyon Şeması.....	204
Şekil 20: Poka Yoke Uygulama Örneği.....	219

KISALTMALAR:

σ	Sigma, Standard Sapma
ABD	Amerika Bileşik Devletleri
ANOVA	Analysis of Variance (Varyans analizi)
ASL	Alt Spesifikasyon Limiti
BB	Black Belt (Kara Kuşak)
Cp	Proses Yeterliliği
CEO	Chief Executive Officer (Lider, Üst Düzey Yönetici)
CI	Continuous Improvement (Sürekli Gelişim)
CTD	Critical to Delivery (Teslimata Duyarlı)
CTP	Critical to Price (Fiyata Duyarlı)
CTQ	Critical to Quality (Kaliteye Duyarlı)
CTX	Critical to X (Tüm Parametrelere Duyarlı)
CT	Cycle Time (Çevrim Süresi)
DFSS	Design for Six Sigma (Tasarımda Altı Sigma)
DMADV	Define, Measure, Analyze, Design, Verify (Tanımlama, Ölçme, Analiz, Dizayn, Kanıtlama)
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control (Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme, Kontrol)
D2D	Dock to Dock
DOE	Design of Experiment (Deney Tasarımı)
DPU	Defect Per Unit (Parça Başına Hata)
EFQM	European Federation for Quality Management (Avrupa Kalite Yönetim Vakfı)
EQ	Emotional Quotient (Duygusal Zekâ)
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis (Hata Türleri ve Etkileri Analizi)
GB	Green Belt (Yeşil Kuşak)
HTEA	Hata Türleri ve Etkileri Analizi
İPK	İstatistiksel Proses Kontrol
IQ	Intelligence Quotient (Zekâ Katsayısı)
JIT	Just in Time (Tam Zamanında Üretim)
KPI	Key Performance Indicator (Kilit Performans Parametresi)
MAIC	Measure, Analyze, Improve, Control (Ölçme, Analiz, İyileştirme, Kontrol)

MBB	Master Black Belt (Uzman Kara Kuşak)
MD	Model Değişim
MDS	Model Değişim Süresi
MLT	Manufacturing Lead Time (Üretim Süresi)
MTBF	Mean Time Between Failures (Arızalar Arası Geçen Ortalama Zaman)
MTTR	Mean Time To Repair (Tamirde Geçen Ortalama Süre)
NVA	Non Value Added (Katma Değer Yaratan)
OEE	Overall Equipment Efficiency (Toplam Ekipman Etkinliği)
PDCA	Plan Do Check Act (Planla – Uygula - Kontrol et - Önlem Al)
PDP	Policy Deployment Plan (Politika Yayılımı Planı)
PM	Productive Maintenance (Üretken Bakım)
Pp	Proses yeterliliği
PPM	Part Per Million (Milyonda Parça Adedi)
PUKÖ	Planla – Uygula - Kontrol et - Önlem Al
QFD	Quality Function Deployment (Kalite Fonksiyonu Yayılımı)
RDMAICR	Recognize, Define, Measure, Analyze, Improve, Control, Realize (Farkına Varma, Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme, Kontrol, Gerçekleştirme)
RFT	Right the First Time (İlk Seferde Doğru Üretim)
ROIC	Return of Investment Capital (Yatırım Sermayesi Getirisi)
R&R	Repeatability & Reproducability (Tekrarlanabilirlik ve Yeniden Üretilbilirlik)
RTY	Rolled Throughput Yield (Toplam Süreç Verimliliği, Toplam Başarı Oranı)
SIPOC	Supplier, Input, Process, Output, Customer (Tedarikçi, Girdi, Süreç, Çıktı, Müşteri)
SL	Spesifikasyon Limiti
SMED	Single Minute Exchange of Dies (Tekli Dakikalarda Kalıp Değişirme)
SOP	Standard Operational Procedure (Standart İş Prosedürü)
SPC	Statistical Process Control (İstatistiksel Proses Kontrol)
T.C.	Türkiye Cumhuriyeti
TEI	Türkiye Motor işletmeleri
TKY	Toplam Kalite Yönetimi
TÖAİK	Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme, Kontrol

TPM	Total Preventive Maintenance (Toplam Üretken Bakım)
TPS	Toyota Production System (Toyota Üretim Sistemi)
TQM	Total Quality Management (Toplam Kalite Yönetimi)
TT	Takt Time (Takt Süresi)
TÜS	Toyota Üretim Sistemi
TZÜ	Tam Zamanında Üretim
USL	Üst Spesifikasyon Limiti
VA	Value Added (Katma Değer Yaratmayan)
VAR	Value Added Ratio (Katma Değer Oranı)
VOC	Voice of Customer (Müşterinin Sesi)
VSM	Value Stream Map (Değer Akış Haritası)
WIP	Work in Process (Süreçteki İş)

1. GİRİŞ:

Müşteri isteklerine hızlı ve zamanında cevap verebilme gücü yaklaşımı sürdürülürken maliyetlerin sürekli düşürülmesi yoluyla kârlılığın arttırılması ve bu sayede rekabetçiliğin korunması ürün ve hizmet üretmekte olan organizasyonların en önemli gündemi olarak yer almaktadır.

Müşterinin beklenti ve taleplerini algılayamayan ya da bu beklentileri proses ve çalışanlara metodolojik olarak aktaramayan firmaların rekabet şansı her geçen gün azalmaktadır. Organizasyonların sürdürülebilirliği için bazı temel faktörler; müşteriye teslimatta hızlılık, maliyetin sürekli düşürülmesi, kalitenin arttırılması, operasyonel verimlilik, öğrenen organizasyonlar, çalışan motivasyonu, iş sağlığı ve iş güvenliği, sürekli gelişim, çevreye ve sosyal yaşama duyarlılık ve yenilikçilik olarak son yıllarda ön plana çıkmıştır. Tüm bu kritik faktörlerin büyük bir kısmı; Toplam Kalite Yönetimi, Yalın Üretim ve Altı Sigma gibi son yıllarda operasyonel iyileştirmelerde başarı sağlayan metodolojilerin içinde yer bulmaktadır.

Toplam Kalite Yönetimi, üretimde, hizmette ve tüm bunların odağında olan çalışanın tasarımdan sunuma ve kullanım performansına kadar etkin rol oynadığı ilke ve teknikleri içermektedir. Toplam Kalite Yönetimi sürekli gelişimi de en önemli unsur olarak tanımlamaktadır.

Bu çalışma kapsamında 20. yüzyılın son yıllarında dünyada uygulamaya başlanan ve büyük faydalar sağlayan Yalın üretim ve Altı Sigma'nın işletmelerin var olma ve sürdürülebilirlik hedefleri için sunduğu metodoloji ve bir dizi teknikler incelenecektir. Yalın üretim ve Altı Sigma'nın birbirine göre avantajlı yanlarının tekstil sektöründe bir uygulama örneği ile adım adım entegrasyonu proje ve örneklerle analiz edilecektir. Yalın Altı Sigma Türkiye'de olduğu kadar dünyada da bir modelleme sürecindedir ve bu modelleme içinde bulunduğumuz yüzyılın henüz ilk yıllarında başlamıştır.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde Yalın üretim metodolojisi, ilkeleri, teknikleri ve rolleri kapsamlı olarak incelenmiştir. Yalın üretim uygulamaları ile organizasyonlar hız ve esneklikte belirgin iyileştirmeler sağlamaktadır.

İkinci bölümde Altı Sigma metodolojisi, DMAIC tekniği, rolleri ele alınmıştır. Altı Sigma ilk olarak General Electric ve Motorola tarafından uygulamaya alınmış tüm operasyonlarda büyük başarı ve mali getiri sağlamıştır. Karlılıkta organizasyonlara sıçrama sağlayan Altı Sigma 1996'dan sonra dünyada yaygınlaşmıştır. Altı Sigma değişkenliğe, kaliteye ve proje yönetimine odaklanmaktadır.

Üçüncü bölümde ise Yalın ve Altı Sigma'nın birbirine göre avantajlı yanları analiz edilerek Yalın Altı Sigma metodolojisinin entegrasyonu modeli üzerinde inceleme yapılmıştır. Bu modelleme süreci tüm dünyada halen devam eden bir çalışmadır.

Dördüncü bölümde ise Türkiye'de bir tekstil işletmesinde Yalın Altı Sigma entegrasyon modelleme süreci uygulama örnekleri ile paylaşılmıştır. Bu bölüm içerisinde sadece Yalın teknikleri uygulanarak yapılan çalışmalar ile Yalın Altı Sigma modellemesi ile yapılan çalışmalar ayrı analiz edilmiştir.

Son bölümde ise her iki metodolojiden gelen tekniklerin kullanımını içeren bir Yalın Altı Sigma projesi ele alınmıştır.

Yalın Altı Sigma uygulamalarının gelişiminde büyük katkı sağlayan Henry Ford, Frederick Taylor, W.Edwards Deming, Dr. Armand Feigenbaum ve Dr. Joseph M.Juran, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Jack Welch gibi guruların uygulamalarına da değinilmiştir.

Bu çalışmanın Yalın Altı Sigma entegrasyon modellemesine bir referans oluşturmasını dilerim

İstanbul, 2010

Sadık KAYACIK

2. YALIN ÜRETİM METODOLOJİSİ:

2.1 Yalın Üretim Tanımı:

Toyota'nın mükemmelliğe ulaşma arayışında göze çarpan Toyota Üretim Sistemi (TÜS), Henry Ford'un icat ettiği "Seri üretim sistemi"nden sonra geliştirilmiş ikinci verimli iş sürecidir. Belgelendirilmiş, analiz edilmiş ve sonra da dünyanın dört bir yanındaki çeşitli sanayi kuruluşlarına ihraç edilmiştir. Toyota Üretim Sistemi (TÜS) Toyota dışında "Yalınlık" ya da "Yalın üretim" olarak bilinir. Bu terimleri çok satan iki kitap meşhur etmiştir; "The Machine That Changed the World: "Dünyayı Değiştiren Makine" (Womack, Jones, Roos, 1991) ve Lean Thinking "Yalın Düşünce" (Womack, Jones, 1996). Yazarlar, yalınlık üzerine yaptıkları araştırmanın temelinde TÜS'nin ve Toyota'nın onu geliştirmesinin yattığını özellikle belirtmektedirler.¹

Yalın üretim, yapısında hiçbir gereksiz unsur taşımayan ve hata, maliyet, stok, işçilik, geliştirme süreci, üretim alanı, fire, müşteri memnuniyetsizliği gibi unsurların en aza indirildiği üretim sistemi olarak tanımlanmaktadır.²

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

Yukarıdaki anahtar faktörleri başarılı bir şekilde uygulamayı öngören bu yaklaşım tarzının kökeninde, kalite anlamı ve sistemini değiştiren Toplam Kalite Kontrol Sistemi bulunmaktadır. Kalitenin "Kalite kontrol" veya "Kalite güvence" gibi tek bir departmanın sorumluluğu olmadığını, kalitenin, ürün ve hizmetler oluşturulurken aşama aşama elde edildiğini benimseyen bu sistem, yalın üretimin köşe taşlarından birisidir. Yalın üretimin kalite anlayışı, müşterinin bir ürün veya hizmeti satın alırken bu mal veya hizmette var

¹ Jeffrey K.Liker, **Toyota Tarzı: 14 Yönetim İlkesi**, 1.Basım, İstanbul: Yalın Enstitü Derneği, 2005, s.37.

² Seyda Erkek, "Yalın Üretim Anlayışı", Konya Ticaret Odası Etüt Araştırma Servisi, 2008, Sayı: 2008.36.465, www.kto.org.tr/dosya/rapor/yalin_uretim.pdf , s.2.

olduğunu ümit ettiği ve kullanım esnasında ihtiyaç duyacağı tüm beklentilerini eksiksiz karşılanmasıdır.

Yalın üretimin, pazardan gelebilecek hedefleri anında karşılayabilmek için tepe yönetimden çalışanına ve yan sanayicisine kadar herkesin çalışmasını bir bütün olarak birleştirir. Üretimin her düzeyinde çok yönlü eğitilmiş işçi ekipleri çalıştırılır ve yüksek derece esnekliği olan, otomasyon düzeyi yüksek makineler kullanılır. Diğer yandan sorumluluk firmanın organizasyon yapısının en alt kademelerine kadar paylaşılır. Bu sorumluluk çalışanların kendi çalışmasını kontrol etme özgürlüğü anlamına gelir.

Yalın üretim “Yalın”dır, çünkü seri üretimle kıyaslandığında her şeyin daha azını kullanır. Ayrıca yerinde ihtiyaç duyulan stokların yarısından çok daha azının bulundurulmasını gerektirir, çok daha az bozuk ürün çıkar ve daha fazla ve gittikçe de artan çeşitlilikte ürünler üretir.

Seri üretim ile yalın üretim arasındaki en çarpıcı farklılık asıl amaçlarında yatmaktadır. Seri üreticiler kendilerine sınırlı bir hedef tayin ederler. Bu da, azami sayıda, standardize edilmiş ürünler anlamına gelir. Daha iyisini yapmak, bu anlayışa göre çok pahalıya mal olacaktır veya insanın doğal yeteneklerini aşacaktır. Diğer tarafta, yalın üreticiler kesin olarak kusursuzluğu (Devamlı düşen maliyetler, sıfır bozuk mal, sıfır stok ve sonu gelmeyen ürün çeşitliliği gibi) hedef almışlardır. Yalın üretici bu hedefe ulaşmak için sürekli mükemmellik arayışı içindedir.

Yalın üretim, daha fazla profesyonel yeteneklerin öğrenilmesini ve bunların katı bir hiyerarşiden ziyade yaratıcı bir şekilde bir takım atmosferi içinde uygulanmasını gerektirmektedir. Ana amaç, sorumluluğu kuruluşun yapısal piramidinde çoğunluğu oluşturan alt kademelerdeki kişilere yaymaktır.³

Yalın üretim, işletmelere küçük parti üretimini kısa sürede en az hata ile gerçekleştirme yeteneğini kazandırmaktadır.⁴

³ Osman Bedel, “Yalın Üretim Nedir?”, 2009, http://www.biymed.com/forum/forum_posts.asp?TID=21848, s.1.

⁴ James P.Womack ve Daniel T.Jones, **Yalın Düşünce**, 1.Basım, İstanbul: Optimist, 2007, s.92.

2.2 Yalın Üretimin Tarihsel Gelişimi:

Bilimsel yönetimin öncülerinden Frederick Taylor, 1880'li yılların başlarında çalışanların becerilerini artırmak amacı ile iş analizi çalışmalarına başlamıştır. İş analiz etmeye ve geliştirmeye yönelik bu girişimler, Taylor tarafından "Bilimsel Yönetim Yaklaşımı" olarak adlandırılmıştır. Taylor bu yaklaşımının temelini, bir çalışanın yaptığı işin temel bölümlere ayrılması ve işin yapılmasında etkili olmayan hareketlerin belirlenerek ortadan kaldırılmasından oluşturmaktaydı. Taylor yaklaşımının bir sonraki aşaması, işin başarılmaması için gereken hareketlerin birkaç tecrübeli çalışan tarafından nasıl gerçekleştirildiğinin saptanması ve bu hareketlerin aldığı zamana bağlı olarak, bu hareketlerin gerçekleştirilmesi için gerekli olan en hızlı ve en iyi metodu seçmektir. Aynı zamanda, bu analizlerle gecikme, kesilme, kazalar ve fiziksel dinlenme için gereken zaman süreleri belirleme çalışmaları da yapılmıştır. Taylor'un çalışması, görevlerin başarılmamasında kullanılan materyal, donanım ve araçlara odaklanmıştır. Taylor'un bu çalışması, iş analizi kavramının "Zaman etüdü" olarak bilinen kısmının başlangıcıdır. Taylor'un üzerinde çalıştığı bu yöntem sayesinde aynı zamanda, düşük personel maliyetleriyle birlikte yüksek performanslı personel için yüksek ücret sağlama amaçları da gerçekleştirilmiştir.

Bilimsel yönetimin kurucusu olan Taylor'a göre; etkin bir yönetim, gerekli görevlerin analizi, bireylerin en güçlü niteliklerinin belirlenmesi ve görev gereklerinin insan yetenekleri ile eşleştirilmesi yolu ile iş dağılımlarının yapılandırılması sonucu gerçekleşmektedir. İş analizinin temelini oluşturan bu yaklaşım ile birlikte, mevcut işlerin analizine yönelik bir yaklaşım gelişmiştir. Bu dönemde Gilbreth'lerin yaptıkları çalışmalar, hareket etütleri ve bir işin yapılabilmesi için en etkin yolun araştırılması konuları gündeme gelmiştir.

Hareket ve mikro-hareket çalışma kavramları, Frank ve eşi Lillian Gilbreth tarafından geliştirilmiştir. F.Gilbreth'in insanların işleri kendilerine özgü yöntemlerle gerçekleştirdiği geleneksel usuller yerine; gözlem ve araştırmaları ile bir görevi yapmanın en iyi metodunu bulmaya yönlendirmiştir. Gilbreth, hangi hareketlerin en kolay ve en az yorucu olduğunu belirlemeye çalışan, hareket etüdü çalışmasına önem vermiştir. Gilbreth'in ilk araştırmaları, resimlerle desteklenmiştir. Ancak, Gilbreth'in asıl katkısı, analiz

tekniklerinde hareketli resim kamerası kullanana kadar ortaya çıkmamıştır. Hareketli film tekniği kullanan ilk mikro-hareket analizi çalışma tekniği, bay ve bayan Gilbreth'e aittir⁵

İş yaşamında oluşan ve devam eden israflar, yerden tuğlaları alan duvar ustalarını gören hareket verimliliği uzmanı Frank Gilbreth tarafından fark edilmiştir. Duvar ustası 2,3 kg (5 pound) ağırlığındaki tuğlayı almak için bedeninin üst kısmını kaldırıp indirir; ancak bu verimsizlik, çalışma yaşamına uzun pratikler sonucunda yerleşmiştir. Alçalmayan ve tuğlaları insanların bel kısmına ulaştıran yapı iskelesinin kullanılmasıyla, duvar ustalarının daha az çaba harcayarak üç kat hızlı çalışması sağlanmıştır.

Toyoda ailesi büyüğü Sakichi Toyoda'nın 1910 yılında Amerika gezisinde, çağın otomobil çağı olduğuna karar vermesi ile ilk adım atılmıştır. Bu karar doğrultusunda aile otomobil şirketine yatırım yapılmaya başlamıştır. 1940'lı yılların sonuna gelindiğinde, Toyota Motor Company arkasında 7 yıllık bir geçmişi bulunan, tamamen marjinal bir işletmeydi. Ürettiği otomobillerin toplamı, Ford'un Rouge'daki fabrikalarında bir günde gerçekleştirilen üretimin yarısı bile (Ford'un 7.000 araçlık üretimine karşı 2.685 otomobil) değildi. 1950 yılında Toyota'nın ürettiği toplam 11.706 araç dahi General Motors'un 4 milyon, Ford'un 2 milyon araçlık üretiminin yanında çok düşük miktardaydı.

45 yıllık iş yaşamının tamamını Toyoda ailesinin hizmetinde geçiren ve Toyota Üretim Sistemi'ne temel oluşturan üretim felsefesinin fikir babası Taiichi Ohno'nun, yöneticileri ile birlikte yaptığı Amerika gezisi ile yalın üretim tekniklerinin temeli atılmıştır. Amaçları Amerika'daki firmalar ile rekabet edebilecek üretim yapabilmektir. Ancak gördükleri sistem; Henry Ford tarafından geliştirilen ve 1880–1940 yıllarında altın çağını yaşayan ve günümüzde de halen kullanılan kitle üretim tarzıdır. Arzın ve talebin düzenli olduğu dönemlerde uygun olabilen bu sistem, Taiichi Ohno tarafından benimsenmemiştir. Taiichi Ohno ve takım arkadaşları, daha sonra Toyota Üretim Sistemi olarak adlandırılacak verimlilik, etkinlik, kaliteyi iyileştirme ve geliştirme çalışmalarına başlarlar. İşletmelerin hayatında kısa olarak kabul edilecek bir süre içinde önemli sonuçlar elde etmeye başlarlar. Elde edilen sonuçlardan birkaç örnek şunlardır:

⁵ Meryem Akoğlan Kozak ve Oya Yazıcılar, "İş Analizinin Yönetim Yaklaşımları İçindeki Önemi", 2003, A.Ü Eskişehir M.Y.O., <http://www.isgucdergi.org/?p=makale&id=25&cilt=5&sayi=1&yil=2003>, s.1.

Taiichi Ohno, Toyota içerisinde ve tedarikçi grubunda yer alan şirketlerde yalın düşünceyi yaygınlaştırmak üzere 1969'da Üretim Yönetimi Birimi kurmuştur.⁶

Toyota Motor Company 1980'li yılların başında, piyasaya sürdüğü 3,5 milyon otomobil ile Batı'daki en büyük rakiplerinden yaklaşık 10 kat daha az işçiyle dünya üreticileri arasında bir anda ikinci sıraya yerleşmiştir.

1987 yılında, General Motors tesislerinde bir otomobil 31 saatte monte edilirken, Toyota'da bir otomobilin montajı 16 saati bile bulmuyordu. Üstelik hata oranı da üçte ikiden azdı. Altı çizilmesi gereken en önemli başarı da büyük preslerde kalıp değiştirme süresinin inanılmaz düzeyde azaltılmasıdır. Bu süre 8 saatten 3 dakikaya indirilmiştir. Bir önemli faktör Japonya'da çalışma saatlerinin daha fazla olması iken, diğer anahtar unsur da tekniklerin sürekli olarak yenilenmesi ve iyileştirilmesiydi.

1940'lı yıllarda Toyota, Amerikan otomobil firmaları ile rekabet etmeyi düşünürken, 1980'lerde ise Amerika Japonlar ile rekabeti düşünmeye başladı. Amerika'da Toyota referans alınarak yapılan çalışmaların "The Machine That Changed the World: "Dünyayı Değiştiren Makine" isimli kitap yayınlandı. Bu da Amerika'daki Yalın Üretim Teknikleri için yapılan çalışmaların ilk adımı oldu.⁷

2.3 Yalın Üretimin İlkeleri:

Yalın üretimin temel amacı, değer hammaddeyi kullanarak, değer yaratma süreci boyunca kesintisiz akışın sağlanarak hızla nihai müşteriye ulaştırılmasıdır. Bunu başarabilmek için tüm değer zincirine bir bütünlük çerçevesinde bakmak, israfları yok etmek ve tüm faaliyetleri müşteri için mükemmel değer oluşturmak amacına yönlendirmek gerekir.

Yalın üretimde israf, bilinen anlamının ötesinde ürün ya da hizmetin kullanıcıya herhangi bir fayda sunmayan, müşterinin fazladan bedel ödemeyi kabul etmeyeceği her şeydir. Tasarımdan sevkıyata tüm ürün/hizmet yaratma aşamalarındaki her türlü israfın (hatalar, aşırı üretim, stoklar, beklemler, gereksiz işler, gereksiz hareketler, gereksiz

⁶ Womack ve Jones, a.g.e, s.89.

⁷ Liker, a.g.e, s.38-48

taşımalar) yok edilmesi ile maliyetlerin düşürülmesi, müşteri memnuniyetinin artırılması, piyasa koşullarına uyum esnekliğinin kazanılması, nakit akışının hızlandırılması dolayısı ile firma kârlılığının artırılması hedeflenir.⁸

Firmalar için asıl maliyet oluşturan kalemler yöneticilerin göremediği alanlarda ve katma değer oluşturmayan zaman kayıplarında gizlidir. Bu sistemin temel hedefi bu gizli maliyetlerin ortaya çıkarılması ve azaltılmasıdır. Değer yaratmayan ama kaynak harcayan faaliyetlere “İsraf” ya da Japonca olarak “Muda” adı verilmektedir. Toyota, aşağıda sıralanan iş ve imalat sürecinde değer katmayan sekiz israf tipini belirlemiştir;

1. Fazla üretim: Sipariş edilmemiş ürünler üretmek; bu personel fazlalığına ve gereksiz stok yığılması nedeniyle aşırı depolama ve nakliye gibi firelere yol açmaktadır.

2. Bekleme (Boşa zaman geçirme): İşçilerin, otomatik bir makinenin çalışmasını izleyerek beklemeleri ya da boş durarak bir sonraki adımı, aleti, malzemeyi, parçayı vb. beklemek zorunda kalmaları, ya da eldeki malzemenin tükenmesi, bağlantılı süreçlerdeki gecikmeler, makine arızası ve kapasite darboğazı gibi durumlar yüzünden işsiz kalmalarıdır.

3. Gereksiz taşıma veya aktarma: Süreçteki işleri uzak mesafelere taşımak, verimsiz nakliye ya da malzeme, parça veya bitmiş ürünü depoya giriş çıkış yapmak ya da süreçler arasında taşıyıp durmaktır.

4. Fazla ya da yanlış işlem yapma: Parçaları işlemde geçirirken gereksiz işler yapmak. Alet yetersizliği ve ürün tasarım hatası nedeniyle verimsiz işler yapmak, gereksiz harekete neden olmak ve hata üretmek. Gerekenden yüksek kalitede ürünler yapmak da diğer bir fire şeklidir.

5. Fazla stoklama: Hammadde, süreçteki işler ya da bitmiş ürün fazlalığının geçiş zamanlarının uzamasına, gereksizleşmeye, taşıma ya da depolama maliyetlerine ve gecikmeye yol açmasıdır. Stok fazlası ayrıca üretim dengesizliği, müşteri teslimatlarının

⁸ Yalın Yaklaşım, Yalın Enstitü Derneği, 2009, http://www.yalinenstitu.org.tr/index.php?option=com_content&task=view&id=9&Itemid=13, par.2

gecikmesi, kusurlu işler, makinelerin hizmet dışı kalması ve uzun ayar süreleri gibi problemleri de gizler.

6. Gereksiz hareket: Çalışanların çalışma sırasında parça, alet vb. gibi malzemeleri ararken, bunların yanına gidip gelirken ya da onları bir yere götürüp yığarken yaptıkları fire niteliğindeki hareketlerdir. Yürümek de bir firedir.

7. Kusurlar: Hatalı parçaların üretimi ya da bunların düzeltilmesidir. Onarmak ya da yeniden işlemek, eklemek, yerine yenisini koymak için üretmek ve kontrol etmek zamanı ve insan emeğini müsrif bir şekilde kullanmaktır.

8. Çalışanların yaratıcılığını kullanmamak: Çalışanlara kulak vermeyerek ya da onların emeklerini değerlendirmeyerek zaman, fikir, beceri, ilerleme ve öğrenme fırsatlarını yitirmektir.⁹

Taiichi Ohno, başlıca israfın fazla üretim olduğu düşüncesindeydi, çünkü bütün diğer israflara fazla üretim yol açmaktaydı. İmalat sürecindeki herhangi bir operasyonda müşterinin istediğinden fazlasını üretmek kaçınılmaz olarak daha sonraki bir aşamada stok yığılmasına neden olmaktadır. Malzeme sonraki operasyonda işleminden geçirilmek üzere durarak beklemektedir.

İsrafın çok çeşitleri olabilir, fakat sıradan bir organizasyonun sıradan bir gününde yapılanlara rasgele bir göz atıldığında israfın her yerde olduğunu görmek oldukça kolaydır. Yalın üretim, israfı değere çevirme çabasına hızlı geri besleme sağlamak suretiyle işi daha tatmin edici yapmanın da bir yoludur. Yalın üretimin bilinen beş ilkesi vardır. Bunlar; israfları yok ederek değeri tanımlamak, değer akışını belirlemek, sürekli akışı ve değerın müşteri tarafından kaynağından çekilmesini ve mükemmelliği sağlamaktır.

2.3.1 Değerin Tanımlaması:

Yalın Düşünce'nin başlangıç noktası "Değer"dir. Değer ancak son müşteri tarafından tanımlanabilir ve ancak belirli bir zamanda ve belirli bir fiyatta müşteri ihtiyaçlarını

⁹ Liker, a.g.e, s.53.

karşılayan belirli bir ürün (bir mal veya hizmet ve genellikle her ikisi birlikte) cinsinden ifade edildiğinde bir anlam taşır. Değer, üretici tarafından yaratılır. Bu, müşterinin durduğu yerden bakıldığında üreticilerin var oluş nedenidir.¹⁰ Değeri yaratan üreticiler çoğu zaman değeri doğru tanımlamakta yanılığa düşmektedirler. Yanılığlardan ilki, Amerikan firmalarının kısa dönemli rekabet sorunları (özellikle sonraki üç aylık dönemde yeterli kâr elde etme gerekleri) ve buna bağlı maliyet düşürme girişimleridir. Bu düşünceler, prosesleri ortadan kaldırmak, akışın son tarafında bulunan müşterilerden gelir aktarmak ve baş tarafta bulunan tedarikçilerden de kâr çekme yollarını içermektedir. Bu yaklaşımda şirketin varlığını sürdürmesi için somut müşterilerin somut bir fiyattan satın almalarını bekledikleri somut ürünler ve belli başlı maliyetleri düzenli olarak aşağıya çekerken bu ürünlerin sunulan kalite ve performansının nasıl iyileştirilebileceğine odaklanmaktadır.

Diğer bir yanılığ ise, soğuk savaşın bitiminden sonraki dönemde Alman sanayisi krizinin merkezi bir özelliği olan Alman mühendislerinin öngördüğü karmaşık, kişiye özel tasarımların ve ileri süreç teknolojilerinin müşteriler tarafından satın alınamayacak ölçüde pahalı olması ve gerçek istekleri ile bağdaşmamasıdır.

Japon şirketleri için değer tanımlamada düştüğü yanılığ ise değer nereden yaratıldığıdır. Yalın üretime öncülük yapan Toyota şirketinde bile çoğu yönetici değer tanımlama sürecine tasarımı ve ürünü nasıl ülkeden çıkmadan yapabileceklerini sorarak başlamaktaydılar. Bu düşüncede, toplumun uzun dönemli çalışma ve istikrarlı tedarikçi ilişkileri konularındaki beklentilerini karşılama düşüncesi ağır basmaktaydı. Buna karşın, dünyanın her yerindeki müşteriler yerel ihtiyaçlar gözetilerek tasarlanan ürünleri sevmektedirler ama bunu uzaktaki bir bürodan yapmak zordu. Ayrıca tam istedikleri siparişin hemen teslim edilmesinden hoşlanırlar ki, bunu merkezi Japonya'da bulunan bir fabrikadan deniz aşırı sevkiyat ile yapmak olanaksızdı. Zaten kuşkusuz müşteriler de ürünlerin nerede tasarlandığını veya yapıldığını esas alarak değeri tanımlamamaktadır.¹¹

Yapılması gereken, değeri müşteri perspektifinden bakarak yeniden düşünmektir. Değer tanımının anlamlı olabilmesi için müşterinin ihtiyaçlarını, belli bir zamanda ve belli bir fiyattan karşılayan belli bir ürün ya da hizmet cinsinden ifade edilmesi gerekmektedir.

¹⁰ Womack ve Jones, a.g.e, s.24.

¹¹ Womack ve Jones, a.g.e, s.26.

Değeri doğru tanımlamak yalın üretimde kritik ilk adımdır. Yanlış ürün ya da hizmetin doğru veya doğru ürünün zamanından önce üretilmesi sadece israftır.¹²

2.3.2 Değer Akışının Belirlenmesi:

Yalın Düşünce'nin ikinci adımı değer akışının belirlenmesidir. Değer akışı belirli bir ürünü (bir mal veya hizmet veya giderek ikisinin birleşimi) elde etmek için gerekli olan somut prosesler dizisi olup, her işletmede bulunan üç kritik yönetim fonksiyonu aracılığıyla başlar. Bunlar;

1. Kavramdan başlayarak ayrıntılı tasarım ve mühendislikten geçerek ürünün piyasaya çıkmasına kadar olan süreçteki sorun çözme görevi,
2. Sipariş alımından başlayarak ayrıntılı programlama yoluyla teslimata kadar olan süreçteki bilgi yönetimi görevi,
3. Hammaddeden başlayarak ürünün tamamlanıp müşterinin eline geçmesine kadar olan süreçteki fiziksel dönüştürme görevidir.¹³

Değer akışı ham maddenin nihai ürüne dönüşme sürecindeki bir üreticiden diğer üreticiye ve son kullanıcıya kadar olan tüm aşamaları içerir ve inanılmaz boyutlarda israf barındırır.

Her ürün için (bazı hallerde her ürün grubu için) tüm değer akışını belirlemek, yalın düşüncede bir sonraki adımdır. Bu adım, şirketlerin ender olarak denedikleri, genellikle inanılmaz ölçüde israfın ortaya çıkartıldığı bir adımdır. Özellikle, değer akış analizi daima değer akışı boyunca oluşan üç tür eylemi gösterir;

1. Hiç tartışılmayacak şekilde değer yaratan adımlar,
2. Hiçbir değer yaratmayan, fakat mevcut teknolojiler ve üretim olanakları ile kaçınılmaz adımlar, (Tip 1 israf)
3. Değer yaratmayan ve hemen giderilebilecek birçok fazladan adımlar (Tip 2 israf)

¹² Yalın Düşüncenin İlkeleri, Yalın Enstitü Derneği, 2009, <http://www.yalinenstitu.org.tr/>, par.4

¹³ Womack ve Jones, a.g.e, s.29.

Yalın Düşünce, bir kavramın somut ürün tasarımına, uzak bir yerde üretilen hammaddenin kullanıcının elindeki ürüne dönüşümünün gerçekleştiği ürün yaratma sürecindeki faaliyetlerin bütününe bakabilmeyi gerektirir. Değer akışları incelendiğinde değer yaratmayan aktivitelerin yani israfın, zamanın ve kaynakların çoğunu tükettiği görülür. Bu israfların yok edilmesi zaman ve maliyet boyutunda radikal iyileşmeleri getirmektedir.

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

2.3.3 Sürekli Akışın Sağlanması:

Klasik yönetim anlayışında, işlerin daha verimli yapılması ve daha kolay yönetilmesi için faaliyet türlerine göre gruplandırılan “Fonksiyonlar” ve “Bölümler” yer almaktadır. İşlerin bölümlerde daha verimli yapılabilmesi için benzer faaliyetleri topluca yapmak yaklaşımı vardır. Yığınlar daima uzun bekleyişleri getirmektedir. Ürün, sonraki ürünün gerektirdiği işlemin hazırlığı için sabırla bekler. Bu yaklaşım, bölüm personeli çalışır halde tutar, makineleri durmaksızın çalıştırır ve yüksek hızlı özel ekipmanı mazur gösterir.

Taiichi Ohno, “Önce biriktir sonra beklet” şeklindeki bu düşünce tarzını medeniyetin ilk çiftçilerinin yığın ve stok tutkusuna (yılda bir kez yapılan harman ve tahıl deposu) mal etmektedir. Hammadden tamamlanmış ürüne kadar hiç ara vermeden ürün üzerinde çalışıldığı takdirde, işler çok daha verimli ve doğru biçimde yapılacağı için bölümleşme ve yığın düşünce tarzına karşı savaşılmalıdır. Organizasyon veya ekipman yerine ürüne ve ihtiyaçlara odaklanılması, ürünün tasarımı, sipariş ve tedarik için gerekli tüm faaliyetlerin kesintisiz olarak akmasını sağlamaktadır.

Akış ilkesinin potansiyelinin tam olarak ilk farkına varanlar Henry Ford ve ekibi olmuştur. Ford, 1913 yılında son montaj hattında sürekli akış sistemine geçerek Model T'nin montajı için gerekli emek miktarını %90 oranında azaltmıştır. Ardından Model T'nin parçalarını üretmek için gerekli bütün makineleri üretim sırasına göre bir hat üzerinde peş peşe dizerek hammaddeden bitmiş otomobilin sevkine kadar olan bütün süreç boyunca

akışı sağlamayı denemiş ve benzer bir sıçramayı gerçekleştirmişti. Ayrıca, özel bir durumu da keşfetmişti. Yöntem, sadece yüksek hızlı montaj hattını haklı çıkartacak şekilde, üretim hacmi yüksek olduğu zaman sorunsuz işliyordu. Her ürün aynı parçaları kullanıyordu ve uzun yıllar boyunca aynı model üretiliyordu (bu süre Model T için on dokuz yıldır). Ancak bu yaklaşım özel koşullarla sınırlı kalmıştı. Çünkü on dokuz yıl boyunca hep aynı modelden çok yüksek miktarlarda üretim yapmak ancak o günün pazar koşullarında mümkün olmuştu.¹⁴

1920'lerin başlarında Ford sanayi dünyasının tepesindeyken, şirket dünyanın bir düzine farklı yerindeki montaj fabrikasında her biri diğerinin tıpatıp aynı olan iki milyonun üzerinde Model T üretmekteydi.

II. Dünya Savaşı sonrasında Taiichi Ohno ve aralarında Shigeo Shingo'nun da bulunduğu teknik danışmanları gerçek meselenin, bir üründen milyon yerine, düzinelerce veya yüzlerce adet kopyaya ihtiyaç duyulduğu küçük parti üretiminde sürekli akışı sağlamak olduğuna karar verdiler. Ohno ve ekibi, çoğu kez montaj hattı bulunmadan bir üründen diğerine geçiş için hızlı takım değiştirmeyi öğrenerek ve makineleri "Doğru büyüklüğe" (minyatür hale) getirerek küçük miktarlı üretimde sürekli akışı başardılar. Bu şekilde, imalatı yapılan ürün sürekli akış içerisinde iken farklı türden işlem adımları (söz gelimi kalıp, boya ve montaj) birbirine bitişik olarak art arda yapılmaktadır.

Kuzey Amerika ve Avrupa'daki fabrikalarda yakın geçmişe kadar yalın düşünenlerin büyük bir kısmı Kaizen (Sürekli küçük adımlara iyileştirme) karşıtı olarak "Radikal değişim" uygulamaktaydılar. Belli bir ürün için üretim faaliyetleri bir gün içinde bölümlerden ve partilerden sürekli akışa çevrilerek yeniden düzenlenir ve verimlilik ikiye katlanırken hata ve fire sayısında dramatik düşüş görülür. Çarpıcı iyileştirme fırsatlarına rağmen hâlâ dünyadaki faaliyetlerin büyük bir kısmı bölümler halinde ve biriktir-beklet mantığı içinde yapılmaktadır. Bu konuda en temel sorun, akış düşüncesinin sezgi karşıtı olmasıdır. Çoğu kişiye işin bölümlere göre partiler halinde düzenlenmesi çok normal gelmektedir. O zaman yüksek hızda parti üretimi yapmak üzere uzmanlaşmış makineler ve bölümler bir araya getirilince hem çalışanların kariyer arzuları hem de kurumun mali

¹⁴ Ülkü Kulaç, "Yalın Üretim Felsefesi", Yalın Enstitü Derneği, 2009, <http://www.yalinenstitu.org.tr/>, par.1.

hesapları (pahalı varlıkları tam olarak kullanma isteği) akışa dönmeye şiddetle karşı çıkarlar.

Değişim mühendisliği hareketi, bölümler halinde çalışmanın alt optimizasyona neden olduğunu kabul eder ve odak noktasını örgüt kategorilerinden (bölümler) değer yaratan süreçlere çevirmek ister. Sorun, değişim mühendisliği uzmanlarının kavramsal düzeyde fazla derine inmemesidir. Belli ürünler için değer yaratan faaliyetlerin akışının tamamı üzerinde durmak yerine kopuk ve toplu süreçler üzerinde durmaktadırlar. Ayrıca, çalışmalarını genellikle iç bünyede gerçekleştirmektedirler. Oysa büyük atılımlar değer akışının bütününe bakma yoluyla sağlanabilmektedir.

Yalın yaklaşım, değer yaratılmasına olumlu katkı sağlamak üzere fonksiyonların, bölümlerin ve firmaların işini yeniden tanımlamak ve değer akışını olanaklı kılmak için gerçekte kendi çıkarlarına olduğu anlayışını yerleştirmek için akış boyunca her noktada çalışanların gerçek ihtiyaçlarına odaklanmaktadır. Bu her bir ürün için sadece yalın işletmenin yaratılmasını değil, aynı zamanda alışılmış firma, fonksiyon ve kariyerlerin yeniden gözden geçirilmesini ve yalın bir strateji geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır.

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

Klasik Kitle Üretimi'nde tasarım, üretim ya da satış faaliyetleri için yapılması gereken işlemler tiplerine göre gruplandırılarak her iş tipi için departmanlar oluşturulur. Ürün bu departmanlar arasında ve işlem gören diğer ürünler arasında sırasını bekleyerek dolaşmaya başlar. Sonuç ise gecikmeler, geriye dönüşler, gözden kaçan problemler ve pek çok israftır.¹⁵

Akışın sağlanması tek başına yeterli değildir. İstenmeyen ürünleri hızla akıtmak sonuçta sadece israf olacaktır. Müşteriye istemediği ürünlerin itilmesi yerine müşteri istediğinde ürünü çekmesini sağlamak pek çok israf kaynağını ortadan kaldıracaktır. Sürekli

¹⁵ İlkü Kulaç, "Yalın Üretim Felsefesi", Yalın Enstitü Derneği, 2009, <http://www.yalinenstitu.org.tr/>, par.3.

akış uygulandığında ürün geliştirme, sipariş alma, fiziksel üretim prosesleri çok kısa sürede tamamlanabilir hale gelmektedir. Bu müşterinin gerçekten istediği şeyleri, tam istediği zamanda tasarlayabilme, planlayabilme ve üretebilme imkânını verdiğiinden satış tahmini yapmak, karmaşık planlama yazılımları kullanmak, stokta kalan ürünleri itmek için kampanyalar düzenlemek zorunluluklarını ortadan kaldırarak sadece istenen ürünlerin daha iyi üretilmesine odaklanabilmeyi de sağlamaktadır.

Bölümler ve partilerden ürün ekiplerine ve ürün akışına geçmenin ilk görünür etkisi, tasarımdan pazara çıkışa, satıştan teslimata ve hammaddeye müşteriye ulaşmak için gereken sürenin çarpıcı oranda düşmesidir. Akış sistemine geçildiğinde yıllar alan ürün tasarımı aylar içinde bitirilirken günler süren sipariş alımı saatlere, haftalar veya aylar alan alışılmış üretim toplam işlem süresi saatlere veya dakikalara indirilebilir. Sürekli akışın sağlanması ile birlikte toplam işlem süresi ürün geliştirmede %50, sipariş işlemede %75 ve fiziksel üretimde % 90 oranında azaltılması beklenmektedir. Bundan daha da önemlisi, yalın üretim sistemi mevcut üretimde olan herhangi bir ürünü istenilen bileşimde yapabilmekte, böylece değişken talebe anında cevap verebilmektedir.¹⁶

Sürekli akış yerleşim planında, üretim adımları genellikle bir üretim hücresi içinde sıralanır ve ürün bir adımdan diğerine, arada yarı ürün ya da tampon stoku olmaksızın, her defasında bir ürün şeklinde “Tek parça akışı” olarak tanımlanan teknik kullanılarak ilerler. Her ürün grubunun çok sayıda farklı model içerdiği üretim ortamlarında tek parça akışı gerçekleştirmek için, her makinenin anında bir ürün tipinden diğerine geçebilmesi gerekir. Geleneksel büyük boyutlu pek çok makinenin de üretim sürecine uyum sağlayacak şekilde doğru boyutlara indirgenmesi şarttır. Bu ise, geleneksel makineler yerine daha basit, daha az otomatik, daha yavaş (ancak belki daha hassas ve tekrarlanabilir) makinelerin kullanılması anlamına gelir. Bu yaklaşım, geleneksel yöneticilere tamamen bir geriye dönüş olarak algılanır. Çünkü bu yöneticilere iş yaşamı boyunca imalat ortamında rekabet üstünlüğünün direkt işgücünü azaltıp çıktığı artıracak şekilde büyük makineleri otomatikleştirmek, birbirine bağlamak ve hızlandırmaktan geçtiği öğretilmiştir. Ayrıca, pahalı makinelere yapılan sermaye yatırımının karşılığını almak üzere, her makine ve işgücünün sonuna kadar kullanmanın iyi bir üretim yönetiminin gereği olarak görülmektedir. Ancak, bu noktada geleneksel yönetimin bir türlü göremediği durum, parti üretimi yapan yüksek hızlı,

¹⁶ Womack ve Jones, a.g.e, s.34.

karmaşık makine ağının çalışır durumda tutulması ve koordinasyonu için üstlenilen maliyettir. Bu da bir israf çeşididir. Alışılmış “Standart - Maliyet” muhasebe sistemleri, yarı ürün stokunu bir aktif olarak görürken, makine ve işgücü kullanımını “Kilit Performans Parametresi” (KPI - Key Performance Indicator) olarak algılamaktadır.

Sürekli akış sistemlerinde akışı sağlamak için her makine ve her işçi tamamen yetkin olmalıdır. Bu da, her makine ve işçinin ihtiyaç olduğunda çalışmaya başlayacak şekilde uygun koşulda bulunması ve üretilen her parçanın tam doğru olması demektir. Akış sistemlerinin tasarımı gereği her şeyin çalışması ya da hiçbir şeyin çalışmaması anlayışı vardır. Bu, üretim ekibinin tüm görevlerde “Çoklu Yetenek” özelliğine sahip olmasını (Multi-competency) ve “Toplam Üretken Bakım” (TPM – Total Productive Maintenance) şeklinde tanımlanan bir dizi teknik sayesinde makinelerin arızasız ve doğru çalışmasını gerektirir. Aynı zamanda, prosesin uzaktaki bir endüstri mühendisleri grubu tarafından değil, işi bizzat yapan üretim ekibi tarafından standartlaştırılması çok önemlidir. Ayrıca işçi ve makinelere, bir sonraki aşamaya tek bir hatalı parça bile göndermeyi önleyecek şekilde “Hata Önleme” (Poka Yoke) şeklinde tanımlanan bir dizi teknik kullanarak yapılan işi tamamen kontrol altına almaları öğretilmelidir. Bu tekniklerin görsel kontrollerle desteklenmesi çok önemlidir.

Sürekli akış üretimine uygun olmayan bazı proseslerde hızlı biçimde değişiklik yapılması kolay olmamaktadır. Bu noktada, önceki ve sonraki işlemlerle aralarında ara parça stokları bulundurularak belirli bir süre daha parti üretiminde çalıştırılması gerekmektedir. Burada kullanılması gereken kilit teknik, üründen ürüne geçiş zamanını ve parti büyüklüklerini her makine için en aza indirecek şekilde takım değiştirme tekniği olan “Tekli Dakikalarda Kalıp Değiştirme” (SMED – Single Minute Exchange of Dies) tekniğidir.

2.3.4 Takt ve Çevrim Süresi:

Sürekli akışın sağlanması ile birlikte üretim sistemindeki duraklamaların tümüyle ortadan kalktığı ve ürünlerin siparişe göre üretilip, hammadde üzerinden yapılan ilk işlemde bitmiş ürününün sevkiyatına kadar geçen toplam süre sadece birkaç saat

almaktadır. Bu şekilde işlerin hızlandırılmasına da gerek kalmamaktadır. Bu yaklaşımın uygulanmasındaki kilit parametre “Takt süresi” kavramıdır.¹⁷

Takt süresi kesin bir zaman aralığını ifade etmektedir. Terim ilk olarak 1930'larda kitle üretimi yönetimlerini uygulamakta olan Alman sanayisi tarafından kullanılmıştır. Alman uçak firmaları, uçak gövdelerini bir sonraki istasyona, takt süresi olarak belirlenen düzenli aralıklarla göndermektedirler. Mitsubishi, bu terimi Almanca şekliyle ithal ederek Japonya'daki üretimi çalışmalarında kullanmış, daha sonra Toyota da bu terimi benimsemiştir. Bu terimin İngilizceye girmesi ancak geçtiğimiz yirmi yıl içerisinde Yalın Üretimin yayılmasıyla mümkün olmuştur.¹⁸

Takt süresi, üretim hızı ile müşteriye satış hızını tam olarak senkronize eder. Zaman içinde, toplam sipariş miktarında oluşacak azalma ve artış sonucunda üretimin taleple daima uyumlu olmasını sağlayacak şekilde takt süresinin yeniden ayarlanması gerekmektedir. Burada önemli olan, belirli bir zaman noktasındaki talebe göre takt süresini doğru hesaplamak ve tüm üretim sürecini takt süresine uyacak şekilde yürütmektir.

Yalın işletmede, takt süresi hesapları sonucunda belirlenen üretim miktarları panoda gösterilir. Bu amaçla ürün ekibinin çalışma alanında basit beyaz panoların kullanması mümkündür. Ayrıca, tedarikçi ve müşteriye bilgi elektronik iletim yoluyla ulaştırılabilir. Herkesin her an üretimin hangi aşamada olduğunu görebilmesini sağlayan tam görsellik ortamı, şeffaflık ya da görsel kontrol olarak tanımlanan diğer bir Yalın tekniğine güzel bir örnek oluşturur. Görsel kontrol, üretimin her zaman takt süresine uygun olarak sürdürülmesini sağlar ve tüm ekibi, siparişlerdeki artışa uyum sağlamak için takt süresinin kısaltılması gerektiği durumlarda, israfın önlenmesi için gerekli önlem alınması konusunda anında uyarır.

Yalın üretimi sistemini başarıyla uygulamada kritik rol oynayan diğer bir akış kavramı ise (Cycle Time olarak da bilinen) “Çevrim süresi”dir. Çevrim süresi, belirli bir işi yapıp, bir sonraki üretim adımına iletmek için gerekli olan süreyi tanımlamaktadır. Teslimat

¹⁷ Womack ve Jones, a.g.e, s.74.

¹⁸ Womack ve Jones, a.g.e, s.439.

süresinde olumsuzluk yaşamamak için çevrim süresi takt süresine eşit ya da bir miktar altında olmalıdır.

Satışların artması halinde takt süresinin kısaltılması gerekir ve bunun üzerine iş ekibi çevrim süresini istenen takt süresine indirmenin mümkün olup olmadığını görmek üzere, diğer bir Yalın tekniği olan Kaizen çalışmaları yaparlar. Bunun mümkün olmadığı durumlarda daha fazla üretim saatine (fazla mesai) ya da ek üretim kapasitesine ihtiyaç duyulmaktadır.¹⁹

2.3.5 Çekme Sisteminin Sağlanması:

Çekme en basit anlamda, sürekli akış sisteminde müşteriden ya da bir sonraki prosesten istek gelmeden bir ürün veya hizmet üretmemektir. Buna karşın, uygulamada bu kurala uyulması bir parça karmaşıktır. Çekme düşüncesinin mantığını ve isteğini anlamanın en iyi yolu, gerçek bir ürünü talep eden gerçek bir müşteri ile işe başlamak ve söz konusu ürünü müşteriye ulaştırmak için gerekli tüm adımlardan geçerek ileriye doğru gitmektir.

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

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

¹⁹ Womack ve Jones, a.g.e, s.440.

Çekme sisteminde genel tanım “İstenmeden bir şey üretme, istendiğinde ise çok hızlı üret” şeklindedir.

İşletmeler, değer çekmeyi öğrendikçe müşteri siparişlerine anında yanıt verme yeteneği de artmaktadır. Akış ve çekme sisteminin bir araya getirildiği her uygulamada ürün kalitesinde de çarpıcı gelişmeler görülmektedir.

Üretim kontrol sistemleri, çekme ve itme sistemleri olmak üzere 2 grupta incelenmektedir. Klasik sistemler itme sistemlerdir; üretim ve envanter kontrolü tahmin edilen talep değerleri doğrultusunda hazırlanan üretim çizelgeleri ile yapıldığı için itme sistemleri olarak adlandırılır. Bu sistemde üretim süreçleri, bir sonraki sürecin ihtiyacını karşılayacak şekilde üretim yapar. Bu sistemlerde, üretim süreçlerinin birinde oluşan bir sorundan veya talepteki tahminlerden kaynaklanan dalgalanmalara uyum sağlamak kolay değildir. Üretim hızını etkileyen bu değişiklikler doğrultusunda çizelgelerin yeniden gözden geçirilmesi ve ilgili birimlere gönderilmesi gerekmektedir. Bu da zaman alıcı olduğundan itme sistemlerinde stok bulundurarak değişikliklere adapte olunmaktadır. Dolayısıyla itme sisteminde yüksek ara stok bulundurmak kaçınılmazdır.

Taiichi Ohno, bu anlayışın dışına çıkarak hiçbir istasyonun gereğinden fazla üretmemesi için, bir önceki aşamanın neyi ne miktarda işleyeceğine bir sonraki aşamanın karar vermesi uygulamasına geçmiştir. Taiichi Ohno'nun öncülüğünü yaptığı sistem, aslında son derece basittir. Sistem tümüyle, bir sonraki üretim aşamasındaki bir işçinin, bir önceki aşamaya gidip, kendi üretim istasyonu için o an gerekecek miktarda parçayı çekmesine dayanır. Onun için bu parçaları çekmesi, yani alması, bir yandan bir önceki istasyon için “Yeni üretime başla” sinyalidir. Öte yandan da yeni üretimin ne miktarda ve çeşitlilikte olacağını belirtir. Aynı ilişkiler, ikinci istasyonla kendinden önce gelen üçüncü istasyon arasında da gerçekleşir ve zincirleme olarak devam eder. Dolayısıyla hiçbir aşama, daha önce belirlenmiş miktarda parçanın bir sonraki istasyon tarafından alınmasından önce yeni parça üretimine başlamaz ve üretim hiçbir zaman istenilenden fazla veya değişik olmaz. “Çekme” olayının başladığı yer son montaj hattıdır ve bu hattan başlayarak parçalar atölyeden atölyeye, ya da yan sanayiden ana sanayi fabrikasına doğru çekilirler.

Üretimin tam zamanında gerçekleştirilebilmesi için tüm proseslere, ne zaman ve ne kadar üretim yapacaklarını zamanında bildiren bir bilgi sisteminin kurulması gereklidir. Tam zamanında üretim sistemlerinde bu işlevi gerçekleştiren “Kanban” sistemidir. Kanban sistemleri, basit bir sistem mantığıyla çalışan ve manüel olarak uygulanan düşük yatırım maliyetine sahip olan sistemlerdir.

Çekme sisteminde üretim çizelgesi, sadece son üretim prosesine gönderilir. Hangi ürünün, ne zaman ve ne miktarda üretilceğinin sadece son proses tarafından bilinmesi bu prosesin önceki proseslerden sadece kendine gereken parçaları çekmesini sağlamaktadır. Böylece sonraki aşama parça çekmeden, önceki aşama üretim yapmayacak ve sonuçta her aşama kendisinden sonra gelen aşamanın ihtiyacını karşılamak üzere tam zamanında üretim yapacaktır. Bu da prosesler arasında oluşacak ara stokların ve stok düzeylerinde gözlenen dalgalanmaların minimize edilmesini sağlayacaktır. Bu sistemde hangi parçaların ne miktarda üretilceği “Kanban” adı verilen kartlar üzerinde belirtilir.²⁰

Organizasyonlar değeri doğru tanımlamaya başlayıp, değer akışının bütününde her adımı sorgulayarak, ürünün değer yaratan aşamalar boyunca sürekli akmasını ve müşterilerin değeri işletmeden çekmelerini sağladıklarında süre, maliyet ve hataları azaltmanın bir alt limiti olmadığını görmeye başlarlar. İyileştirme faaliyeti ne kadar tekrarlanırsa tekrarlansın çalışanlar her defasında israfı daha da azaltacak yeni yollar bulabilmektedirler. Bu, Yalın Düşünce'nin son ilkesi mükemmelliğin bir hayal olmadığını ifade etmektedir.²¹

2.3.6 Mükemmelliğin Sağlanması:

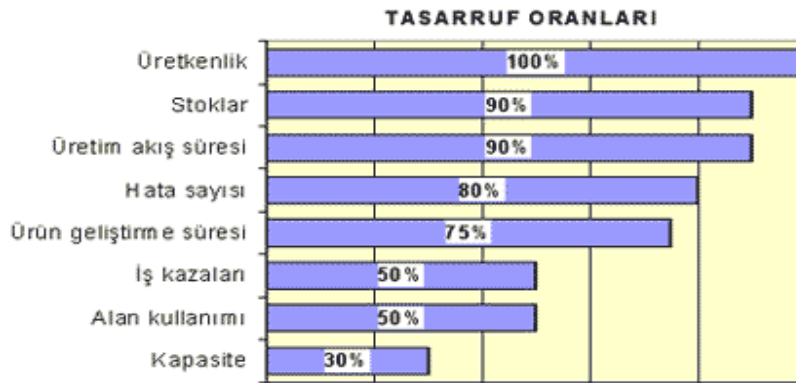
Organizasyonlar değeri doğru biçimde tanımlar, tüm değer akışını belirler, belli ürünler için değer yaratan adımların kesintisiz akışını başarır ve müşterilerin işletmeden değer çekmesini sağlar hale geldikçe müşterilere isteklerine hiç olmadığı kadar yakın ürün ve hizmet sunmaya başlarlar. Çaba, zaman, yer, maliyet ve hata azaltma sürecinin sonu olmadığını giderek özümsemeye başlar. Yalın düşüncenin beşinci ve son ilkesi olan mükemmellik anlayışı ortaya çıkar. Yalın üretimin diğer dört ilkesi birbirleriyle mükemmel bir

²⁰ Yalın Üretim Yöntemleri: Kanban ya da Çekme Sistemi, 2008, <http://erp.karmabilgi.net/yalin-uretim-yontemleri/>, par.5.

²¹ Yalın Düşüncenin İlkeleri: Çekme, Yalın Enstitü Derneği, 2009, <http://www.yalinenstitu.org.tr/>, par.3

şekilde etkileşimdedirler. Değerin daha hızlı akmasının sağlanması, daima değer akışında gizli olan israfı ortaya çıkartır ve daha sert çektikçe, akışın önündeki engeller daha fazla ortaya çıkar ve yok edilebilir. Müşteri ile doğrudan iletişimde bulunan ürün odaklı ekipler değeri daima daha doğru tanımlamak için çeşitli yollar bulur ve akış ile çekmeyi geliştirme yollarını öğrenirler. İlave olarak, her ne kadar israfı yok etmek yeni süreç ve teknolojileri ve yeni ürün kavramları gerektirmekte ise de, teknoloji ve kavramlar genellikle şaşırtıcı biçimde basit ve hemen uygulanmaya hazırdır. Yalın üretim uygulandığında işgücü verimliliği, işin tamamlanma zamanı, stoklar, müşteriye ulaşan hatalı ürünler, hurda oranları, ürünü pazara sunma süresi gibi parametrelerin hepsinde birden radikal iyileşmeler görülmektedir. Çok küçük ilave maliyetlerle ürün çeşitliliği artırılabilen ve bunlar yeni teknoloji yatırımlarına gerek kalmadan, hatta mevcut bazı ekipmanlar satılarak negatif sermaye yatırımı ile ve birkaç yıllık bir süre içinde başarılabilmektedir.

Klasik biriktir-beklet üretim sistemini müşterinin etkili biçimde ürün çektiği sürekli akış sistemine çeviren şirketler, toplam işlem süresini ve sistemdeki stokları %90 oranında azaltırken, işçi üretkenliğini sistemin her yerinde (direkt, yönetsel ve teknik işçiler için ve hammaddeden teslim edilen ürüne kadar) iki misline çıkardığı gözlenmektedir. Müşteriye ulaşan hatalar, üretim süreci içindeki fire ve iş kazaları da yarıya iner. Yeni ürünlerin pazara sunum süresi de yarıya inerken ürün grupları içinde daha geniş bir ürün çeşidi çok düşük ek maliyetlerle sunulabilmektedir. Tesis ve makinelerin elden çıkarılabilmesi durumunda sermaye yatırımları çok düşük düzeyde, hatta negatif olabilmektedir.



Şekil 1. Yalın Üretime Geçişte Sağlanan Tasarruf oranları ²²

²² Yalın Düşüncenin İlkeleri: Mükemmellik, Yalın Enstitü Derneği, 2009, <http://www.yalinenstitu.org.tr/>, tablo 1.

Bu sadece bir başlangıçtır. Mükemmellik yolunda bunu Kaizen ile yapılan sürekli iyileştirmeler izlemektedir. Radikal uyumu tamamlamış şirketler tipik olarak iki-üç yıl içerisinde küçük adımlı iyileştirmeler yoluyla işçi üretkenliğini iki kat daha arttırabilirler ve yine bu dönemde stokları, hataları ve akış sürelerini tekrar yarıya indirebilirler.

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

Yalın Üretim'de ürünlerdeki hatalar, teçhizat arızaları, beklemler olağan karşılanmaz ve sürekli olarak temel nedeni araştırılarak çözümlenir. Mükemmelliğe giden yolda PUKÖ (Planla-Uygula-Kontrol et-Önlem al) çevrimi etkin olarak kullanılmaktadır. Bu yaklaşım Toplam Kalite Yönetim Sistemleri'nin bir ilkesidir. Yalın Üretim'in avantajı problemin tekrarını önlemeyi hızla mümkün kılmasıdır. Çünkü sistem sürekli akış halindedir, hatalı parça stokları yığılmadan problem olduğu anda fark edilebilir, nedenleri kolaylıkla izlenebilir ve en önemlisi stok seviyesi azaltıldığından problem kısa sürede giderilemezse tüm sistem duracağı için organizasyonun bütün birimlerinde acil müdahale sorumluluğunu zorunlu kılar.

Yalın Üretim ilgili tüm tarafların kazandığı bir çalışma tarzını mümkün kılmaktadır. Firmaların kârlılığı katlanarak artmakta, işçiler sadece yüksek ücret değil, kararlara katılım, çoklu yetenekler gibi birçok kazanç sağlamaktadır. Müşteriler tam istedikleri özelliklere sahip, uygun fiyatlı, kaliteli ürünlere en kısa sürede sahip olabilmekte, tedarikçiler sürekli fiyat baskısı altında sıkıştırılmak yerine kendini geliştirmesine yardım edilen sürekli bir iş ortağı durumuna gelmekte, ülkelerin mali kaynakları sürekli israfa karşı savaş açmış bu sistem sayesinde çok daha etkin kullanılabilmektedir.

Yalın üretim yönetimi uygulayan işletmelerde değer akışı yöneticilerinin sürekli iyileştirmeyi gerçekleştirmek için öncelikle mükemmelliği zihninde canlandırması (ilk dört yalın ilkeleri olan değeri tanımlaması, değer akışını belirlemesi, akışı ve çekmeyi sağlaması) ardından da "Politika Yayılımı" ile (Policy Deployment) hangi israf tiplerinin

öncelikle önlenmesine karar vermesi gerekmektedir. Politika yayılımı için Japonya'daki işletmelerde “Hoshin Kanri” olarak bilinen bir matris kullanılmaktadır.²³

Politika yayılımının temel fikri, kitle üretiminden yalın üretime dönüşüm süreci içinde tepe yönetiminin bir dizi basit hedef üzerinde anlaşması, bu hedeflere ulaşacak birkaç proje seçilmesi, bu projeleri gerçekleştirecek işgücü ve kaynakları belirlemesi, son olarak da zaman içerisinde belirli bir noktada gerçekleştirilecek sayısal iyileştirme hedeflerini saptamasıdır. Yalın üretimi yürütmekte olan birçok organizasyon yıllık politika yayılım matrisi olarak bilinen Hoshin Kanri'yi kullanmayı pratik bulmaktadır. Matriste, amaçlar, o yılın projeleri ve proje hedefleri tüm organizasyonda herkesin görebileceği şekilde özetlenmektedir. Bunu yaparken, sürecin gerçekten yapılabilir olduğu konusunda herkesin hemfikir olması bakımından elde bulunan kaynakları hedefe uygun olarak yorumlamak gerekmektedir.

2.4 Yalın Üretimde Roller:

1980 sonlarında birçok firma güçlü bir ekip lideri ve birkaç ekip üyesi ile sistemin kalan kısmını değiştirmeden “Ağırsıklet” program yönetimine geçmiştir. Ürün ekibi, gerçek geliştirmelerini (kuyrukta bekleyeceği) bölümlere geri gönderen bir kadro ile aslında komiteden başka bir şey değildi. Geliştirme çabalarının sonuçlarından gerçekte kimse sorumlu değildi. Muhasebe ve ödül sistemleri, ürünün üretim yaşamındaki başarısı ile tasarım ekibinin başlangıçtaki çabası arasında bir ilişki kurmuyordu. Bu nedenle, müşterilerin hoşlandıkları, fakat aşırı maliyetler ve sürüm gecikmeleri nedeniyle kazanç getirmeyen, hayranlık duyulacak özellikler içeren “Usta” tasarımlarına eğilim vardı.

Yalın yaklaşım ise, değer tanımını, genel tasarımı, ayrıntılı mühendislik, satın alma, araç-gereç tasarımı ve üretim planlamayı yürütecek tüm becerilere sahip ürün odaklı ekipler oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu ekipler Kalite Fonksiyonu Yayılımı (Quality Function Deployment veya kısaca QFD) olarak bilinen, değeri ispatlanmış bir karar verme yöntembilimini kullanmaktadır. Ürün geliştirme ekiplerinin her defasında aynı yaklaşımı izlemesini sağlayacak şekilde işi standartlaştırmaya izin vermektedir. Firmadaki her ekibin

²³ Womack ve Jones, a.g.e, s.122.

aynı yaklaşımı uygulamasından dolayı toplam işlem süresi doğru olarak ölçülmekte ve tasarım metodolojisi sürekli olarak iyileştirilmektedir.

Ürün odaklı ekiplerin geleneksel yöneticilerin beklediği kadar büyük olmasına gerek olmadığı, daha küçük olması durumunda daha iyi yönetilebileceği görülmüştür. Küçük bir ekibe “Sadece yap” denildiğinde, birden bire profesyonellerin her birinin daha önce yapmalarına izin verilenden çok daha geniş kapsamdaki görevleri yapabildikleri görülmüştür.²⁴

Sensei (öğretmen), değişim temsilcisi, değer akış yöneticisi, iyileştirme ekipleri yalın üretimde ortaya çıkan görev tanımlarıdır. İşletme yöneticileri de yalın üretim teknik ve ilkeleri ile ilgili sürekli eğitim programlarına ve dönemsel değerlendirmeye ihtiyaç duyarlar. Doğrudan değişim ajanına rapor veren, kalıcı bir yalın destek grubuna ihtiyaç vardır. Kalite güvence fonksiyonu ile yalın destek fonksiyonunu birleştirmek olumlu bir değişimdir. Böylece kalitenin artırılması, üretkenliğin iyileştirilmesi, akış sürelerinin kısaltılması, alan tasarrufları ve diğer tüm performans kriterleri eşit derecede ve eş zamanlı olarak düşünülmüş olur.

2.4.1 Değişim Temsilcisi (Change Agent):

Temel değişimi başlatarak kalıcı olmasını sağlayacak irade ve yürütme gücüne sahip yalın dönüşüm lideridir. Değişim temsilcisi (değişim ajanı olarak da anılır) çoğu kez organizasyon dışından gelmektedir. Yalın dönüşümün başlangıcında yalın üretim metodolojisi hakkında detaylı bilgi gereksinimi yoktur. Bilgi bir yalın uzmandan gelebilir, ancak değişim temsilcisi bilginin uygulandığını ve iş yapmanın yeni bir yolu hale geldiğini görme arzusunu kesin olarak duymalıdır.²⁵

Firmaları ve değer akışlarını içe dönük biriktir-beklet dünyasından dışarıya doğru çıkaran değişim gücü, genellikle derin bir kriz anında tüm geleneksel kuralları yıkan değişim temsilcisi tarafından gerçekleştirilir. Değişim temsilcisi, tipik bir diktatör gibidir ve köklü bir eşitliğin bulunmadığı bir organizasyona tümüyle eşitlikçi bir sistemi yerleştirmekte kararlıdır.

²⁴ Womack ve Jones, a.g.e, s.72.

²⁵ Chet Marchwinski ve John Shook, **Yalın Kavramlar Sözlüğü**, 3.Basım, İstanbul: Yalın Enstitü Derneği, 2007, s.25.

Yalın üretim sistemi, ancak değer akışında yer alanların, yeni sistemin herkese eşit davranacağına inanması halinde gelişebileceği için, bu dönüşümde değişim ajanının etkisi büyüktür.²⁶

2.4.2 Sensei:

Japonca, “Öğretmen” anlamına gelen bir terimdir. Yalın düşünürler tarafından, işletmeyi yalın üretime dönüştürmekte yılların tecrübesine sahip olmanın bir sonucu olarak ulaşılan uzmanlık seviyesinde yalın bir bilgiye sahip olunduğunu göstermek üzere kullanılır. Sensei, aynı zamanda kolay anlaşılır ve ilham verici bir öğretmen olmalıdır.²⁷

2.4.3 Baş Mühendis (Chief Engineer):

Ürünün tasarımından müşteriye teslimata kadar tüm proseslerden sorumlu, bir üretim hattının geliştirilmesi ve başarısı için tam sorumluluk yüklenmiş yönetici için Toyota’da kullanılan terimdir. Başmühendis, ürün geliştirmenin başlangıcından üretime kadar geliştirme sürecine liderlik eder. Öğrenilen dersler kayıt altına alınınca, başmühendis, bir sonraki nesil ürünler için geliştirme çevrimine başlar. Başmühendisin sorumluluğu ürünün pazar payı ve karlılığına kadar uzanır.

Başmühendisler tipik olarak derin mühendislik becerilerine fakat küçük bir çalışan kadrosuna sahiptirler. Fonksiyonel alanlardaki programlara atanmış çalışanları (Gövde mühendisliği, hareketli aksam mühendisliği ve satın alma gibi) direkt olarak kontrol etmekten ziyade, koordine ederler.²⁸

2.4.4 Değer Akış Yöneticisi (Value Stream Manager):

Bir değer akışının başarısı için açık sorumluluklar yüklenmiş kişidir. Değer akışı ürün veya iş alanı seviyesinde (ürün geliştirme dâhil) veya fabrika ya da süreç seviyesinde (hammaddeden teslimata) tanımlanabilir. Değer akışı yöneticisi değer akışının mimarıdır,

²⁶ Womack ve Jones, a.g.e, s.126.

²⁷ Marchwinski ve Shook, a.g.e, s.78.

²⁸ Marchwinski ve Shook, a.g.e, s.5.

değeri müşterinin bakış açısından tarif edildiği şekliyle tanımlar ve devamlı kısalan bir değer akışı elde etmek için yürütülen çabalara liderlik eder.²⁹

Değer akışı yöneticisi, kaynakların hiçbiri (para, varlıklar, çalışanlar) gerçekte kendisine ait olmasa bile, organizasyonun dikkatini, eylemleri ve kaynakları değer yaratma sürecine yönlendirecek şekilde odaklandırır. Bunun için, değer akışı yönetimi, değer akışı yöneticisinin taşıdığı sorumluluk ile kaynakları elinde bulundurma fonksiyon ve bölümlerin sahip olabileceği yetkiyi ayırt eder. Fonksiyonların rolü, değer akışı yöneticisi tarafından tanımlanan vizyona ulaşmak için gerekli kaynakları temin etmektir.

Değer akışı yöneticisi, pozisyonu ile değil etkileme gücü ile liderlik eder ve böylece, bir geleneksel fonksiyonel organizasyonda veya bir matris organizasyonda da eşit derecede etkili olabilir. Değer akışı yöneticisi için rol model, doğrudan kontrolü altında sadece en az sayıda personel ve kaynakları bulunan başmühendistir.

2.4.5 Yalın Destek Ofisi:

Çoğu kez önceden mevcut olan endüstri mühendisliği, bakım, tesis yönetimi ve kalite geliştirme gruplarının katılımları ile oluşturulan, yalın dönüşüm için bir destek takımıdır. Yalın destek ofisi, çalışanları aşağıdaki konularda değer akışı yöneticilerine teknik yardımda bulunur. Bunlar; Yalın metotlar konusunda eğitim, Kaizen çalışmalarının yapılması ve gelişmenin ölçülmesidir.

Geleneksel departmanlardan gelenlere ilave olarak, yalın destek takım üyeleri çoğu kez ilk yalın dönüşüm çalışmalarından boşa çıkmış olan ve daha sonraki Kaizen çalışmalarına yardımcı olmaya hazır çalışanlardan oluşmaktadır.³⁰

2.4.6 Grup Lideri (Group Leader):

Toyota'da genellikle 20 çalışan veya 4 takımdan oluşan grubu yöneten ilk seviye saha sorumlularıdır. Grup liderlerinin görevleri arasında üretim planlama, sonuçları

²⁹ Marchwinski ve Shook, a.g.e, s.23.

³⁰ Marchwinski ve Shook, a.g.e, s.112.

raporlama, iyileştirme faaliyetlerini koordine etme, tatil ve işgücünü programlama, takım üyelerini geliştirme, proses değişikliklerini test etme, takım liderlerini kendi takım üyeleri ile ilgili standart işlerini yaptıklarını garanti etmek için günlük denetleme yer almaktadır. Ayrıca takımların çalışma alanlarında haftalık 5S denetimi yaparlar.³¹

2.4.7 Takım Lideri (Team Leader):

Yalın üretim sisteminde takım liderleri, çalışanlar için ilk seviye desteğini oluştururlar ve kitle üretim organizasyonlarından farklı olarak problem çözme, kalite güvence ve temel önleyici bakım sorumluluklarıyla iyileştirme faaliyetlerinin merkezindedir.

Takım liderlerinin disiplin ile ilgili faaliyetleri ve sabit bir üretim görevleri yoktur. Bunun yerine, ekip üyeleri tarafından yapılan tüm işleri bilerek destek sağlarlar, böylece çalışanlarını rahatlatılabilir, gelmeyen elemanın yerini doldurabilir, desteğe ihtiyacı olan ve ya geride kalan çalışmalarına yardımcı olabilirler. Bant durduğunda, problemlere müdahale ederler ve Kaizen faaliyetlerinde lider rolü üstlenirler. Takım liderleri ayrıca ekip üyelerinin standart işi takip ettiğinden ve problemlerin ortaya çıktığından emin olmak için standart iş denetim çizelgesi kullanarak günlük kontrollerini yaparlar.³²

³¹ Marchwinski ve Shook, a.g.e, s.30.

³² Marchwinski ve Shook, a.g.e, s.92.

3 YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİ:

3.1 Tam Zamanında Üretim Sistemi (TZÜ/JIT):

Tam zamanında üretim sistemi “Gerekli parçaları, gerekli miktarda, gerekli olduğu yerde ve zamanda, doğru kalitede üretmek” olarak tanımlamaktadır. Aslında bu tanımın ardında sistemin daha genel bir tanımı yer almaktadır. Buna göre tam zamanında üretim, sermaye, ekipman ve işgücü gibi üretim kaynaklarının kullanımını iyileştirme konusunda basit ve etkin bir üretim sisteminin işletilmesidir. Bunun doğal sonucu olarak, müşterilerin kalite ve teslimat ihtiyaçlarını en düşük üretim maliyetlerinde karşılayabilecek bir üretim sisteminin geliştirilmesi mümkün olmaktadır.

Tam zamanında üretim sistemi, Japonların savaş sonrası içinde bulundukları ekonomik koşulların bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. İkinci Dünya Savaşı sonrası zaten kısıtlı olan doğal kaynaklara işgücü ve sermaye kaynaklarının da yetersizliği eklenince Japonya, ekonomik varlığını sürdürebilmek için kısıtlı olan kaynakları mümkün olan en düşük maliyetle kullanmayı öğrenmek zorunda kalmıştır.³³

Taiichi Ohno, Amerikan "Süpermarket" fikrinden etkilenmiş ve süpermarketlerin işletilmesindeki temel ilkeler tam zamanında üretim sisteminin kavramsal altyapısını oluşturmuştur. Süpermarket ortamındaki bazı ilke ve uygulamalar başlangıç noktası alınarak tam zamanında üretim sistemi 1940 yıllarında Toyota’da Taiichi Ohno tarafından düzgün akışı kolaylaştıracak bir yöntem olarak geliştirilmiştir.

1971 petrol krizi sonrasında sistemin önemi diğer Japon firmaları tarafından benimsenmiş ve ülke genelinde uygulanmaya başlamıştır. 1980’lerin başından itibaren tam zamanında üretim sisteminin Amerika ve Avrupa’da uygulanmaya başladığı görülmektedir. Sistemin etkili olarak uygulanabilmesi için, önceki işlemlerde her parça küçük miktarda üretilmeli, sonraki işlemler bu partileri çeker çekmez yeniden küçük miktarda üretilecek şekilde bir üründen diğer ürüne geçişteki hazırlık süresi çarpıcı şekilde kısaltılmalıdır. Üretim akışının sonraki süreçlerinde dengelenmiş programlama (Toyota tarafından

³³ Seher Kanat ve Mücella Güner, “Tam Zamanında Üretim Sisteminin Tekstil ve Konfeksiyon Sanayine Uygulanabilirliği”, **Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi**, 4/2006, s.274.

Heijunka olarak anılmakta) kullanılmaması durumunda tam zamanında üretim sistemi etkin olarak uygulanması zordur. Dengelemenin yapılamaması durumunda, üretimin önceki süreçlerinde hızla darboğazlar oluşmakta ve bunu önlemek için “tampon” yani “güvenlik stokları” oluşturulması gerekmektedir. Sistemin etkili olabilmesi için diğer önemli noktalar ise hazırlık zamanlarının kısaltılması ve programların dengeli hale getirilmesidir.³⁴

3.1.1 Tam Zamanında Üretim Sisteminin Temel İlkeleri:

Tam zamanında üretim sisteminin temel ilkeleri; Toplam Kalite Kontrolü (Total Quality Control), Talep Çekmeli Sistem (Demand Pull System), Üretim Süreçlerinin Esnekliği (Process Flexibility), Verimsizliklerin Yok Edilmesi (Waste Elimination) ve Sürekli İyileştirme (Continuous Improvement) başlıklarında sınıflandırılabilir. Aşağıda söz konusu ilkelere ilişkin kısa açıklamalar yer almaktadır.³⁵

a. Toplam Kalite Kontrolü:

Tam zamanında üretim sisteminin temel ilkelerden biri kalitedir. Üretimin hiç bir aşamasında kalitesizliğe izin verilmez. Bir kalite problemi çıktığında, üretim süreçlerinin tümüyle durdurulmasına bile izin verilir. Kalite problemlerini kaynağında yok etmek esastır. Bu yüzden, tedarik edilen girdilerle ilgili kalite sorunları öncelikle tedarikçilerin sorumluluğundadır. Bu husus, etkin tedarikçi yönetimini gerektirir. Bir önceki üretim sürecinden gelen kalite problemi o aşamaya iade edilir. Her çalışan yaptığı işlerin kalitesinden birinci derecede sorumludur. Kişisel gayretlerle çözülemeyecek kalite sorunları, çalışanlar, yönetim ve tedarikçilerin işbirliğinden oluşan entegre bir anlayış çerçevesinde çözüme kavuşturulmaktadır.

b. Talep Çekmeli Sistem:

Üretim süreçlerinde stoksuz, beklemesiz ve kesintisiz düzgün bir akış gerçekleştirmek için, talep çekmeli sistem kullanılmaktadır. Geleneksel üretim sistemlerinin aksine hiçbir sebeple stok için üretim yapılmamaktadır. Talep çekmeli sistemin gereği

³⁴ Womack ve Jones, a.g.e, s.77.

³⁵ Orhan Savaş, “Tam Zamanında Üretim Sisteminin Gerektirdiği Maliyet Muhasebesinin Temel Nitelikleri”,2003, <http://iibf.erciyes.edu.tr/dergi/sayi20/osavas2.pdf> , s.204.

olarak, bir sonraki üretim aşamasından istenmeyen hiç bir ürün bir önceki aşamada üretilmemektedir. Tam zamanında üretim ortamlarında, ürünler önce satılmakta sonra üretilmektedir. Kanban yöntemi ile gerçekleştirilen bu uygulama, tedarik edilen hammadde ve parçalar için de tedarikçilere yansıtılmaktadır.

c. Üretim Süreçlerinin Esnekliği:

Küçük miktarlarda, fakat çok çeşitli ürün üretiminin esas olduğu tam zamanında üretim sisteminde, çalışanlar ve diğer üretim araçlarının esnekliği esastır. Üretim faktörlerinin çok amaçlı olarak kullanılabilmesi anlamına gelen esneklik, ürün çeşitliliğinin önemli olduğu üretim ortamlarında üretim faktörlerinden tam yararlanılmasını sağlamaktadır. Üretim süreç esnekliği genel amaçlı üretim araçlarının tercihi ile sağlanırken, çalışan esnekliği de, çoklu yetenek kazandıracak eğitimler ile gerçekleştirilmektedir. Çoklu yetenek kavramı, çalışanların birden fazla alanda uzman hale getirilmesi anlamında kullanılmaktadır.³⁶

d. Verimsizliklerin Yok Edilmesi:

Toplam kalite kontrolü, talep çekmeli sistem ve üretim süreçlerinin esnekliğine odaklanan tam zamanında üretim sisteminde temel amaçlardan biri de verimsizliklerin yok edilmesidir. Bu amaçla yapılan işlemler, ürüne değer katmayan (Non-Value Added) işlem, faaliyet ve süreçlerin tümüyle ortadan kaldırılması şeklinde tanımlanmaktadır.

e. Sürekli İyileştirme:

Tam zamanında üretim sisteminin temel ilkeleri ile oluşturulması hedeflenen ortam statik bir durumu ifade etmemektedir. Aksine, tam zamanında üretim ortamlarında ulaşılan her hedef geçici ve sürekli iyileştirilebilir olarak kabul edilmektedir. Sistemde sürekli iyileştirme hem temel bir ilke hem de bir yaşam biçimi olarak değerlendirilmektedir. Sürekli iyileştirmeler, genel olarak, küçük problemler için Kaizen teknikleri kullanılarak sağlanmaktadır.

³⁶ Savaş, a.g.e. ,s.205.

3.1.2 Tam Zamanında Üretim Sisteminin Hedefleri:

Tam zamanında üretim sisteminin temelinde, üretimin tüm aşamalarında israfın önlenerek maliyetlerin azaltılması hedefi yer alır. Bir işletmede, ancak tüm israfın önlenemediği noktada tam zamanında üretim gerçekleşmektedir. Bu bağlamda üretimin her aşamasındaki stoklar (hammadde, ara ürün, bitmiş ürün stokları) ile kalitesizlik (satın alınan ve imal edilen parça ve mamullerde hatalar) en temel israf unsurları olarak belirlenmiştir. Tam zamanında üretim ortamında üretimin tüm aşamalarında israfın ortadan kaldırılması hedefine ulaşabilmek için, aşağıda belirtilen “ikincil hedefler” in gerçekleştirilmesi gereklidir:

- Miktar ve çeşit açısından talepteki günlük ve aylık dalgalanmalara sistemin adaptasyonunu sağlamak üzere kalite kontrol fonksiyonunun geliştirilmesi,
- Her sürecin, sonraki süreçlere sadece iyi (hatasız) parçaları göndermesini sağlamak üzere kalite güvence sisteminin kurulması,
- Sistemin insan kaynağını kullanarak, maliyet azaltma hedefine ulaşabilmesini sağlamak üzere insana saygının egemen olduğu bir örgüt kültürünün oluşturulması³⁷

3.1.3 Tam Zamanında Üretim Sistemi Kavramları:

Tam zamanında üretim sisteminin çıktıları; maliyetleri azaltma, kaliteyi yükseltme ve insana saygı olarak özetlenebilir. Tam zamanında üretim sistemi, bu çıktıların elde edilmesinde dört temel kavramdan yararlanmaktadır:

- Tam zamanında: Sadece gerekli parçaların, gerekli miktarlarda, gerekli olduğu zaman üretilmesi durumudur.
- Otonomasyon (Japonca: Jidoka): Otonom hata kontrolü olarak tanımlanabilir. Otonomasyon, hatalı parçaların üretim akışına karışıp sonraki süreçlerde üretimi kesintiye uğratmasını engelleyerek bir problemle karşılaşıldığında derhal müdahale edilmesi ve böylece kök nedenin bulunmasının sağlanmasıdır.
- Esnek İşgücü (Japonca: Shojinka): Talep dalgalanmaları karşısında departmanlar daki işgücü sayısının değişimli kullanılabilmesidir.

³⁷ Kanat ve Güner, a.g.e, s.275.

- Yaratıcı Düşünce (Japonca: Soikufu): Çalışanların önerileri ile sürekli gelişmenin ve çalışanın işe doğrudan katılımının sağlanmasıdır.

3.1.4 Tam Zamanında Üretimi Destekleyen Diğer Yalın Teknikleri:

- Tam zamanında üretimi gerçekleştirebilmek için “Kanban” tekniği
- Talep dalgalanmalarına uyum sağlayabilmek için “Üretim dengeleme” yöntemleri
- İmalat ön sürelerini azaltmak için makine “Ayar zamanlarının azaltma” yöntemleri
- Hat dengesinin sağlanabilmesi için “Operasyonların standardizasyonu”
- Esnek işgücü kavramını gerçekleştirebilmek için “Yerleşim planlaması” ve “Çoklu yeteneklerin” geliştirilmesi
- Sürekli gelişmeyi sağlamak üzere “Kaizen çalışmaları” ve “Öneri sistemleri”
- “Otonomasyon” kavramını gerçekleştirmek üzere “Görsel kontrol sistemleri”

Tam zamanında üretim sisteminin uygulanabilmesi için, işletme içinde bir dizi üretim yönetimi tekniğinin -ki bunların çoğu yıllardır kullanılagelen tekniklerdir- sistematik bir yapı çerçevesinde devreye girerek işlerlik kazanması gerekmektedir.³⁸

3.1.5 Tam Zamanında Üretim Sisteminin Çalışma Prensipleri:

Üretim hattı, talebe göre çekme esası ile çalışır. Her bir üretim prosesi kendisinden sonra gelen prosesin talebine göre üretim yapar. Bu sistemde üzerinde önemle durulan husus, her bir birimin “Toplam üretim zamanını” minimize etmektir. Toplam zaman, bir ürünün oluşumunda hammadde girişinden, nihai ürün olarak üretim hattından çıkışı arasında geçen toplam süredir.

- Üretim Zamanı: Ürün üzerinde asıl çalışılan süredir.
- Kontrol Zamanı: Ürünün istenilen standartlara uygun hale getirilmesi için harcanan zamandır. Ürünlerin bir üretim bölümünden diğerine gönderilirken ve müşteriye gönderilmeden önce belirlenmiş olan standartlara uygunluğunun kontrolü için harcanan zamandır. Bu kusurlu ürünlerin tekrar üretilmesi için gerekli zamanı ve üretime geçilmeden önce direkt ilk madde ve malzemelerin kontrolünü de kapsamaktadır.

³⁸ Nesime Acar, **Tam Zamanında Üretim**, 6.Basım, Ankara: MPM Yayınları, 1997, s.3.

- Taşıma Zamanı: Ürünün bir departmandan diğerine, oradan da depoya taşınması için geçen zamandır.
- Bekleme Zamanı: Ürünün işlem görme, taşınma ve kontrol edilme için beklediği zamanı kapsar.
- Depolama Zamanı: Hammadde ve yarı mamullerin işlem görme ve ürünlerin sevk edilme için depolarda beklediği zamanı ifade eder.

Yukarıdaki tanımlardan faydalanılarak “Toplam Zaman” aşağıdaki şekilde formüle edilebilir:

Toplam Zaman = Üretim Zamanı + Kontrol Zamanı + Taşıma Zamanı + Bekleme Zamanı + Depolama Zamanı

Toplam Zaman = Değer Yaratıcı Süre + Değer Yaratmayan Süre

Değer yaratan zaman, üretimin yapıldığı zamandır. Kontrol zamanı, taşıma zamanı, bekleme zamanı, depolama zamanı gibi diğer süreler değer yaratmayan süreler olarak tanımlanmaktadır. İdeal bir tam zamanında üretim sisteminde amaç, toplam zamanı üretim zamanına eşitlemektir. Bu amaca; taşıma, bekleme, kalite kontrol için geçen süreleri minimize edip üretime değer katmayan zamanın azaltılarak ulaşılması mümkündür.

İmal edilen parçaların eksik veya kusurlu olduğunun tespiti halinde üretim hattı durdurulur ve sorun giderildikten sonra üretime devam edilir. Üretimin aksamaması için üretim sürecinde görev alan işçilerin kusurlu hammadde parçaları gibi üretimi aksatma potansiyeline sahip olan kaynakları tespit edip hataları elimine etmeye gayret etmeleri gerekmektedir.

Tam zamanında üretim sistemi, geleneksel yöntemlerde olduğu gibi itme esasına göre değil, çekme esasına dayanmaktadır. Bu yöntemde üretimi harekete geçiren müşteridir. Müşteri, nihai alıcı olabileceği gibi işletmedeki bir başka üretim bölümü de olabilir. Bir üretim bölümü kendi üretimi için gerekli olan ara ürünleri önceki üretim bölümünden çeker. Önceki üretim bölümü çekilen parçalar kadar üretim yapar ve bunun için ihtiyaç duyduğu miktarı kendinden önceki bölümden çeker. Buradan da anlaşılacağı gibi

tam zamanında üretim sisteminde müşteriden başlanarak taleplerin geriye dönük olarak yapılması ve ihtiyaç kadar stok bulundurulması esastır.

Tam zamanında üretim sisteminde bilgi iletişimi için “Kanban sistemi” kullanılır. Kanban, iş istasyonları arasındaki parçaların çekilmesini ve üretilmesini sağlayan bir karttır. Kanban, genellikle üretimi kontrol eden bir bilgi sistemi olarak değerlendirilmektedir.

3.1.6 Tam Zamanında Üretim Sisteminin Yararları:

İşletmelerin Tam Zamanında Üretim sistemini etkin olarak uygulanması sonucunda aynı zamanda Yalın Üretim Sisteminin de temel sonuçları olan aşağıdaki faydaları elde etmesi beklenmektedir;

- Müşteri odaklı bir şekilde tüketicinin isteğine göre kaliteli ürünlerin sunulması,
- Tedarik imkânlarını geliştirerek sürekli ve düzenli bir akış sağlanması,
- Üretim ve talep dengesinin kurulması,
- Ürün kalitesinin yükselmesi, firelerin azaltılması, verimliliğin yükseltilmesi (Firelerin azalmasının nedeni, küçük partiler halinde üretim sayesinde hatalı parçaların daha erken tespit edilebilmesidir),
 - Sık sık olabilecek talep değişimlerinin önlenerek üretimin düzgünleştirilmesi,
 - Çalışanların çoklu yeteneklerinin geliştirilmesi (Çok fonksiyonlu olarak kullanılması),
 - Stok seviyelerinin önemli ölçüde düşürülmesi, hatta bazı durumlarda sıfıra indirilmesi,
 - Stoksuz çalışma nedeniyle stok denetim sistemlerine ihtiyaç duyulmaması,
 - Sistemin aynı ürün ailesinde yer alan ürünlerin birinden diğerine kolaylıkla kaydırılabilecek şekilde tasarlanması sayesinde sistemde çeşit esnekliği sağlanması,
 - Küçük partiler halinde üretim nedeniyle, stokların ve malzeme taşıma araçlarının kapladığı alanın azaltılması,

- Stoksuz çalışma, ilk seferinde hatasız üretim, toplam üretken bakım gibi teknikler yardımı ile tam zamanında üretim sistemlerinde üretimin düşük maliyetle gerçekleştirilebilmesidir.³⁹

3.2 Kanban Üretim Sistemi:

3.2.1 Kanban Tanımı:

Tam Zamanında Üretim sisteminde, boşalan stok pozisyonunu doldurmak için zaman alıcı herhangi bir resmi (yazılı) uyarı sistemi olmaksızın yeniden sipariş emrini veren bir sinyal oluşturmak hedeflenmektedir. Japonlar bu sinyal için basit bir kart kullanmışlardır. Japonca kart = “Kanban” olduğundan bu sisteme de “Kanban Sistemi” adı verilmiştir.⁴⁰

Üretimin tam zamanında gerçekleştirilebilmesi için tüm proseslere ne zaman ne kadar üretim yapacaklarını zamanında bildiren bir bilgi sisteminin kurulması gereklidir. Tam zamanında üretim sisteminde bu işlevi gerçekleştiren Kanban sistemidir. Sistemin ilk kullanıcısı ve uygulayıcısı Toyota firmasıdır.

Yalın üretimde uygulanan “Çekme” sistemleri, sonraki proseslerin önceki proseslerden sadece tükettikleri miktarda ve zamanda parça talep ettikleri ve çektikleri sistemlerdir. Bu sistemde üretim çizelgesi, sadece son üretim prosesine gönderilir. Hangi ürünün, ne zaman ve ne miktarda üretileceğinin sadece son proses tarafından bilinmesi bu prosesin önceki proseslerden sadece kendine gereken parçaları çekmesini sağlamaktadır. Sonraki aşama parça çekmeden, önceki aşama üretim yapmayacak ve sonuçta her aşama kendisinden sonra gelen aşamanın ihtiyacını karşılamak üzere tam zamanında üretim yapacaktır. Bu da prosesler arasında oluşacak ara stokların ve stok düzeylerinde gözlenen dalgalanmaların minimize edilmesini sağlayacaktır. Bu sistemde hangi parçaların ne miktarda üretileceği “Kanban” kartları üzerinde belirtilir.⁴¹

³⁹ Ufuk Cebeci, “Verimlilik ve Yalın Üretim”, 2007, <http://www.ias.com.tr/enterprise/articles/20070910-yalin-uretim.html>, s.1.

⁴⁰ Canan Hamurkanoğlu, “IST 483 Kalite Yönetimi: Kalite İyileştirmede Temel Araçlar”, 2008, www.huist.org/KaliteYonetimi/4_Grup_kalite_%20iyilestirmede_temel_aracilar.doc, s.6.

⁴¹ Yalın Üretim Yöntemleri: Kanban ya da Çekme Sistemi, 2008, <http://erp.karmabilgi.net/yalin-uretim-yontemleri/>, par.3

Malzeme hareketlerinin kontrolü ve bununla beraber üretim etkinliklerini amaçlayan üretim yaklaşımı olan Kanban sisteminde ürün ve bilgi akışı birlikte ele alınır, ayrı bir stok yönetimi gerekmez, fazla üretim engellenir ve israfların en aza indirilmesi sağlanır.

Kanbanlar daima üretim akışına ters yönde ancak fiziksel birimlerle birlikte sondan başa doğru hareket ederek üretim aşamalarını birbirine bağlarlar. Üretim aşamalarının bu şekilde birbirine bağlanması sonucunda ise gereken parçalar gerekli olan miktarda ve gerektiği zaman üretilmekte ve aşamalar arasında ara stoklara ihtiyaç kalmamaktadır. Bu zinciri, işletme dışında satıcılara kadar uzatılması durumunda hammadde stoklarını kaldırmak dahi mümkündür.⁴²

Taiichi Ohno hiçbir istasyonun gereğinden fazla üretmemesi için, bir önceki aşamanın neyi ne miktarda işleyeceğine bir sonraki aşamanın karar vermesi uygulamasına geçmiştir. Taiichi Ohno'nun öncülüğünü yaptığı sistem aslında son derece rasyonel ve basittir. Sistem tümüyle, bir sonraki üretim aşamasındaki bir işçinin, bir önceki aşamaya gidip, kendi üretim istasyonu için o an gerekecek miktarda parçayı "Çekme"sine dayanır. Onun için bu parçaları çekmesi, yani alması, bir yandan bir önceki istasyon için "yeni üretime başla" sinyalidir; öte yandan da yeni üretimin ne miktar ve çeşitlilikte olacağını belirtir. Aynı ilişkiler, ikinci istasyonla kendinden önce gelen üçüncü istasyon arasında da gerçekleşir ve zincirleme olarak devam eder. Dolayısıyla hiçbir aşama, daha önce belirlenmiş miktarda parçanın bir sonraki istasyon tarafından alınmasından önce yeni parça üretimine başlamaz ve üretim hiçbir zaman istenilenden fazla veya değişik olmaz. "Çekme" olayının başladığı yer son montaj hattıdır ve bu hattan başlayarak parçalar atölyeden atölyeye, ya da yan sanayiden ana sanayi fabrikasına doğru çekilirler.

Taiichi Ohno kitabında şöyle açıklamaktadır: "Toyota Üretim Sistemi'nin iki fonksiyonu Tam Zamanında Üretim sistemi ve Tek Dokunuşta Otonomasyon' dur. Sistemi yönetmek için kullanılan araç ise Kanban'dır."

Kanban, Toyota Üretim Sistemi prensiplerinin geliştirilmesine yardım eden bir tekniktir. Taiichi Ohno bu kesin ayrımı şu şekilde yapmıştır. "Kanban basit olarak sadece tam zamanında üretimi gerçekleştirmektir". Yönetimin üç temel amacı içinde

⁴² Kanban Üretim Yönetim Sistemi, 2007, [http://tr.wikipedia.org/wiki/ Kanban](http://tr.wikipedia.org/wiki/Kanban) , s.1.

düşünüldüğünde (planlama, uygulamanın doğruluğunu garantiye almak, gerekirse uygulamadaki hataları düzeltmek) Toyota Üretim bir planlama fonksiyonu iken Kanban ise bir garanti fonksiyonudur.⁴³

3.2.2 Üretim Kontrol Sistemleri:

Üretim kontrol sistemleri, çeken sistemler ve iten sistemler olmak üzere 2 grupta incelenmektedir.

1. İten (Push) Sistemler:

Klasik sistemler iten sistemlerdir, üretim ve envanter kontrolü tahmin edilen talep değerlerine dayanır. Bu çizelgeye göre üretim çizelgesi saptanır, zaman içerisinde bu çizelge dikkate alınarak üretim yapıldığı için iten sistemler çoğu kez çizelgeye dayalı sistemler ya da çizelgenin ittiği sistemler olarak adlandırılırlar. Bu ortamda üretim süreçleri daima bir sonraki sürecin ihtiyacını karşılayacak şekilde üretim yaparlar. Ancak bu durumda üretim süreçlerinden birinde oluşan sorunda ya da talepteki dalgalanmalardan kaynaklanan değişikliklere hızlı uyum sağlamak kolay değildir. Üretim hızının değişiklikler doğrultusunda uyarlanabilmesi çizelgelerin revize ederek ilgili birimlere gönderilmesini gerektirir. Bu tür düzenlemelerin oldukça zaman alıcı olmalarından dolayı iten (klasik sistemlerde) süreçler arasında stok bulundurmak yoluyla değişikliklere uyum sağlanır. Üretimin sürdürülebilmesi için yüksek ara stoklarla çalışmak kaçınılmazdır.

2. Çeken (Pull) Sistemler:

Sonraki süreçlerin önceki süreçlerden sadece tükettikleri miktarda ve zamanda parça talep ettikleri ve çektikleri sistemlerdir. Bu nedenle “talebin çektiği sistemler” olarak da adlandırılırlar. İten sistemlerde çekme sistemlerin aksine sadece üretim sürecine gönderilir. Hangi ürünün ne zaman ve ne miktarda üretileceğini sadece son süreç tarafından bilinmesi, bu sürecin önceki süreçlerden sadece kendine gereken parçaları çekmesini sağlayacaktır. Çeken sistemlerde, merkezi planlama sistemlerindeki tüm

⁴³ Toyota Üretim Sisteminin Doğuşu ve Tarihsel Gelişimi: Kanban Sisteminin Gelişimi, 2007, http://www.endustri.muhendisim.com/article_read.asp?id=27, par.3

aşamalara üretim çizelgesi gönderilmesi uygulanması yerine çizelgelerin sadece son üretim aşamasına gönderilmesi ve son aşamadan geriye doğru çizelge gereklerinin kanbanlar aracılığıyla yerine getirilmesi, pazar koşullarındaki değişimlerin anında ve kolaylıkla üretim sistemine yansıtılmasını sağlamaktadır.

Son üretim aşaması dışındaki süreçlere üretim çizelgesi gönderilmemekte, son aşama dışındaki üretim aşamalarına çizelge bilgileri kanban aracılığıyla iletilmektedir.

3.2.3 Kanban Çeşitleri:

Kanban Çeşitleri'ne bakıldığında üç tür kanban kullanılmaktadır. Bunlar;

a. Çekme / Taşıma kanbanı:

Tanımlı malzemenin taşınma iznini verir. ⁴⁴ Bir önceki hücrenin (müşteri hücre) sonraki hücreden (tedarikçi hücre) çekmesi gereken ürünün çeşidi ve kalitesini, bir sonraki istasyonun, bir önceki istasyondan çekmek istediği parça cinsi ve miktarını belirleyen ve parça / malzeme çekmek amacı ile kullanılan kanban çeşididir.

Ana montaj hatları ve iş istasyonları, girdi ve çıktı olmak üzere iki tip stok alanına sahiptirler. Girdi stok alanları, iş istasyonlarınca, kendi üretim süreçlerinde işlenmek üzere, standart kaplarda tedarik edilen ham madde, parça bileşeni ve/veya yarı mamullerin depolandığı alanlardır. Çıktı stok alanları ise, iş istasyonlarınca üretilen parçaların depolandığı alanlar olarak üretim ortamında bulunmaktadır. Eğer parça bizzat firmanın kendisi tarafından üretiliyorsa, girdi stok alanındaki her kapa iliştilmiş bir çekme kanbanı bulunur.

Çekme kanbanı hücreler arasında hareket eder. İki hücre arasında bilgi akışını sağlayarak, sonraki proses tarafından ihtiyaç duyulan parçaların, istenilen miktar ve doğru

⁴⁴ Canan Hamurkanoğlu, "IST 483 Kalite Yönetimi: Kalite İyileştirmede Temel Araçlar", 2008, www.huist.org/KaliteYonetimi/4_Grup_kalite_%20iyilestirmede_temel_aracilar.doc, s.7.

zamanda önceki prosesten teminini sağlar. Bu yönüyle, tüketimle tetiklenen bir tedarik aracı olarak karşımıza çıkmaktadır.⁴⁵

b. Üretim kanbanı:

Üretim Kanbanı, proses içi Kanban olup belirli bir proses içinde üretim kontrolünü sağlar. Belirli bir istasyonun ne kadar üretmesi gerektiğini gösterir. Kart üzerinde yazılı malzemeden belirtilen miktarda üretim izni verir. Üretim kanbanı çıktı stok alanı ile tedarikçi hücre arasındaki bilgi akışını sağlayarak parça ikmalini gerçekleştirir.

İkmal ile sorumlu hücre, çıktı stok alanında üretimi tamamlanan, standart kaplar halinde depolanmış parça stokuna sahiptir. Bu kaplardan her birine iliştilmiş üretim kanbanları vardır. Ana montaj hattı ya da iş istasyonu parça tedarikini gerçekleştirmek üzere çekme kanbanı getirdiğinde, kap üzerindeki üretim kanbanı kaptan ayrılarak, söz konusu parçanın ikmal ile sorumlu hücreye verilir. Bu şekilde, çıktı stok alanında tüketilen parçanın ikmalini sağlamak üzere üretim tetiklenir.

Tedarikçi hücre, üretim kanbanında belirtilen miktarda üretim yaptıktan sonra, standart kapa ekleyerek ikisini çıktı stok alanına transfer eder. Üretim kanbanı yalnızca tedarikçi hücre ile onun çıktı stok alanı arasında hareket eder. Üretim kanbanı çıktı stok alanı ile tedarikçi hücre arasındaki bilgi akışını sağlayarak parça ikmalini gerçekleştirir.

c. Tedarikçi Kanbanı:

Tedarikçilerden satın alınan parçaların ikmalini gerçekleştirmek üzere kullanılan bir kanban çeşididir. Tedarikçi kanbanı, çekme kanbanına benzer şekilde, (satın alınan parçalar için) ana montaj hattı ya da iş istasyonunun girdi stok alanındaki kaplara iliştilmiş halde bulunur. Kaptan tüketim başladığında, kullanıcı tedarikçi kanbanını kaptan ayırarak, parçanın ikmal ile sorumlu tedarikçiye ulaştırır. Tedarikçi, tedarikçi kanbanındaki bilgiler doğrultusunda, parça ikmalini gerçekleştirir ve tedarikçi kanbanını kapa iliştilerek, kapın müşteri prosesin girdi stok alanına teslimini sağlar.

⁴⁵ Kanban Üretim Yönetim Sistemi, 2007, <http://tr.wikipedia.org/wiki/Kanban>, s.1.

Tedarikçi kanbanı, müşteri firma ile tedarikçi arasında bilgi akışını sağlayarak, satın alınan parçaların tedarik sürecini gerçekleştirir. Tedarik süreci, tüketim ile tetiklenir ve bu süreç, tüketilen parçanın müşteri prosesin girdi stok alanına teslimi ile son bulur.

3.2.4 Kanban Kuralları:

Kanban sisteminin etkin olarak uygulanmasında beş kural yer almaktadır. Kanbanların tam zamanında üretim amacıyla kullanılabilmesi için aşağıda belirtilen kurallara dikkat edilmesi gerekir:

1.Kural: Sonraki üretim süreci, önceki süreçten gerekli parçaları gerekli miktarlarda ve gereken zamanda çekmelidir. Bu kuralın uygulanabilmesi için bazı alt kuralların da birlikte uygulanması gereklidir:

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

Sadece bu kuralın uygulanması, tam zamanında üretimin gerçekleştirilmesi için yeterli değildir, çünkü kanban yalnızca her süreçte günlük üretimi belirleyen bir yükleme aracıdır.⁴⁶

2.Kural: Önceki üretim süreci sonraki süreç tarafından çekilen miktar kadar üretim yapmak zorundadır. Bu kuralın için önemli uygulamalar ise;

- . Kanbanların sayısından daha fazla üretim yapılmasına izin verilmemelidir.
- . Önceki süreçte farklı parçaların üretimi söz konusuysa, bunların üretimi kanbanların geliş sırasına uygun olarak yapılmalıdır.

İlk iki kural yerine getirildiğinde, tüm üretim süreçleri bir konveyör hattı gibi birleşmiş olacaktır. Üretim süreçlerinin herhangi birinde bir problem olması halinde

⁴⁶ Yalın Üretim Yöntemleri: Kanban Kuralları, 2008, <http://erp.karmabilgi.net/yalin-uretim-yontemleri/>, par.1

tüm hattın durması söz konusu olabilecek ancak süreçler arası denge yeniden sağlanacaktır.

3.Kural: Hatalı parçalar, hiçbir zaman bir sonraki üretim sürecine geçirilmemelidir. Bu kuralın uygulanamaması halinde Kanban sistemi işlerliğini kaybeder. Üretim hattı üzerinde herhangi bir istasyonda hatalı parçalar bulunması ara stokların büyük ölçüde azaltılmış olduğu bu ortamda üretim akışını durduracak ve hatalı parçalar önceki istasyona geri gönderilecektir.

Bilindiği gibi, tam zamanında üretim sisteminde “sıfır hata” hedefine yaklaşabilmek amacıyla “Otonomasyon” kavramından yararlanılmaktadır. Otonomasyon otonom hata kontrolü olarak tanımlanmıştır ve bu kavramın temelinde hataların tekrarını engellemek ilkesi yer almaktadır. “Hatalı” kavramı, Toyota sisteminde, hatalı üretim operasyonlarını da içerecek şekilde genişletilmiştir. Hatalı operasyon; standardizasyona tam olarak ulaşılmamış ve birtakım yetersizliklerin söz konusu olduğu işlem olarak tanımlanmıştır. Hatalı operasyonlar aynı zamanda hatalı parça üretimine de neden olacağından, üretim operasyonlarının standardizasyonu kanban sisteminin önemli ön koşullarından birisi olmaktadır.

4.Kural: Kanban sayısı minimuma indirilmelidir. Toplam kanban sayısı, sistem içindeki süreç içi envanter düzeyini belirlediği için, tam zamanında üretim sisteminde amaç bu sayıyı mümkün olan en alt düzeyde tutabilmektir. Kanban uygulamalarında, günlük ortalama talepte bir artış olduğunda çevrim zamanlarının kısaltılması gereklidir. Bu ise, hat üzerinde işgücü tahsisinde bazı düzenlemeler yapılmasını gerektirmektedir. Ancak üretim hattı bu tür düzenlemeleri yapabilecek esnekliğe sahip değilse, kanban sayısının sabit tutulduğu bu ortamda artan talep koşullarında ya üretim tamamıyla duracak ya da fazla mesai yapılacaktır.

Esnekliğin sağlanamadığı ortamlarda ise toplam kanban sayısını ya da güvenlik stoku düzeyini arttırarak talep artışlarına uyum sağlamak mümkündür. Talebin azalması durumunda ise, standart operasyonlar çevrim zamanının arttırılması gerekecektir. Ancak, bu durumda ortaya çıkacak boş zamanın önlenebilmesi için, üretim hattındaki işçi sayısının da azaltılması söz konusu olacaktır.

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

Kanbanla üretim hızının ayarlanması, talebin belli büyüklükteki değişimleri için gereklidir. Toyota sistemine göre, talepte %10 dolaylarında bir değişme olduğunda, toplam kanban sayısını değiştirmeden kanban transfer hızını değiştirerek üretim hızını ayarlamak mümkün olabilmektedir. Talepte daha büyük mevsimsel dalgalanmalar olduğu zaman ise, üretim hatlarının yeniden düzenlenmesi gerekmektedir.

3.2.5 Kanban Sisteminin Uygulanması:

Kanban sisteminde kullanılan kartlar genellikle dikdörtgen biçimi boyutlarda plastik karton veya metal olan ve üzerinde bilgiler taşıyan kartlardır. Genellikle üzerinde yer alan bilgiler şunlardır;

- Kullanıldığı yer (stok orijin noktası, tüketim noktası, taşıma yolu),
- Parça numarası,
- Parça adı,
- Parçanın tanımı,
- Kanban numarası (kanban kartının tanııtım numarası),
- Parça sayısı (ana parçanın her üretim birimi için bu kanban tarafından siparişi açılan parça miktarı),
- Düzenli olarak konulduğu kutunun tanımlayıcı kod numarası veya ismi,
- Teslim edileceği iş istasyonunun yeri (kod numarası veya tanımı),

Tüketim ile tetiklenen parça / malzeme ikmali, temel olarak çekme, üretim ve tedarikçi kanbanları ile sağlanır. Kanbanlar mutlaka kart olmak zorunda değildir, kutunun

kendisi kanban olabilir. Renklendirme ile kutular ve ürünler ayırt edilebilir. Ayrılmış saklama alanında örneğin en fazla 5 adet kutu konabilir. Boş alan var ise üretime izin verilir. “Bilgisayar destekli barkot sistemleri” ile kutu üzerindeki okutulan barkot kanban vazifesi görebilir.⁴⁷

Kanban sistemi, bir dizi kartla süreçler arası bilgi akışını sağlayan bir sistem olarak yorumlandığında, birçok işletme mevcut koşullarda bir kanban sistemine sahip olduğunu düşünecektir. Bugün pek çok işletmede, süreçler arasında bilgi alış veriş ile buna bağlı olarak malzeme alış verişini sağlamak amacıyla malzeme ile birlikte hareket eden bir kart sistemi zaten vardır. Ancak, bu uygulamaları kanban sistemi olarak nitelenemez. Çünkü bu sistemler iten kontrol sistemleri çerçevesinde kullanılmaktadır. Oysa kanban sisteminin ayırt edici özelliği, çekme sistemi ortamında kullanılıyor olmasıdır. Bu durumda, kanban sisteminin tam zamanında üretim sisteminden bağımsız olarak pek bir anlam ifade etmediği ve ancak çeken sistemler için bir kontrol aracı olduğu söylenebilir.

Tam zamanında üretim uygulamalarında, kanban sistemine geçiş aşamalı olarak gerçekleştirilmesi gereken bir projedir. Öncelikle üretim hattı üzerinde bazı süreçlerde ve “Ortaklığı çok-kritikliği az” olan parçalar bazında kanban uygulamalarının başlatılması gereklidir. Ancak kanban uygulamasına geçmeden önce bazı çalışmalar yaparak alt yapının hazırlanması başarı için ön koşuldur. Bu bağlamda yürütülmesi gerekli çalışmalar aşağıda özetlenmektedir;

- Yan sanayi ile karşılıklı güven ve işbirliğine dayanan ilişkiler çerçevesinde satın alma sisteminin yeniden düzenlenmesi,
- Üretim planlama sisteminin kurulması ve üretim hızının zaman boyutunda dengelenmesi,
- Üretim ön sürelerinin kısaltılması,
- Tezgâh hazırlık işlemlerinin ve buna bağlı olarak tezgâh hazırlama zamanlarının kısaltılması,
- Üretim işlemlerinin (operasyonlarının) standardizasyonu,

⁴⁷ Canan Hamurkanoğlu, “IST 483 Kalite Yönetimi: Kalite İyileştirmede Temel Araçlar”, 2008, www.huist.org/KaliteYonetimi/4_Grup_kalite_%20iyilestirmede_temel_aracilar.doc, s.8.

- Süreçlere ilişkin yerleşim planlarının hazırlanması; 'esnek atölyeler' için yerleşim planlaması ve çok fonksiyonlu işgücü çalışmaları,
- Tam zamanında üretim sistemini diğer geleneksel yaklaşımlardan ayıran sürekli gelişime ilişkin gerekli alt yapının hazırlanması,
- Toplam kalite yönetimi ilkeleri doğrultusunda, güvence ağırlıklı, sıfır hata hedefli ve tüm çalışanların sorumluluğunda bir kalite sisteminin kurulması,
- Tam zamanında üretim sisteminin örgüt yapısına uyarlanması sonucu geliştirilen işlevsel yönetim modeli ile ilgili çalışmaların yapılması

3.3 Tek Parça Akış Sistemi:

Yalın üretimin, gereksiz zaman kayıplarına bulduğu çözümlerden biri, herhangi bir atölye içinde bir parçanın nihai halini alması için gerekli olan tüm makinelerin, parçaların işlenme akışına dayanarak ardışık bir sırada yerleştirilmeleri ve parçanın bir önceki süreç için gereken makineden bir sonraki süreçte kullanılacak makineye hiç beklemeden geçmesi şeklindedir. Makinelerin bu şekilde yerleştirilmelerine "Süreç bazlı yerleşim" ya da "Süreç bazlı hat" ve parçaların süreçler arasında beklemeden teker teker aktarılmasına da "Tek Parça Akışı" denilmektedir. Tek parça akışı, süreçler / makineler arası aktarma miktarının bir adede indirilerek "Stokun sıfırlanması" olarak da tanımlanmaktadır.

Tek Parça Akış sistemi, Taiichi Ohno'nun eseridir. Ohno, Ford üretim Sistemini incelerken, sistemin en etkin ve yararlanılabilecek ögesinin son montaj hattı olduğunu düşünmüştür. Son montaj hattında arabalar bir süreçten diğerine, yedek araba stoku olmaksızın, ilk süreçte yapılması gereken işler tamamlanır tamamlanmaz, yani beklemeden ve her zaman birer adet halinde aktarılmaktadırlar. Ohno, günümüzde dahi çoğu üreticide sadece son montaj hattında kullanılan bu sistemin, aslında son montaj hattıyla kısıtlı olması gerekmediğini, tüm fabrika içinde ve atölyelerin kendi içlerinde de bu sistemi uygulayabileceğini, böylece stok olayının tümüyle yok edilebileceğini fark etmiştir.⁴⁸

Belli bir günde hattan çıkacak ürünlerin tüm parçalarının da ilke olarak o gün içinde üretilmesi, tüm üretim birimlerinin kanban ve üretimde düzenlilik ilkesine göre

⁴⁸ Yalın Üretim Yöntemleri: Tek Parça Akışı, 2008, <http://erp.karmabilgi.net/yalin-uretim-yontemleri/>, par.3

mümkün olan en küçük lotlarla çalışılabilmesi, tahmin edileceği gibi bazı ön koşullara bağlıdır. Bu koşullar;

- Üretkenlik çok yüksek olmalıdır,
- Üretim zamanlarının çok kısa olmalıdır,
- Üretim akışı içinde beklemeler olmamalıdır.

Tek parça akış sağlamak için kalıp değiştirme zamanlarını düşürmek ve parti hacimlerini küçültmek gerekmektedir.⁴⁹

3.3.1 Tek Parça Akış Sisteminin Uygulanması:

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

Tüm bu akış bütününe belirgin bir püf noktası vardır. Bu nokta, tüm üretim olayının büyük bir son montaj hattına dönüştürülmesidir. Geniş anlamda Tek Parça Akışı, son montaj hattı uygulamasının, tüm üretim istasyonlarını kapsayacak ve tüm üretim istasyonlarını birbirlerine son montaj hattı anlayışıyla bağlayacak şekilde genişletilmesidir. Tek Parça Akışın birçok değişkeni olmasına karşın, katı ve zor uygulanan kuralları yoktur. Yalnızca uygulama deneyimi için rehberliğe ihtiyaç vardır. Sistemin ana değişkenleri şunlardır;

- Personelin seçimi, eğitimi, kapasite ve yetenek derecesi,
- Ürün montajının karmaşıklığı ve değişkenliği,

⁴⁹ Womack ve Jones, a.g.e, s.90.

- Teknoloji / süreç karışıklığı,
- Personel, teknoloji ve iş içeriği arasındaki denge.

Tek Parça Akış uygulamasında yardımcı olacak önemli bazı kurallar şunlardır:

- İstenen görevi yerine getirmesi için takımın iyi seçilmesi,
- Üst yönetimin takıma çalışması için fırsat ve zaman vermesi,
- Mevcut metotların analiz edilmesi,
- Tüm metotların sınanması,
- İsrafların iyi tanımlanması,
- Proje için açık ve ölçülebilir amaçların belirlenmesi,
- Tüm personel ve görevler için açık sorumlulukların belirlenmesi,
- Deneme ve simülasyon yoluyla en iyi pratiklerin geliştirilmesi,
- Seçeneklerin performanslarının karşılaştırılması,
- Tüm çalışanların rahatça çalışabileceği standartların geliştirilmesi,
- Standartların sürekli iyileştirilmesi,
- Standartların tüm personele öğretilmesi,
- Eğitimin, kalite ve verimliliğe yönelik olması,
- Malzeme ve iş akışının analiz edilip geliştirilmesi,
- Sahiplenmeyi sağlamak için operatörlerin işe dâhil edilmesi olarak sıralanabilir.

3.3.2 Tek Parça Akış Sisteminin Faydaları:

Başarılı bir tek parça akış uygulaması aşağıdaki sonuçları verir:

- Toplam kalite için işçi sorumluluğu artar,
- İşin yeniden dengelenmesine gerek kalmaz,
- Hacim değiştiğinde veya operatör yokluğunda sorunlarla karşılaşılmaz,
- Ürünün ve miktarının belirlenmesi kolaylaşır,
- Katma değer zaman oranlarında artış meydana gelir.

Tek Parça Akışına ne kadar yaklaşılsın ve parçaların süreçler arasındaki bekleme süreleri ne kadar düşürülürse, toplam işlem zamanı da o kadar azalmaktadır. Yani, üretim o

kadar daha kısa süre içinde gerçekleştirilebilir. Ayrıca bu sistemde, aynı miktar ürün/parça çok daha kısa sürede üretilbildiğinden, işçilik maliyetleri açısından da önemli boyutlarda tasarruf edilmektedir.⁵⁰

3.4 5S:

5S, beş adımdan oluşan ve amacı çalışma ortamının yeniden organize edilmesi ve israfın ortadan kaldırılmasını hedefleyen bir Yalın Üretim tekniğidir. Hedef, çalışma ortamını daha temiz, daha düzenli, daha çalışabilir, daha güvenli bir ortam oluşturmak ve sürekli hale getirmektir.⁵¹

5S tekniği, Japonya’ da uzun zamandır sadece fiziksel çevrenin gelişmesi için değil, aynı zamanda toplam kalite yönetimi (TQM) süreçlerini geliştirmek için de kullanılmaktadır. Birçok günlük problem bu teknik sayesinde çözüme kavuşturulmaktadır. Japonca 5 kelimenin baş harfleri ile adlandırılan bu teknik İngilizce ve Türkçede de yine 5S tanımları ile tercüme edilmiştir. Ancak Türkçede yaygın kullanımı “Sınıflandırma, Düzenleme, Temizleme, Standartlaştırma ve Disiplin” şeklindedir.⁵²

Düzen, temizlik, çalışma disiplini (5S) ve işyeri organizasyonu, birçok insan için çekici olmayan konular arasındadır. Ancak dünya çapında bir üretici olma yolundaki bir firmada 5S, pek çok önemli konuyu etkilemektedir. Örneğin, bir fabrikada ortaya çıkan ıskarta sayısı, arıza sayısı, kaza sayısı, işe gelmeme sayısı, stok düzeyi ve iyileştirme önerileri sayısı ile o fabrikada uygulanmakta olan 5S arasında çok sıkı bir bağ vardır. 5S’ i uygulamak için uğraşan organizasyonlar, sürdürmekte zorlanabilmektedir. 5S, tüm iç müşterilerin yüksek motivasyon ile çalışabileceği bir işyeri yaratmak amacı ile tüm iç müşteriler tarafından izlenmelidir. 5S, bir devrim hareketi olarak nitelendirilir. Başarısı için üst yönetimden başlayarak tüm çalışanların katılımı şarttır.

Aşağıda 5S’in tanımları, anlamları, amaç ve belirleyici etkinlikleri tablo haline getirilmiştir;

⁵⁰ Yalın Üretim Yöntemleri: Tek Parça Akış Sisteminin Faydaları, 2008, <http://erp.karmabilgi.net/yalin-uretim-yontemleri/>, par.1.

⁵¹ 5S Nedir?, 2008, <http://erp.karmabilgi.net/5s-nedir/>, par.1.

⁵² 5S Ne Demektir?, MESS Eğitim Vakfı Eğitim Seminer Notları, 2008, <http://www.endustrimuhendisim.net/post/2008/06/5-S-Yonetimi-Nedir--7c-Seiri-Seiton-Seiso-Seiketsu-Shitsuke.aspx>, s.1.

İşlem	Anlamı	Amaçları	Belirleyici Etkinlikler
1S - Sınıflandırma (Seiri) Öncelikle belirleme, ayrıştırma.	- Gerekli, gereksiz ayırımı yapmak. - Gereksinin duyulmayan nesnelerden kurtulmak.	- Ölçütler saptamak ve gereksizleri ortadan kaldırmak için bu ölçütlere bağlı kalmak. - Öncelikleri ve kullanım sıklığını belirlemek. - Kirlilik nedenleri ile uğraşabilmek. - Kaizen ve standartlaştırmayı bu temeller üzerine oturtmak.	- Gereksinim duyulmayan nesnelerin atılması. - Sızıntı ve kirlenme nedenlerinin araştırılması. - Değerlendirme ve her türlü kaydın tutulması. - Yer ve çevrenin temizliği. - Kirliliğin ortadan kaldırılması. - Deponun düzenlenmesi.
2S – Düzenleme (Seiton)	Her zaman, gereksinim duyulan nesneye kısa zamanda ulaşabilme fırsatı sağlayan bir yerleşim planı oluşturmak.	- Düzgün görünümlü bir iş yeri ortamı sağlamak. - Verimli plânlama ve yerleşim. - Malzeme arayarak kaybedilen zamanı kazanarak verimliliği arttırmak. 5N+1K'yı temel alan depolama.	- Her nesne için belirlenmiş yerler. - Otuz saniye içinde yerine koyma ve alma. - Dosyalama standartları. - Bölge ve yerleşim işaretleri. - Kapakları ve kilitleri yok etme. - İlk giren ilk çıkar prensibi. - Kolaylıkla anlaşılabilir uyarı levhaları.
3S - Temizlik (Seiso) Her zaman teftişe hazır gibi temiz olma	- Daha temiz bir çalışma ortamı için çöpü, pisliği ve yabancı maddeleri yok etmek. - Temiz bir çevre ortamı sağlamak.	- Gereksinimlere uygun bir temizlik düzeyi ile sıfır kirliliği gerçekleştirmek. - Daha verimli temizlik.	- Tanımlanmış bireysel sorumluluklar. - Kolaylaşan temizleme ve denetim. - Temizlik denetimi yapma ve sorunları düzeltme. - Hiç kimsenin dikkat etmediği yerlerin bile temizlenmesi.
4S – Standartlaştırma (Seiketsu) Görsel yönetim ve 5S standartlaştırması.	İyi bir çevre düzeni yaratmak ve kişisel açıdan malzemeleri düzenli, yerleşmiş ve temiz tutmak.	5S'i desteklemek için yönetim standartları oluşturmak - Olumsuzlukları ortaya çıkaran görsel yönetim. - Renkle kodlama.	- Çalışıyor, bakımda, arızalı, faal işaretleri. - Tehlikeli bölge işaretleri. - Yön işaretleri. - Voltaj etiketleri. - Açık kapalı yön etiketleri. - Yangın söndürme cihaz ve levha işaretleri. - Kaza önleme uyarı işaretleri. - Gürültü ve vibrasyonu önleme. 5S takvimi hazırlama. - Park, bahçe düzenleme.
5S - Disiplin (Shitsuke) Alışkanlık oluşturma ve disiplinli bir iş yeri.	Bir eğitim sorunu olarak işlerin yapılması gerektiği biçimde gerçekleştirilmek.	- Uygun alışkanlıklar oluşturma, tam katılım ve kuralları izleyen atölye çalışmaları. - Günlük alışkanlık olarak iletişim ve geri bildirim. - Bireysel sorumluluk. - Uygun alışkanlıkları işe oluşturma.	- Hep birlikte temizlik. - Deneme/ uygulama zamanı. - Sabah toplantıları. - Ortak kullanıma açık yerlerin yönetimi. - Olağanüstü durumlarla ilgili tatbikat. - Bireysel sorumluluk. - Telefon ve iletişim uygulaması. 5S el kitapları. - Bir dakika 5S'si

Tablo 1. 5S'in Tanımları, Anlamları, Amaç ve Belirleyici Etkinlikleri

3.4.1 Sınıflandırma:

İşletme içerisindeki gerekli ve gereksiz malzemelerin ayıklanarak tasnif etmek, sınıflandırmaktır. Her malzemenin doğru yerinde bulundurulması amacıyla yapılan düzenlemeye 'Sınıflandırma' adı verilir. Bulunduğu yere, kullanım sıklığına, kullanıcıya uygunluğuna göre malzemeler tasnif edilmelidir. Gereksiz malzemelerden kurtularak işe başlanılır. Ancak, demirbaşta kayıtlı malzemelerin uzaklaştırma işlemlerinde dikkatli olunmalıdır. Diğer malzemeler ise usulüne uygun olarak atılacak, satılacak, hurdaya gönderilerek değerlendirilecektir. Tasnif işlemi yapılırken aşağıdaki sorular sorulmalı ve çizelge esas alınarak ayıklama yapılmalıdır;

- Çalışma sahasında dağınıklık yaratan gereksiz bir eşya var mı?
- Olduğu gibi bırakılan kablo, boru gibi gereksiz malzemeler var mı?
- Zeminde duran el aleti ve teçhizat var mı?
- Tüm malzemeler sınıflandırılmış, depolanmış ve etiketlenmiş mi?
- Tüm el aletleri, ekipmanlar, ölçü aletleri, malzeme ve evrak sınıflandırılıp kendi yerlerine konulmuş mu?

Çalışma alanında bulunan, işin yapılmasına bir katkısı olmayan nesneler işaretlenir ve çevreden uzaklaştırılır. Bu çalışma için en bilinen yöntem "Kırmızı Etiket Yöntemi"dir. Belirlenen bir süre (işletmelere göre değişmekle birlikte bir hafta ya da bir ay olabilir) içinde gerekli olmayacağı düşünülen nesneler 'Kırmızı Etiket' ile işaretlenir. Bu çalışma esnasında aşağıda yer alan nesneler gözden geçirilir;

- Fazla veya zamanı geçmiş malzeme kümeleri,
- Kısa zaman içinde kullanılmayacak donanım,
- Zamanı geçmiş kâğıt, form veya dosyalar,
- Etketif kullanılmayan dolap, çekmece, masa,
- Ne olduğu belirsiz, kutu, konteynır,
- Zamanı geçmiş poster, slogan, duyurular.

Kırmızı Etiket yerleştirilen bu nesneler, merkezi bir yerde toplanır ve tekrar sınıflandırılır. İleride kullanılmayacak olanlar imha edilir, diğerleri çalışma alanının dışında, düzenli bir şekilde depolanır.

3.4.2 Sıralama / Düzenleme:

Düzenleme maddesinin hedefi, "Her şeye tek yer ve her şey kendi yerinde" şeklindedir. Yani her malzeme için sadece bir yer ayrılmalı, bu yer herkes tarafından bilinmeli ve malzeme belirlenen yerinden alınmalı, yerine konulmalıdır. Nesnelere kolay erişilebilmeli, operatörün fiziksel zorlanmasına sebep olmayacak şekilde yerleştirilmelidir. Düzenleme, stoklama fonksiyonunu içerir ve "Neyi, nereye, ne kadar konulmalı?" sorularına yanıt arar.⁵³ Düzenleme yapılırken aşağıdaki konulara benzer hususlara dikkat edilir;

- Her nesneye bir isim verilir ve herkes bu nesneyi aynı isim ile tanır,
- Her nesneye bir yer tahsis edilir, herkes gerekli olduğunda oradan alır, işi bittiğinde tekrar aynı yerine koyar,
- Ambarda, her nesnenin bulunduğu raf ve gözler numaralandırılır,
- Aranılan her nesneye 30 saniyede ulaşılmalı ve işi bitince tekrar 30 saniyede yerine konulmalıdır,
- Gereğinden fazla raf ve masa bulundurulmamalıdır,
- Rafların altı temizlik yapılabilecek kadar açık bırakılmalıdır,
- Kablo ve kablo taşıyıcıları yerden belli bir yükseklikten geçirilmelidir,
- Hava kanalları ve borular yerden belirli yükseklikte monte edilmelidir,
- Tek anahtar ve takım kullanma ihtiyacı en aza indirilerek, İngiliz anahtarı, boru anahtarı gibi kombine takımlar kullanılır,
- Önemli yerlere ve makinelerin yanına gerekli anahtarlar ve takımlar asılır. Her an kullanıma hazır durumda tutulur,
- Duyuru panolarına asılan her ilân ve duyurunun; ilân edildiği tarih, indirileceği tarih, ilândan sorumlu kişinin kimliği yazılıdır.⁵⁴

⁵³ Serkut Sütçüoğlu ve Vedat Zeki Yenen, "5S'in Önemi ve Bir Firmada Uygulanması", İstanbul Ticaret Üniversitesi, 2009, www.qfdturkiye.org, s.3.

⁵⁴ Düzenleme / Yerleştirme, 5S – Yönetimi Nedir?, MESS Eğitim Vakfı Eğitim Seminer Notları, 2009, <http://www.endustrimuhendisim.net/>, s.7.

Gerekli malzemeyi kolayca kullanabilecek şekilde yerleştirmek ve etiketleyerek, depolama alanlarını herkesin anlayacağı hale getirerek israfı en aza indirmeyi amaçlamaktadır.

3.4.3 Silme / Temizleme:

İşyerindeki toz, kir ve artıklar; verimsizlik, hatalı ürün ve iş kazası kaynağıdır. Temizleme, basit anlamda çevrenin kirden arındırılmasıdır. Amaç: tertemiz bir alan yaratmak ve verimsizliğı en aza indirmektir. Çünkü toz, kir ve artıklar, dağınıklığın, disiplinsizliğin, verimsizliğin, hatalı üretimin ve iş kazalarının kaynağıdır. Her insan günlük yaşantısını geçirdiğı, çalışma ve yaşama alanlarını kendi sağığı açısından temiz tutma alışkanlığını kazanmak zorundadır. Bir temizlik kampanyası 5 adımdan oluşur:

1. Hedeflenen temizlik seviyesinin tespiti,
2. Görevlendirme,
3. Metotlara karar verme,
4. Araçların temini,
5. Takip, kontrol listeleri.

Temizliğin hedefleri ise; Bütün çalışma alanlarını temiz, aydınlık bir hale getirmek ve çalışanların moralini yükseltmek, kirliliğin temel kaynaklarını bulmak ve yok etmektir.

Zaman zaman tüm personelin katılacağı 3 dakikalık bir 5S temizliğı yapılarak hem çevrenin hem de çalışma alanımızın temizliğı sağlanmış olur. Temizlik ve düzen sayesinde kazaya neden olabilecek malzeme, alet ve takımlar ortadan kaldırılır, yerlerde yağ, su, toz gibi şeyler bulunmaz, buna bağılı olarak da iş kazalarında azalmalar sağlanır.

3.4.4 Standartlaştırma:

Standartlaştırma; sınıflandırma, düzenleme ve temizlik aşamalarında elde edilen kazanımların korunması içindir. Bu aşamada elde edilen kazanımların sürdürülmesi için gerekli sistemler oluşturulur, yani standart hale getirilir. Bu aşamanın amacı, ulaşılan

seviyenin sürekli olmasını temin edecek kurguyu oluşturmak ve bir sistematığe kavuşturmadır. Dört adımlık bir PUKÖ döngüsüne benzer bir prosedür izlenmelidir;

- Planlama: Kim, neyi, ne zaman yapar?
- Kaynak Yaratma: Yapılması gereken işlerde kullanılacak araç ve zamanı belirlenme,
- Uygulama: Sınıflandırma, Sıralama ve Temizleme işlemlerini günlük hayatın içinde gerçekleştirme,
- Denetleme: Sonuçları izleme, bir önceki ile kıyaslama ve başa dönme.

Renklerde, şekillerde, giyimde, temizlik hissi verecek her şeyde standartlaşma olmalıdır. Kimin nereyi, nasıl ve ne zaman temizleyeceği, düzenli tutacağı önceden belirlenmeli ve bu alanlara konulacak şekil ve çizelgelerle sık sık kontrol edilmelidir. Her şey, her detay önemlidir. İş yerinin her noktası kontrol edilerek, her nesnenin doğruluk ve düzeninden emin olunmalıdır.

3S Standartlarını tam olarak sağlamak ve hataların temel nedenlerini bulup ortadan kaldırmayı amaçlar. İlk üç adım sonucunda elde edilen gelişmenin sürekliliği bu adımın uygulanması ile sağlanır.

3.4.5 Sahiplenme / Sistemi Kurma / Sistemi Koruma / Disiplin:

Tüm personelin 5S'i alışkanlık olarak benimsemelerine yönelik yöntemlerin geliştirilmesini kapsar. Burada görev yöneticilere düşmektedir. Yöneticiler, 5S'nin neden önemli olduğunu çalışanlara anlatmalıdırlar.⁵⁵ Sahiplenme aşaması 5S çalışmasının belki de en zor olanıdır. Çünkü insan doğasının değişime direnci ve her türlü sistemde minimum enerji konumuna geçme eğilimi vardır. 5S aktif bir çalışma sonucunda başarılabılır, yeterli enerji harcanmaz ise eski duruma kolayca dönülebilir. Bu aşamayı kolaylaştırmak için aşağıdakiler yapılabilir:

⁵⁵ Serkut Sütçüoğlu ve Vedat Zeki Yenen, "5S'in Önemi ve Bir Firmada Uygulanması", İstanbul Ticaret Üniversitesi, 2009, www.qfdturkiye.org, s.3.

- Bu çalışmanın önemi her fırsatta anlatılmalı, örnekler ile (önce–sonra) desteklenmeli,

- Kontrol ve kıyaslama listeleri oluşturulmalı ve periyodik olarak kullanılmalı,
- Sonuçlar herkes tarafından bilinmeli, sistem önerilere açık olmalı,
- Eski durum – istenmeyen durum olarak belirlenmeli ve çalışma boyunca geçilen safhalar görsel yöntemler ile belgelenmeli, göz önünde olmalı.

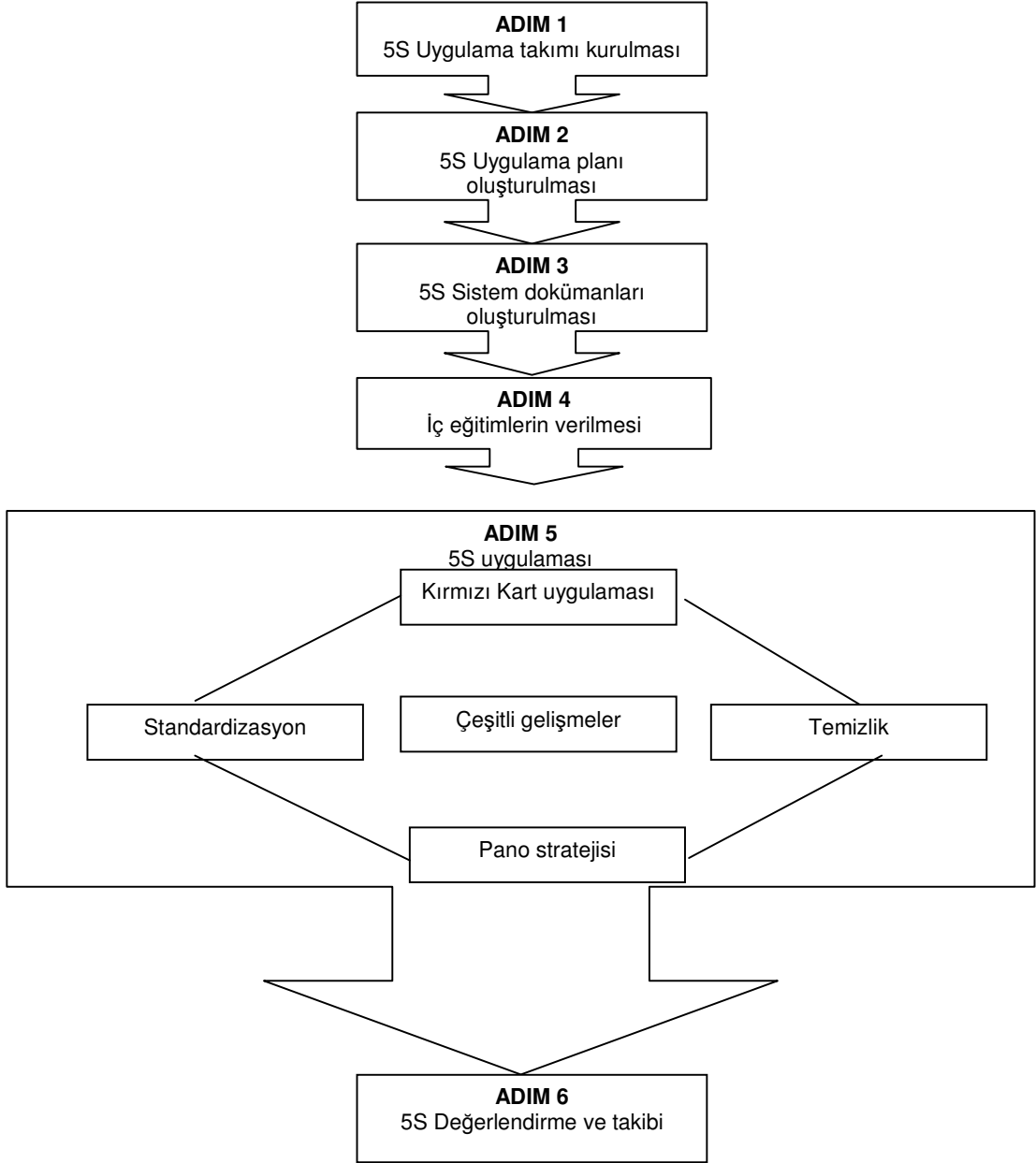
Doğru prosedürlerin tam anlamıyla korunmasını alışkanlık haline getirmeyi amaçlar. Disiplin olmazsa 5S' e ne olacağına dair olasılıklar şu şekilde sıralanabilir;

- 5S uygulaması ne kadar sık olsa da 5S şartları hemen gerilemeye başlar,
- Organizasyon uygulamasından sonra gereksiz malzemeler yığılmaya başlar,
- Düzen uygulaması ne kadar iyi olursa olsun aletler ait oldukları yere dönmez,
- Ekipmanlar ne kadar kirlenirse kirlensin temizlenmez,
- İş güvenliği ihmal edilir ve iş kazaları başlar,
- Malzemeler geliş güzel sağa sola atılır, yürüme yollarını kapatır,
- Zeminde yağ birikintileri oluşur,
- Kirli makineler bozulur ve hatalı ürün üretmeye başlar,
- Temiz odalar hatalı ürün üretecek kadar kirlenir,
- Zemindeki kirlerin ve çapakların pres kalıplarına sıçraması nedeniyle kalıp hataları görülür,
- Depolar düzensiz olduğu için işçiler yanlış parçaları alır ve hatalı ürün üretilir,
- Karanlık, kirli, düzensiz yerler çalışanların moralini düşürür.

3.4.6 5S Uygulama Adımları:

5S sisteminin ilk aşaması uygulama takımının kurulmasıdır. Planın faaliyetler kısmı atölye uygulamalarının ikinci aşamasıdır. Faaliyetler aşamasında çalışanların eğitimi için faaliyet planı oluşturulması, 5S panosu ve Kaizen tablolarının hazırlanması, 5S uygulamalarının yapılması, 5S uygulamasının yaygınlaştırılması yer almaktadır.

5S uygulamasına geçilmeden yapılması gereken adımlar Şekil 2'de verilmiştir. Uygulama adımları sırasıyla şunlardır:



Şekil 2. 5S'in Uygulama Adımları

3.5 Kaizen:

Japoncada Kai: “değişim”, Zen: “iyi, daha iyi” anlamına gelen sözcüklerdir. Bütününde Kaizen “Sürekli İyileştirme” anlamını taşıyan Japonca bir sözcüktür. Kaizen’lerin ana fikri ekip veya bireysel olarak, insanın çevresinde ve sorumlu olduğu alanlarda sürekli küçük iyileşmeleri bulması ve uygulamasıdır.⁵⁶

Kaizen; sürece yönelik, küçük adımlı, insana dayanan, bilgiyi paylaşan sürekli iyiyi arama çabasıdır. Kaizen’in baş sloganı şudur: “En iyi iynin düşmanıdır”. Sorunları saklamamak, örtmemek Kaizen uygulamalarının ön koşuludur. Sorunu çözme aşamasında, farklı uzmanlık alanlarından oluşturulan Kaizen ekipleri görevlendirilir. Sorunlara kısa sürede çözüm bulmaktan çok, sorunu kökünden halledecek çözümü bulmak hedeflenir. Amaç; geçici önlemlerle o günü kurtarmak değil, kalıcı çözümlerle yarını kurtarmaktır. Aksi halde, sorun kısa bir süre sonra tekrar kendini gösterir. Batı toplumları dikkatlerini hep buluşlara, büyük atılımlara ve sonuçlara yöneltmiş iken, Japonya ilgisini daha çok küçük adımlar yoluyla ilerlemeye ve süreçlere yönelterek daha olumlu sonuçlar almıştır.

Japonya’da geliştirilmemişse de bu teknolojilerin en iyi uygulayıcıları da yine Japonlar olmuştur. Japonlar bu teknolojileri Batı’dan almışlar ve küçük ama emin adımlarla daha ileriye götürmüşlerdir. Japonya’da yönetimin iki ana unsuru; koruma ve iyileştirme dir.

Yönetim öncelikle tüm ana operasyonlar için gerekli şirket politikalarını, kural, talimat ve prosedürlerini belirler ve ardından herkesin bu standartlara uymasını sağlamaya çalışır. O halde Japon yönetim anlayışı tek bir kuralla özetlenebilir: “Standartları korumak ve iyileştirmek.” İyileştirme, Kaizen ve yenilik olarak algılanır. Kaizen; sürekli çabaların sonucunda mevcut durumda görülen küçük çapta iyileşmeleri işaret eder. Yenilik ise yeni teknolojiye ve/veya araçlara yapılan büyük yatırımlar sonucu mevcut durumun köklü olarak değiştirilmesidir.⁵⁷ İşletmeler için iki kavram da gereklidir ancak yenilikler ancak Kaizen ile birlikte anlamlı olur.

⁵⁶ Uran Tiryakioğlu, **Yaratıcı Bireyler için Kaizen Kılavuzu**, İstanbul: İstanbul Sanayi Odası, Yayın No: 2007–16, s.6.

⁵⁷ Ceren Ulukanoğlu , “Toplam Kalite Yönetimi ve Kaizen Felsefesi”, 2006, <http://www.biyomed.com/> , par.2

İyileştirme için başlangıç noktası, iyileştirmeye olan ihtiyacın fark edilmesidir. Fark edilen bir problem yoksa iyileştirmeye de ihtiyaç yoktur. Mevcut durumla yetinmek ise, Kaizen'in baş düşmanıdır. Bir kere belirlendikten sonra sorun çözülmelidir. Sorunun çözülmesiyle birlikte iyileştirme her defasında daha ileri bir düzeye ulaşır. Ulaşılan yeni düzeyi pekiştirmek için, sağlanan iyileştirme standartlaştırılmalıdır.

3.5.1 Kaizen Uygulamaları:

Kaizen uygulamalarında Kaizen'in bilinen yedi prensibi kullanılmaktadır;

1. Problemin kabul edilmesi,
2. Çok harcama gerektirmeyen projelerin seçilmesi,
3. Önceliğin iç problemlere verilmesi,
4. Tek ölçünün ekonomik çıkar olarak alınmaması,
5. Önceliğin saptanması. (Projenin kalite, maliyet, dağıtım vs. ilkelerine dayalı olarak yürütülmesi),
6. Planla, uygula, kontrol et, önlem al (PUKÖ) çevriminin izlenmesi,
7. Doğru çözüm araçlarının kullanılması.

Kaizen'in problemlere yaklaşımı "Hoş geldin problemler" şeklindedir. Çünkü problem olmayan yerde gelişme de olamaz. Problemler, büyük kısmı su altında kalmış potansiyel sorunların su yüzüne çıkan kısımlarıdır, su yüksekliği azaldıkça daha çok görünür hale gelirler. Bölümler (Departmanlar) arası engelleri kaldırmak gerekir⁵⁸

Kaizen bir işletmedeki tüm çalışanları kapsar. Çalışanların özendirilmesi ile bireyler tarafından birçok Kaizen yapılması, etkin sonuçlar alınması mümkün olur ve bu çok önemlidir. Diğer taraftan orta ve üzeri ölçekteki işletmelerde iş bölümü nedeniyle değişik sorumluluklardaki kişiler tarafından problem çözme tekniklerinin de kullanımı ile ekip çalışmaları da yapılabilir. Bu ekip çalışmalarında problem çözme teknikleri de yoğun olarak kullanılır.

⁵⁸ H.Merve Başar, "Kaizen Felsefesi", 2007, <http://www.biymed.com/makaleler/> , s.1.

Uygulamanın sağlıklı olarak başlatılması için öncelikle st yönetimin Kaizen getirilerine inanarak eğitilere zaman ayırması; çalışanların gelişimine destek vermesi, çalışanları yakından izleyip motive edecek bir lider bulması, yaratması veya desteklemesi; oluşan Kaizen'leri izleyerek ödüllendirmesi gerekir. Önerilen iyileşmelerin aradan uzun zaman geçmeden gerçekleştirilmesi için de kaynak ayırmak gerekir. Mantıklı ve elverişli Kaizen'lerin seçimini ara kademelere bırakmak yerinde olmaktadır.

Hazırlık açısından öncelikle çalışanlara kısa bir eğitim verilmesi ve eğitimi lider olarak düşünülen kişinin vermesi yararlı olmaktadır. Buna paralel olarak belirlenen lider uygulamayı yürütmekten, takipten, eğitimden sorumlu olmalıdır. Btce tespit edilip, hedef ve zaman belirlenmelidir. Tüm bunların denetimi söz konusu lidere verilir.

Esas olan, tüm çalışanları motive ederek, herkesin kendi içinde, üretim metodu ve ürünler üzerinde düşünerek birçok iyileşme önerisini açığa çıkarmak ve bu nerileri uygulayarak hayata geçirmektir.

Firma orta büyüklükte ise, bira departmanı ilgilendiren bir Kaizen'in tek bir kişi tarafından yapılması oldukça zordur. Bunun için seçilen proje için gönüllü bir Kaizen ekibi oluşturmak gerekebilir.

Kaizen Yönetimi, işletmelerde Kaizen aktivitelerinin başlatılması, geliştirilmesi, yaygınlaştırılması, sürdürülmesi, getirilerinin ölçülmesi, ödüllendirilmesi gibi aktivitelerin yönetimidir. Kaizenler gönüllü çalışmalardır. Çalışanlar ile beraber yapılan, alışanların Kaizen yapılacak olan alana yönlendirilebileceği bir aktivite olması gerekir.

Temelde, Kaizen aktiviteleri, en st kademedен en alt kademeye kadar çalışanlar ile beraber yapıldığı için, işletmeyi benimseme artar ve iletişim ortamı iyileşir. Işlerin benimsenmesi kolaylaşır, dolayısıyla aidiyet hissi artar. Gerek ofis, gerekse atölye çalışanları problem çözme konusunda gönüllü hale gelirler.

Kaizenler bir zaman sonra, ilgi odağı olmaktan çıkabilir. Bu nedenle, Kaizen motivasyonu için "Takdir ve ödül sistemi" kullanılmalıdır. Ödüllerin küçük olmasına dikkat

edilmelidir. Büyük ödüller zararlı olabilir ve amaç iyileşme dışına çıkarak ödül avcılığına dönüşebilir.⁵⁹

Kaizen basit bir mantık güder. Temel amaç sürekli şikâyet edilen kayıpları çeşitli analiz ve gözlem yöntemlerini doğru kullanarak iyileştirmektir. İyileştirmek için öncelikle sorunun ne olduğunu ve büyüklüğünü rakamsal olarak ifade edebilmek gereklidir. Bunun için iyi bir kayıp takip sistemi kurulmuş olmalıdır.

Kaizen, Japonların israf olarak adlandırdığı 16 büyük kayba odaklanmaktadır.⁶⁰ Bunlar, ekipman verimsizleştiren 8 kayıp, işgücü verimini düşüren 5 kayıp, malzeme ve enerji kayıplarıdır. Bu 16 kayıp, işletmelerde oluşan kayıplardır. Dolayısıyla, ister mühendislik ofisleri, ister yöneticiler, isterse çalışanlar olsun, bu 16 kayba odaklanıldığında, kayıpları azaltacak birçok Kaizen yapılabilmektedir. 16 büyük kayıp şunlardır;

3.5.2 16 Büyük Kayıp:

a. Ekipman Etkinliğini Kısıtlayan 8 Büyük Kayıp:

1. Arıza Kayıpları: Ekipmanın veya hattın tanımlanmış fonksiyonunu yerine getirememesi yani durmasıdır. Bu süre işletmenin sektörüne göre 3 ila 10 dakika arası alınmaktadır. Ekipmanın tanımlı süreden daha fazla durması arıza kaybı anlamına gelir.

2. Ayar (Set-up) Kayıpları: Model değişikliği ve/veya tezgâhlara parça bağlama sırasında oluşan ve ilk kaliteli ürün elde edilinceye kadar geçen süredir.

3. Takım Değişimi: Uzun kullanım sonucu kırılmış veya aşınmış bıçak, uç veya aparatların değiştirilmesi esnasında oluşan duruşlardır.

4. Başlangıç Kayıpları: Çalışmaya başlamadan önce özellikle ısınması yada rejime girmesi gereken ekipmanlarda ekipman ilk üretim için hazır olana dek geçen süredir.

⁵⁹ Merih Eskin, Uran Tiryakioğlu, H.Deha Yüceil, **Sanayide Sürekli Gelişme için: Kaizen**, İstanbul: İstanbul Sanayi Odası, Yayın No: 2007-15, s.49.

⁶⁰ Tiryakioğlu, a.g.e, s.23.

İşbaşı saatlerinin başlarında oluşan ve makinelerden ilk kaliteli ürünü elde edinceye kadar geçen tüm duruşlar da bu kapsamda değerlendirilebilir.

5. Küçük Duruşlar: Makinenin veya üretim hattının durmasına neden olan ve 3 dakikaya kadar olan duruşlardır.

6. Hız Kayıpları: Makinenin üretimde olan ürünün standart hızı yerine daha yavaş bir hızda çalıştırılması sonucu oluşan kayıplardır.

7. Hatalı Üretim ve Tamir Kayıpları: Hatalı üretilen ürünün tamiri için harcanan süreye denir. Bu kayıp hata ve tamir olarak ikiye ayrılır.

8. Kapatma Kayıpları: Önceden planlanmış tüm planlı duruş süreleri bu kaybın içerisindedir.

b. İşgücü Etkinliğini Kısıtlayan 5 Büyük Kayıp:

9. Yönetim Kayıpları: Geciken malzeme, takım, tamir ve talimat bekleme kayıplarıdır. Stok fazlası nedeni ile oluşan duruşlar da yönetim kaybıdır.

10. Üretim Hareket Kayıpları: Lüzumsuz mal hareketi, istif, istiften tekrar alma, operatörlerin yaptığı iş ile ilgili beceri eksikliğinden, hatalı malzemedan veya hatalı el aleti ve ekipmandan kaynaklı yavaşlamalardır.

11. Hat Organizasyon Kayıpları: Hat dengesinin bozulması nedeniyle tüm işlerin en yavaş tempoya düşmesi ile oluşan kayıplardır.

12. Lojistik Kayıpları: Fabrika içerisinde malzeme taşıma ve besleme kaynaklı tüm duraklamalardır.

13. Ölçme ve Ayar Kayıpları: Hatalım üretim yapmayı engellemek için sık olarak tekrarlanan ve hatta üretimin durmasına neden olan kayıplardır.

c. Malzeme ve Enerjiye İlişkin 3 Büyük Kayıp:

14. Enerji Kayıpları: Üretim yapmadan fazladan harcanan enerjinin oluşturduğu kayıptır.

15. Kullanım dışı ekipman kaybı: Kullanılmayan veya hiç kullanılmayacak ekipmanların oluşturduğu kayıptır.

16. Ürün Kayıpları: Hatalı üretim nedeniyle israf edilen malzemelerin oluşturduğu kayıptır. Bu kayıp israf ve fire olarak ikiye ayrılır.

3.5.3 Kaizen Türleri:

Önce-Sonra Kaizen, Kobetsu Kaizen, 5S Kaizen gibi farklı tanımlarda Kaizen'ler uygulanmaktadır. İyileştirme ya da projenin süresi, odaklandığı problem veya konuya göre farklı olsa da Kaizen temelinde sürekli gelişim için kullanılan bir tekniktir. Kaizen türleri incelendiğinde;

a. Önce Sonra Kaizen (Before – After)

- Birey öncelikli çalışmalardır,
- Ekip sayısı en fazla 2 kişidir,
- Tecrübe ve sağduyu ile gerçekleşir,
- Her an uygulanır,
- Tüm alanlarda uygulanır,
- Kısa sürede tamamlanan çalışmalardır.⁶¹

⁶¹ Sürekli Gelişme: Kaizen, 2009, <http://www.tpmdanismanlik.com/default.asp?pid=11&lng=1>, s.1.

b. Kobetsu Kaizen:

'Kobetsu Kaizen' ekipler tarafından yapılan Kaizenlerdir. Metodik şekilde önemli iyileşmeler sağlamak için Kobetsu Kaizenler yapılır. Hedef hataları sıfırlayıp, kaliteyi iyileştirmek, üretim ve teslim sürelerini kısaltmaktır. Kayıplar azaltılıp, fireler düşürülerek maliyeti düşürmek üzere yoğunlaşılır.

Kobetsu Kaizen'de daha bilinçli bir Kaizen söz konusudur ve daha fazla eğitim gereklidir. Birçok durumda, çalışanların, kayıt ve istatistik tutmaları, grafik çizmeleri için bir ön eğitim almaları gerekebilir. Hedef bir grup çalışanın çalışma bölgelerindeki hataları ekip çalışması yaparak sıfırlamaları, kaliteyi yükseltmeleridir. Yapılacak olan iyileştirmelerde 16 kayıp referans alınabilir. Sağlanacak olan tüm bu iyileşmeler için bir hedef süre koymak gerekmektedir.⁶²

- Ekip öncelikli çalışmalardır,
- Veri takibi gerektirir,
- Uzun süreli çalışmalardır,
- Öncesinde ve sonrasında gözlem ve izleme gerektirir,
- Ekip en fazla 5 en az 3 kişiden oluşabilir,
- 16 büyük kayıp içerir (İşletme kayıp adetleri değişiklik gösterebilir).

Bir Kobetsu Kaizen iyileştirmesi ortalama 3 ay sürer; izleme ve analiz (1 ay), çözümün uygulanması (1 ay), izleme ve karar (1 ay) . Kobetsu Kaizen 12 adımdır:

1. Konu seçimi: İyileştirilecek konuya karar verilir.
2. Ekip Üyeleri: İyileştirilecek konunun özelliğine göre ekip üyeleri belirlenir.
3. Kayıp Türü: Seçilen konunun etkilediği kayıp türü belirtilir.
4. İyileştirilecek konuyu seçme nedeni: Neden ilgili konunun seçildiği grafiklerle ve sayısal verilerle anlatılır.
5. Makine / Ekipman çalışma prensibi: Makine veya ekipmanın nasıl çalıştığının anlatıldığı adımdır.
6. Hedefin Belirlenmesi: Ekibin motive olması için bir hedef belirlenir.

⁶² Tiryakioğlu, a.g.e, s. 21.

7. Kobetsu Kaizen 12 adım faaliyet planı: Kaizen faaliyetinin gelişiminin izlenmesi için ana hatlarıyla zamansal bir formata dökülmesidir.

8. Problemin açıklanması – Analiz: Kaybın yaşandığı noktada Kaizen'in özelliğine göre çeşitli analiz yöntemleriyle çözümün arandığı adımdır.

9a. Aksiyon planı: Çözüm yönteminin uygulanması aşamasında ekip üyelerinden kimin ne iş yapacağını gösterildiği plandır.

9b. Problem çözümünün anlatılması: Problem çözüm yönteminin çizim veya resimlerle anlatıldığı adımdır.

10a. İzleme: Bulunan çözümün işe yarayıp yaramadığının izlendiği adımdır.

10b. Hedef karşılaştırma: Ekibe verilen hedefin sonuçlarla karşılaştırıldığı adımdır.

11. Standartlaştırma: Önlenebilir kaybın bir daha yaşanmaması için alınan önlemlerin anlatıldığı adımdır.

12a. Yaygınlaştırma: Kaizen çözümünün başka hatlara da uygulandığı adımdır.

12b. Ödevler: İyileştirme ekibinin bir sonraki konusunun belirlendiği adımdır.⁶³

c. 5S Kaizen:

Çalışma ortamı, işletme ve atölye düzeninde topyekûn mükemmelleşme, 5S Kaizenleri ile metotlu bir şekilde sağlanabilmektedir. '5S Kaizen' kişi ve/veya grup aktiviteleri ile çalışma ortamının iyileştirilmesidir.

Sınıflandırma, Düzenleme, Temizleme, Standartlaştırma ve Disiplin maddelerini aşama aşama iyileştirmek amacıyla Kaizen yapmak mümkündür.

5S Kaizen'lerde çalışma bölgesinde ilk gerçekleştirilen uygulama toparlanmadır. Toparlanma aşamasında, başlangıçta dağınık yerin bir fotoğrafı çekilir, böylece farklılık gözlemlenebilir ve farkındalık yaratılabilir. Önce ve sonrası arasındaki fark gösterilerek, çalışanlar ile yapılan iyileştirmenin gururunu paylaşılmaktadır.

Bir üretim noktasında gerekli olan alet veya aparatı en geç 30 saniyede bulabilmek işi aksatmadan verimli şekilde yapabilmeyi gereğidir. Bu da 5S Kaizen'lerin temel hedeflerinden biridir.

⁶³ Sürekli Gelişme: Kaizen, 2009, <http://www.tpm danismanlik.com/default.asp?pid=11&lng=1>, s.1.

5S Kaizen'ler ile çalışma ortamında sağlanan iyileştirmelerin kalıcı olması gerekir. Kalıcılık disiplin kuralları ile paralel yürütülmeli ve kontrol edilmelidir. Oluşturulan disiplin, düzgün alışkanlıklar denetlenerek ve kontrol edilerek korunabilir.⁶⁴

3.6 Poka Yoke / Otonomasyon (Jidoka) (Hata Önleyici Düzenekler):

Dünya genelinde geleneksel görüşe sahip birçok işletmede, kalitenin yalnızca karmaşık yöntemlerle ve maliyetlerin artırılması karşılığında sağlanabileceği görüşüne tezat olarak, 1960'larda Dr. Shigeo Shingo (Toyota) işletmelerde meydana gelen hataları önlemek için basit ve etkili bir araç geliştirmiştir. Japonca terimi "Poka Yoke" olan "Hata Önleme" sistemini Toyota firmasına uygulayarak bu fikri çürütmüştür. "Poka" Japoncada "Hata, dalgınlık, dikkatsizlik" anlamlarına gelmekte iken "Yoke" ise Japonca "Yokeru" kelimesinden türeyen "Elimine edilmesi, düzeltilmesi, önlenmesi" anlamlarına gelmektedir.⁶⁵

Shigeo Shingo otuz yıl boyunca "Hata Önleme" sistemini geliştirmeye devam etmiştir. Shingo, "Hata" ile "Kusur"u etkili bir şekilde ayırt etmiştir. Hata: Belirli bir üretim prosesinden sapmadır. Yani, bir işlemin yanlış yapılmasıdır. Kusur ise; Bir ürünün belirlenen özellikleri yerine getirememesi ve müşteri şikâyetine sebep olmasıdır. Shingo'ya göre hatalar kaçınılmazdır. Çalışanlardan tüm zamanlarda konsantre halinde bulunmaları umulamaz ve onlara verilen eğitimleri tamamıyla anlayıp uygulamaları beklenemez. Kusurlardan ise tamamıyla kaçınılabılır

Üretim sistemlerindeki hataların en önemli ortak nedeni insan hatalarından kaynaklanmasıdır. Aşağıda insan hatalarının genel nedenleri ve bunlar için birtakım önlemler önerilmiştir;

- Unutkanlık: Önceden operatörlerin uyarılması, belirli aralıklarla kontrol yapılması.
- Anlaşmazlık: Eğitim, önceden kontrol, işlerin standardizasyonu.
- Tanımlama hataları: Dikkatlilik.
- Acemilik: İş standardizasyonunun doğru yapılması.

⁶⁴ Tiryakioğlu, a.g.e, s. 20.

⁶⁵ Murat Bay ve Ercan Çiçek, "Tam Zamanında Üretimde Hata Önleyiciler: Poka – Yokeler", 2007, Selçuk Üniversitesi, Karaman İ.İ.B.F, iibfdergi.kmu.edu.tr/userfiles/file/mayis2007/5.pdf, s.56.

- Kasıtlı hatalar: Temel eğitim, deneyim.
- Dikkatsizlik ve kasıtsız hatalar: Dikkat, disiplin, iş standardizasyonu.
- Standart eksikliği: İş standardizasyonu, iş talimatı.
- Sürpriz hatalar: Toplam verimli bakım.

İşletmeler, kontrolde % 100 garanti sağlamak için üretimde elektronik ve mekanik araçları kullanmaya başlamıştır. Bu araçlar “Poka Yoke”, “Foolproof”, “Mistake Proofing”, “Failsafe Device” veya “Otonomasyon” olarak bilinmektedir.

Uygulama, üretim hattındaki kusurlu işlerin kitle üretimde elenmesi için bir mekanizma olarak yapılmaktadır. İş istasyonlarında hatalar veya normal dışı bir durum ortaya çıktığında makine veya hat durdurulur. Poka Yoke araçları hafızaya bağlı olarak, tekrarlanan eylemleri yönetirler ve bu sayede serbest kalabilen işçilerin daha fazla yaratıcı ve işlere değer katan eylemleri takip etmeleri sağlanır. Poka Yoke araçlarının 3 özelliği vardır:

1. Üretimi durdurma (Kapatma),
2. Kontrol (Düzeltilici),
3. İkaz (Operatör alarmı),

Poka Yoke, hataları meydana gelmeden önleme ya da hata yapmanın imkânsız olmasına yardım eder.⁶⁶ Poka Yoke; unutkanlık, dikkatsizlik, yanlış anlama, konsantrasyon eksikliği, standart eksikliği, tecrübesizlik, boş vermek, sabotaj vs. insan faktörlerinden kaynaklanan durumlara karşı, hata yapmayı önleyici ve yardımcı araç ve stratejileri kullanarak daha fazla kontrol elemanına gerek duymadan, sıfır hatalı üretime ulaşmayı amaçlamaktır. Poka Yoke'ler, imalat sektöründe ve sürekli akış sisteminde istatistiksel proses kontrol ve güvenlik sistemleri ile birlikte kullanılarak %100 kontrole gerek duyulmaksızın denetim sağlar. Denetim iki şekilde gerçekleşir;

- Poka Yoke'lere makineleri durdurma veya sinyal verme yetkisi vererek,
- İnsan çalışmasından, makine çalışmasına dönüştürerek.

⁶⁶ Bay ve Çiçek, a.g.e, s.60

Poka Yoke uygulamaları işletmede çalışanın dikkat etmesinin gerektiği manüel işlerde, yanlış pozisyon ihtimalinde, bir şeyi daha iyi yapabilmek için küçük değişiklik gerektiğinde, istatistiksel proses kontrolün zor ve etkili olmadığı durumlarda, denemenin pahalı ve çalışanların devir hızının yüksek olduğunda, karışık modellerin üretiminde kullanılabilir

Poka Yoke'nin amacı; hataların önlenemediği veya acilen keşfedilip düzeltilemediği bir prosesi gerçekleştirmektir ve hatanın kendisi üzerinde etkilidir. İstatistiksel proses kontrol ise hatanın yönetimi üzerine odaklanır. Poka Yoke, istatistiksel proses kontrolün yerine bulunan bir sistem değildir, ayrı amaçları vardır. Poka Yoke, işçiler tarafından geliştirilebilen ve ucuza mal edilebilen yöntemlerle insan hatalarını önlemede basit ve ucuz, ancak alışılmadık biçimde etkili olan bir tekniktir.

Dört hata önleyici metodu vardır: kontrol, kapama, uyarı ve sensor düzenekleri. Kontrol metotları hataları elimine eder. Kapatma metotları hata oluştuğunda prosesi durdurur. Uyarı metotları, hata oluştuğunda operatörü veya kullanıcıyı sesli ya da görüntülü olarak uyarır. Sensorlu metotlar ise hata oluşumunda kullanıcı ya da operatörün uyarılması için hattı durdurucu bir engelin konulmasıdır.

Hata önleme kullanımının iyi olduğu yerler:

1. Manüel operasyonlarda,
2. Kötü pozisyonun olduğu yerde,
3. Takımların tamire ihtiyaç duyduğu yerde,
4. İstatistiksel proses kontrol uygulamalarının zor olduğu yerde,
5. Ölçülmeyen yerlerin önemli olduğu bölümde,
6. Üretim maliyetlerinin ve işçilik maliyetlerinin yüksek olduğu yerde,
7. Karışık model üretiminin olduğu yerde,
8. Müşterilerin hata yaptığı yerde,
9. Özel nedenlerin olması durumunda.

Hata önleyicinin kullanılmadığı yerler:

1. Yıkıcı testlerin yapıldığı yerde,
2. Üretimin hızlı olduğu yerde,
3. Kontrol diyagramlarının etkin olarak kullanıldığı yerde.

3.6.1 Poka Yoke Yöntemleri:

Bir hataya neden olabilecek birçok faktör vardır. Bunları bir bütün halinde çözmek oldukça zor, zaman alan ve maliyeti yüksek bir çalışmadır. Bu nedenle büyük hataları “Küçük Sıfır Hata” yaklaşımı ile çözüme gidilerek “Sıfır hata”ya ulaşmada aşağıdaki 2 ana unsur dikkate alınır.

a. Önlemeye Yönelik Poka Yoke: Bu tür Poka Yoke’ler hataların oluşmasını önlemeye yöneliktir. Önlem temelli mekanizmalar süreçteki anormallikleri hissederek bu durumu bir sinyalle bildirir ya da olayın zorluğuna ve tekrarlanma sıklığına bağlı olarak süreci durdurur. Önlemeye dayalı Poka Yoke’ler için üç yaklaşım kullanılır.⁶⁷

- Durdurma Fonksiyonu: Hataya neden olacak faktörlerin belirlenip prosesin durdurulması,
- Kontrol Fonksiyonu: Hataya neden olacak parçaların, malzemelerin kontrolü ve ayrılması,
- Alarm Fonksiyonu: Hata durumunda, hatanın henüz hatalı ürüne dönüşmeden uyarının yapılması.

b. Keşfetmeye (Bulmaya) Yönelik Poka Yoke; Bazı durumlarda hataları önlemek mümkün ya da ekonomik olmaz. Bu gibi durumlarda hataların süreç içerisinde erken teşhis edilmesi gerekir. Keşfetme amaçlı kullanılan üç tür Poka Yoke mevcuttur.

- Durdurma Fonksiyonu: Hata sonucu hatalı ürünlerin tespit edilip devamını önlemek için prosesin durdurulması.

⁶⁷ Nurettin Parıltı, “Müşteri Memnuniyetinin Sağlanmasında Hatasız Üretim Aracı: Poka Yoke”, 2003, G.Ü İ.İ.B.F, http://dergi.iibf.gazi.edu.tr/yayinlanmis_ciltler_c5_s1.htm, s.148.

- Kontrol Fonksiyonu: Uygun yöntemlerle hatalı ürünlerin belirlenmesi, ayrılması ve bir sonraki prosese gitmesinin önlenmesi,
- Alarm Fonksiyonu: Hatalı ürünler fark edildiğinde uyarıcı nitelikte sinyal verilmesi ve devamının önlenmesi.

Herhangi bir problem oluştuğu zaman operasyonun acilen durdurulması gerektiğinde Poka Yoke metotları kullanılmaktadır. Yukarıda bahsedilen yöntemlerden en iyisi tabi ki hata olmadan hatanın kaynağında düzeltilmesidir. Bunun yanı sıra hata oluştuğunda tespiti ve acilen sistemin durdurulması en az onun kadar önemlidir.

Poka Yoke de “Hata bulma” yöntemleri üç türdür. Bunlar;

1. Temas Metotları: Hassas aletlerle, ürünün şekli ve boyutlarındaki anormallikleri, ürün ile hassas aletler arasında temas etme veya etmeme yoluyla saptayan metotlara “Temas metotları” adı verilmektedir. Temas metotları, alet ile yeterli temas kurulmadığından dolayı ürünlerdeki şekil ve ölçü anormalliklerini ortaya çıkaran hassas aletlere dayanmaktadır.

2. Sabit Değer Metotları: Operasyonların önceden tayin edilmiş sürelerinin sayısı kadar tekrarlanması gerektiği durumlarda kullanılır. Bu metotla anormallikler, hareketlerin kendileri için spesifik olarak belirlenmiş miktarlarının kontrolü ile saptanmaktadır. Bu metot aynı faaliyetlerin birkaç defa tekrarlandığı üretim proseslerinde kullanılır ve operatöre faaliyetin hangi sıklıkla işlendiğini kolaylıkla takip etme iznini verir.

3. Hareket Adım Metotları: Operasyonların önceden kararlaştırılmış hareketlerle tamamlanması gereken durumların standart hallerindeki hatalar araştırılırken anormalliklerin saptandığı metotlardır. Bu son derece etkili metotların geniş bir uygulama alanı vardır. Bu metot tek operatör tarafından birbirini izleyen birkaç değişik faaliyetin işleyişini içeren süreçler için kullanılır. Bu durum, operatörün birçok faaliyeti işletmekle sorumlu olması ile sabit değer metoduna benzerlik gösterir. Ayırdığı nokta ise sabit değer durumunda operatör aynı faaliyeti birçok defa işletmek durumundadır. Hareket adım metodunda, operatörler değişik faaliyetler yürütür. Süreçteki her basamak, tamamlanması için gerekli olan özel hareketlerle tanımlanır. Aletler her hareketin işleyip işlemediğini meydana çıkarmak için tasarlanmıştır.

3.6.2 Otonomasyon (Jidoka):

Bir diğerk ifadeyi “Otonomasyon” olan Poka Yoke’nin temel ilkesi hatayı üzerinden süre geçtikten sonra saptamak yerine, kaynağında ve anında saptayıp önleyerek hiç bir hatalı parçanın üretilmemesini sağlamaktır.

Hızla gelişen teknolojiye ayak uydurmak ve müşteri memnuniyetini sağlamak için müşterilerin kaliteli ve hatasız ürün / hizmet taleplerini yerine getirmek, işletmelerin en önemli amacıdır. “Sıfır Hata Programı”, işletmelerin bu amaca ulaşabilmeleri için izlemeleri gereken yöntemlerden biridir. Şirketler “Sıfır Hata Programı”nı uygulayarak, hem maliyetleri düşürürler, hem de müşterilerin istedikleri kalitedeki mamulleri ilk seferde hatasız olarak yaparlar. “Sıfır hata programı” gerçekte hataları bulmak yerine onları önlemeyi amaçlayan kalite teminat metodudur. Üründeki hataları bulmak yerine üretim sırasında hataların önlenmesine önem verilir.

Poka Yoke ya da otonomasyon bir kere kavram olarak yerleştikten sonra kullanımı neredeyse sonsuza kadar uzatılabilecek bir özelliğes sahiptir. Gerçekten de Yalın Üretim’de “Otonomasyon” un gerçek amacı sıfır hata sağlamak ve işçilere zaman kazandırmak ise de, “Otonomasyon”dan örneğinin işçinin net aktif çalışma süresinin en etkin şekilde kullanılmasının sağlamada da yararlanılmaktadır. Birden fazla makinenin çalışmasından sorumlu olan bir işçinin makineler arası hareketleri ve her hareketin süresi hesaplandıktan sonra, her iki makine arasına zaman ayarlı bir algılayıcı yerleştirilir. Buna göre işçi örneğinin üçüncü makineye önceden saptanan zamanda gelmezse algılayıcı sistem otomatikman kapanır ve bir zil çalar. Bu durumda yine işçi ve mühendisler işçi hareketlerini standartlaştırmak ve zaman kaybına neden olan hareketleri önlemek için ortak çalışmalar yaparlar.

Poka Yoke ya da “Otonomasyon” sayesinde elde edilebilir olan “Sıfır Hata Üretimi” nin sağladığı diğerk önemli bir avantaj da bu tür üretim gerçekleştiren yan sanayilerle çalışıldığında yan sanayiden gelen parçaların kalite kontrolden geçirilmeden direkt üretime alınabilmesi, böylece üretim hızının artmasıdır.⁶⁸

⁶⁸ Toyota Üretim Sisteminin Doğuşu ve Tarihsel Gelişimi: Poka Yoke ya da Otonomasyon, 2007, http://www.endustrimuhendisim.com/article_read.asp?id=27 , par.13.

3.7 Tekli Dakikalarda Kalıp Değişirme (SMED):

SMED, adını İngilizce “Single Minute Exchange of Dies” kelimelerinin baş harfinden almaktadır. Türkiye’de “Tekli Dakikalarda Kalıp Değişirme” sistemi olarak bilinir. Bu terim, “On dakika”nın altında olan takım işlemlerine bir teori ve teknik göndermesini yapar. Birkaç dakikanın tek grupta belirlenmesi bu sistemin kazancıdır. Birçok durumda sürpriz bir şekilde yoğun karşılaşılabilecek bir süreçtir.⁶⁹

SMED’in ilk düşünceleri Poka Yoke sisteminin de ilk uygulayıcısı olan Dr. Shigeo Shingo tarafından 1950 yılında Mazda Hiroşima fabrikasında 350, 750 ve 800 ton preslerin kalıp değişiminde oluşturulmuştur. Shingo, 19 yıl sonra, 1969’da Toyota Motor Company’de yürüttüğü çalışmalar ile 4 saat olan ölçü değişim süresini 3 dakikaya indirmiş ve bu çalışmalardan sonra SMED kavramını yaratmış ve adını koymuştur.⁷⁰

SMED, model değişirme sürelerinin “Tek basamaklı” veya 10 dakikadan daha az sürelerle düşürülmesi hedefine dayanmaktadır.

3.7.1 Model Değişim / Hazırlık (Set-up) Kavramı:

“Set-up” bir partinin son parçasının üretimi ile bir sonraki partinin ilk hatasız parçasının üretimi arasında geçen süredir. Bu tanım uygulamada “Ayar”, “Hazırlık” ve ya “Model Değişim Süresi” olarak farklı isimler ile tanımlanmaktadır.

Model Değişim Süresi (MDS), parça, alet, edevatın toparlanması, parçaların değiştirilmesi, yerleştirme, ayarlama unsurlarından oluşur. MDS’ nin kısaltılmasını hedef alan SMED, model değişikliklerini en az zamanda gerçekleştirilmesini sağlayan tam zamanında üretimin gerçekleşmesinde büyük katkısı olan bir yalın üretim tekniğidir.

Model değişim faaliyetleri, makine durdurularak (parça üretmeden) yapılması gereken “İç faaliyetler” ve makine çalışır durumdayken (üretim yaparken) yürütülebilecek “Dış faaliyetler” den oluşur. İç ve dış faaliyetlerin ayrıştırılması aşamasında model değişim

⁶⁹ Emre Çevikcan, **Üretim Sistemlerinin Performansının Arttırılması**, İstanbul: İstanbul Sanayi Odası, Yayın No: 2009–12, s.31.

⁷⁰ SMED Nedir?, 2009, http://www.tpmdansmanlik.com/kaizen/smed_nedir.pdf, par.1.

için gerekli gereçlerin listesi hazırlanır. Tüm gereçlerin çalıştığı ve uygun durumda olduğunun kontrolü yapılır. Tüm iş mahallinde hazır bulundurulması sağlanır.

İç faaliyetlerin dış faaliyetlere dönüştürülmesi aşamasında model değişimi öncesi operasyon şartları, fonksiyonel standardizasyon, ara aparatların kullanılması sağlanır. Tüm faaliyetlerin kısaltılması aşamasında paralel operasyonlar, tutucu mekanizmaların geliştirilmesi, ayarlamaların önlenmesi, faaliyetlerin otomasyonu sağlanır.

SMED sisteminde amaç set-up'ları mümkün olduğunca dış set-up haline getirerek üretimin mümkün olan en az duruş ya da verimsizlikle bir diğer model ya da kalıba geçirilmesidir. Bu sistemde en önemli faktörlerden birisi de set-up süresinin azaltılmasıdır. Set-up süresinin azaltılması için yedi adımlı bir metot uygulanır;

1. Set-up süresinin gözlem ve analizinin yapılması; Set-up süresi filme alınır, iş adımları belirlenip süre analizi hazırlanır, insan-makine diyagramı ile spagetti diyagramı hazırlanır.

2. Arama kayıplarının yok edilmesi; Set-up sırasında ihtiyaç duyulan malzeme ve ekipmanların listesi çıkarılır, 5S çalışması yapılarak yerler belirlenir, tüm malzeme ve ekipmanların kullanılabilir duruma getirilir.

3. İç ve dış ayırımının yapılması; İnsan-makine diyagramı incelenerek iç çalışmaların dış çalışmaya dönüştürülebilirliğine bakılır. Bu adımda makinede modifikasyon beklenmez.

4. İç çalışma elemanlarının dış çalışma elemanına dönüştürülmesi; Tüm iç çalışmaların dış çalışmaya dönüştürülmesi için ne yapılabileceği araştırılır ve çalışmalar planlanır. Parça ve malzeme getirme, götürme, bilgi toplama, temizlik, tamir ve bakım, ayar gibi faaliyet zamanlarına yoğunlaşılır.

5. İç çalışma elemanları ile Kaizen; Tüm iç çalışma elemanları tek tek incelenir ve daha kısa sürede gerçekleştirilme yöntemleri aranır. Pozisyonlama, sökme ve takma, paralel çalışma yöntemleri araştırılır.

6. Ayarlama işleminin yok edilmesi; Ayarlama ile ilgili tüm adımlar belirlenir, deneme yanılma döngüleri yok edilir, ortadan kaldırılamayan ayarların süresi minimize edilir.

7. Standardizasyon; Yapılan tüm iyileştirmeleri kapsayan bir talimat hazırlanır, geriye dönüş yaşanabilecek tüm noktalarda sebepler tespit ve yok edilir, tüm değişiklikler için master plan hazırlanır ve set-up işleminde çalışan tüm operatörlerin eğitim seviyeleri eşitlenir.

3.7.2 SMED Tekniği İlkeleri:

SMED tekniği aşağıda belirtilen altı adet ilkeye sahiptir:⁷¹

1. Bir kalıptan diğer bir kalıba geçiş sürecinde, makine durduğu zaman yapılan iç hazırlık işlerini (internal set-up procedures) ve makine çalışırken yapılan dış hazırlık işlerini (external set-up procedures) saptayıp, mümkün olduğunca çok işi makine çalışırken gerçekleştirmeye yönelmek gerekir. Bunun için:

a. İlk olarak halihazırdaki uygulamada hangi işlerin makine durduğunda, hangilerinin makine çalışırken yapıldığı saptanır.

b. Bunlar içinde bazı işler rahatlıkla ve önemli bir değişikliğe gidilmeden makine çalışırken de yapılabilir olmalarına karşın, halihazırda makine durduğu zaman yapılıyorlarsa, bu büyük bir zaman kaybıdır. Bu tür işlemler mutlaka makine çalışırken yapılır.

c. İlk yapılan bu görece basit değişikliklerle de yetinilmez. Israrla daha ve daha çok işlemin makine çalışırken yapılabilmesi sağlanır. Bunun için kalıplar ve kullanılan takımlar dâhil donanımda modifikasyonlar araştırılır ve çözümler geliştirilerek uygulamaya geçirilir.

2. Kalıp değiştirmede hem bir önceki kalıbın çıkarıldıktan sonra üzerine hemen yerleşeceği, hem de aynı anda bir sonraki kalıbı taşıyan ve yerine takılmasını kolaylaştıran

⁷¹ Çevikcan, a.g.e, s.31.

rulmanlı sistemler ya da taşıyıcılar (arabalar) kullanılır. Bu tür “mekanizasyon” bir kalıptan ötekine geçiş süresini kısaltır.

3. Kalıp bağlama sırasında makineyi ayarlama (adjustment) gereğini önlemek de zaman tasarrufu sağlar. Bunun için bağlama sürecinde kullanılan kalıp ve makine bölümlerinde standartlaşmaya gitmek önemlidir. Örneğin, kalıpların makineye bağlantı kısımları standart hale getirildiğinde (aynı boyut ve şekilde), kalıplar bağlanırken aynı bağlayıcılar (jigs) ve takımlar kullanılabilir. Böylece standartlaşan kalıp değiştirme işi daha az süre tutar.

4. Mengene ve bağlayıcıları vida ve cıvata gerektirmeyecek şekilde tasarlamak da zaman tasarrufu sağlar. Böylece işçiler çok daha kısa sürede sıkıştırma ve gevşetme işlemlerini yapabilir.

5. Kalıp değiştirme süresinin %50 kadarı, bir kalıp takıldıktan sonra yapılan ayarlama ve deneme çalışmalarıyla harcanır. Bu zaman kaybı, kalıbın ilk anda tam gerektiği şekilde yerine oturması sağlandığında, kendiliğinden önlenmiş olur. Burada kullanılacak yöntemler arasında kalıbın bir dokunuşta (İngilizce: One-Touch Set-up) yerine oturabileceği “kaset” sistemleri, ya da makineye eklenecek limit anahtarları sayılabilir. Böylece kalıp takıldıktan sonraki ayarlama işlemine gerek kalmaz.

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

SMED iyileştirme çalışmaları 5S ile başlar, 5S ile biter, iç faaliyetler dış faaliyetlere dönüştürülür, iç faaliyetler iyileştirilir. Vidalar model değiştirme sürecinin düşmanıdır, model değiştirme sırasında panik yaşanmamalı, model değiştirme sonrası ayarlar en aza indirilmeli, tezgâhta kullanılan kalıplarda standartlaşmaya gidilmeli, tüm set-up faaliyetleri standart hale getirilmelidir.

SMED' in Tekniğinin Amaçları ise şu şekilde özetlenebilir;

- Makine kullanım zamanının optimize edilmesi,
- Küçük parti büyüklüklerinin mümkün hale getirilmesi,
- İmalat içi sürenin azaltılması,
- Makinenin boş durma süresinin azaltılması,
- Tek seferde yapılan makine ayarı ve hazırlık işlemi,
- Esnek üretim ve teslimatın zamanında yapılması,
- Stokların azaltılması.

3.8 Toplam Üretken Bakım (TPM):

Üretim sektöründe dünyada 1950'li yıllara kadar sadece “Tamirat” yapılmaktaydı. Arıza ortaya çıkana kadar herhangi bir bakım faaliyeti gerçekleşmiyordu. 1950'li yıllarda dünya, “Koruyucu Bakım” ile tanıştı. Artık arızaların önüne geçebilmek amacıyla planlı olarak bir takım önlemler alınmaya başlanmıştır. 1960'lı yıllar boyunca makinenin sürekli çalışmasını sağlamak ve daha fazla verim almak için faaliyetlerin planlanması anlamına gelen “Üretken Bakım” (PM-Productive Maintenance) kavramı yaygınlaşmaya başladı.

Japon firmalarının kendi üretim sistemleri ile ABD'nin teknik, beceri ve koruyucu bakım çalışmalarını başarıyla birleştirmeleri sonucunda “Toplam Üretken Bakım” (Total Productive Maintenance) kavramı ortaya çıkmıştır.

TPM terimi ilk defa 1971 yılında “Japon Fabrika Mühendisleri Enstitüsü” tarafından kullanılmıştır. TPM, önce “Toplam Üretken Bakım” olarak başlamış sonra üretimin direkt ve endirekt ilişkili tüm alanlarına yayılmış ve bir üretim yönetimi tarzına dönüşmüştür.⁷²

TPM uygulamalarında ana hedefler “Sıfır Arıza”, “Sıfır İş Kazası” “Sıfır Hata”, “Sıfır Kayıp” olarak belirlenmiştir.⁷³ Diğer yalın üretim tekniklerine göre “İkincil” bir önem taşısa da, aslında gerek toplam verimlilik, gerekse ürün kalitesinin artırılmasına önemli katkıda

⁷² Uran Tiryakioğlu, Tayfun Utaş ve Hatice Savaş, **Toplam Verimli Yönetim: TPM**, İstanbul: İstanbul Sanayi Odası, Yayın No: 2007-23, s.10.

⁷³ TPM Nedir?, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, 2009, <http://www.mmorize.org/tpm.htm>, par.3.

bulunan bir tekniktir. TPM' in daha çok, diğer yalın üretim tekniklerine destek veren yardımcı bir kalite tekniği olduğu da söylenebilir.

Toplam Üretken Bakım'ın "Toplam" olarak adlandırılmasının üç anlamı vardır;

1. Sadece bakım personelinin değil, hat yöneticileri, imalat mühendisleri, kalite uzmanları ve operatörler olarak tüm çalışanların katılımını gerektirir.

2. 16 büyük kayıp içerisinde ekipman etkinliğini etkileyen sekiz kaybın altısı (Arıza, set-up, küçük duruşlar, hız, takım değiştirme, hatalı üretim ve tamir kayıpları) üzerine odaklanarak ekipmanın toplam üretkenliğini artırır.

3. Kullanılan ekipmanın verimliliğini/etkinliğini artırıcı çalışmaların, ekipmanın "tüm" ya da "toplam" ömrü boyunca sürdürülmesi ki bu süre ekipmanın ilk alınışından, ıskartaya çıkarılışına dek geçen toplam süredir.

TPM, bakım personeline güvenen geleneksel önleyici bakımdan farklı olarak, operatörlerin rutin bakım, iyileştirme projeleri ve basit tamirlere katılımlarını sağlar. Operatörler yağlama, temizleme, sıkma ve ekipmanı muayene etme gibi günlük faaliyetler gerçekleştirirler.⁷⁴

TPM, temelde operatörün makinesini sahiplenmesi, makinesinin farkına varması, makine, enerji, hammadde ve operatör ile ürün yani girdilerle çıktılar arasındaki ilişkiyi kurması, makine ve enerji bilgileri edinip iş başında teknik eğitimi alıp kendini geliştirmesi, olayların ve çevrenin tümüne bakıp bütünü kavrayabilme becerisi kazanarak, bunları işine ve hayatına yansıtması demektir. TPM, üretim araçlarının sıfır kayıp ve sıfır hata ile üretilmesi için uygulanabilecek bir sistemdir.⁷⁵

⁷⁴ Marchwinski ve Shook, a.g.e, s.102.

⁷⁵ Yalın Üretim Yöntemleri: TPM Kavramının Oluşumu, 2008, <http://erp.karmabilgi.net/yalin-uretim-yontemleri/>, par.2.

3.8.1 Toplam Üretken Bakımın 12 Adımlı Uygulama Planı:

TPM, kurum kültürünü değiştiren bir yönetim metodolojisidir. Bu nedenle, herkesin katılımını ve benimsemesini sağlayacak dikkatli ve sistematik bir plan dâhilinde uygulamaların gerçekleştirilmesi gerekir. TPM metodolojisi, başarılı bir uygulama için toplam 12 adımlı bir plan önermektedir;

1. Üst Yönetimin TPM Başlangıç Deklarasyonu: Üst yönetimin tüm çalışanlara TPM başlangıç deklarasyonu yapması, TPM' den neler beklendiği konusunu açıklamak için iyi bir fırsattır.

2. Başlangıç Eğitimi ve TPM Tanıtım Kampanyası: TPM esas olarak insan kaynakları ve ekipmanı geliştirerek şirket kültürünü değiştirmeyi hedeflemesi nedeniyle, başlangıçta tüm çalışanlara bir eğitim verilmesi, çalışanların TPM' in ne olduğunu çabukça kavramasına yardımcı olmaktadır. Eğitim olmaksızın yapılmaya çalışılacak uygulamalar başarısızlığa uğramaktadır. Bu eğitim sadece üretimde çalışan kişilere değil organizasyondaki her kişiye verilmiş olmalıdır. Kısa süreli seminerlerin sonunda çalışanlara dağıtmak için oluşturulacak TPM el kitapları basit bir referans oluşturmaktadır.⁷⁶

3. TPM Yürütme Organizasyonunun Oluşturulması: Tüm çalışanların katılacağı yönetim tarzının benimsendiği model uygulamalar başlatılır. Bu modellerde uygulamalar yapıp başarıya ulaştıktan sonra tüm işletme geneline yaygınlaştırma yapılır.

4. TPM Politika ve Hedeflerinin Belirlenmesi: TPM faaliyetlerine başlamadan önce TPM ile ilgili vizyonun ve uzun vadeli hedeflerin somut olarak ortaya koyulması gerekir. Bu vizyon ve hedefler şirketin uzun vadeli planlama süreci, ürün ya da hizmetin niteliğinin bağlı olarak 3–5 yıl arası dönemi kapsayabilir. Ayrıca TPM vizyon ve hedefleri ile şirketin uzun vadeli diğer iş stratejilerinin de ilişkilendirilmesi gerekir. Böylece TPM'in tüm şirkete katkısı somut olarak ortaya konulmuş olur.

5. TPM Gelişimi İçin Master Planın Hazırlanması: Hedeflerin belirlenmesinin ardından o hedeflere ulaşılmasını sağlayacak ana yol haritasının belirlenmesi gerekir. Yol

⁷⁶ Tiryakioğlu, Utaş ve Savaş, a.g.e, s.17.

haritası da hedeflerle uyumlu olarak 3–5 yıl arasını gösteren bir süreyi kapsamalıdır. Master plan, TPM faaliyetlerinin yayılım planıdır. Hangi TPM çalışmalarının hangi tarihlerde başlatılacağı, ana faaliyet başlangıç bitiş tarihleri master plan içerisinde yer almalıdır. Master plan faaliyetlerin ilerleme hızına bağlı olarak belirli periyotlarda güncellenebilir.

6. TPM Uygulamasının Başlatılması: TPM planı hazırlandıktan sonra tüm işletme genelinde uygulama yapılmaya başlanır. Tüm çalışanların katılacağı bir toplantı ile uygulamalar başlatılır. Bu toplantının amacı, tüm çalışanların üst yönetim ile hemfikir olmasını sağlamaktır.

7. Ekipman Etkinliğini Yükseltmek için Sistem Kurulması: Birçok şirkette iyileştirme faaliyetleri gerek kayıpların gerekse bunlara yönelik iyileştirme sonuçlarının diğer süreçlere göre daha kolay fark edilir ve hissedilir olması nedeniyle üretim sahasından başlatılır. TPM metodolojisinde de ilk olarak yüzeyde olan kayıpların hızla üzerine gidilmesi için öncelikle aşağıdaki ekiplerin kurularak faaliyete geçmesi önerilir. Bunlar:

- Kaizen,
- Otonom Bakım,
- Planlı Bakım eğitim gruplarıdır.

8. Yeni Ürün ve Ekipman İçin Başlangıçta Kontrol Sisteminin Kurulması: Ürünlerin tasarım aşamasında kolay üretilebilir şekilde tasarlanmasına dikkat edilmelidir. TPM bu aşamada ürün ve ekipmanların devreye alınma sürelerini kısaltacak ve tasarım aşamasındaki hatalardan kaynaklanan kalite problemlerini tasarımın erken aşamalarında fark edip ortadan kaldırmayı sağlayacak iki sistemin daha devreye alınmasını öngörür. Bu iki konu TPM metodolojisinde “Başlangıç Fazı Kontrolü” olarak nitelendirilir. Başlangıç Fazı Kontrolü temelde ürün ve ekipman için benzer konuların iyileştirilmesine odaklanmakla birlikte bazı farklılıklar nedeniyle “Erken Ekipman Yönetimi” ve “Erken Ürün Yönetimi” olarak iki başlık halinde incelenir.

9. Kalitede Bakım Sisteminin Kurulması: Tasarıma yönelik problemlere paralel olarak kaliteyle ilgili kronik sorunların çözümüne yönelik TPM metodolojisi, “Kalite Bakım sistemi”nin kurulmasını önermektedir.

10. Ofis TPM: İdari departmanlarda üretimi destekleyecek, büroların etkinliğini artıracak bir sistem kurulmalıdır. İdari departmanlarda çalışanlar üretim etkinliğini artırmak amacıyla bazı çalışmalar yapmalıdırlar. Bu tür çalışmalara dolapların düzeni, dosyalama sisteminin kurulması, etiketleme yapılması, dolap raflarının ayakta dururken bile kolayca görülüp ulaşılmasının sağlanması örnek gösterilebilir. Gerçek hayatta uygulanan prosedürlerin azaltılması, kararların hızlı alınmasının sağlanması da diğer etkili örneklerdir.

11. Çevre ve İş Güvenliği Sisteminin Oluşturulması: TPM' de çok önem verilen konulardan biri de işçi sağlığı ve iş güvenliğidir. Yine tüm operasyonlarda çevreye zararın minimize edilmesi TPM metodolojisinde dikkat edilmesi gereken konulardan biridir. Bu adımda yapılacak uygulamalar ile “Sıfır kaza” ve “Sıfır kirlenme” hedeflenir. TPM uygulamalarını başarıyla uygulayan şirketlerde iş kazalarına rastlanmamaktadır.

12. Sürekliliği Sağlayacak Sistem Kurulması: TPM faaliyetleri, bir kültür değişim programı olduğu için safhalar boyunca ilerledikçe benimseme kadar, gösterilen direnç de artabilir. İlk yıllarda kişiler için fazladan iş yükü gibi algılanabilir. Aslında ilk yıllarda birçok konuda metodolojinin öngördüğü sistemler oturuncaya kadar kişilerin normal çalışma tempolarından biraz daha fazla çalışması da gerekebilir. Tüm bu süreç içerisinde TPM faaliyetlerinin yavaşladığı, hatta gerilediği, eskiye dönüşün gerçekleştiği noktalar olabilir. Bu tür durumların mümkün olduğunca az yaşanması, yaşandığı zaman en kısa zamanda çözülmesi için gerekli teşviklerin, ödüllendirme ve motivasyon araçlarının belirlenmesi gerekmektedir.

3.8.2 Toplam Üretken Bakım Çeşitleri:

a. Otonom Bakım:

Otonom kelimesi “bağımsız” anlamına gelir. Otonom Bakım, operatörlerin; ekipmanlarının ve ürünlerinin birtakım bakım, tamir ve kalite faaliyetlerini ilgili destek birimlerine ihtiyaç duymaksızın kendi başlarına yapabilme yeterliliğine sahip olmalarıdır. Diğer bir deyişle, otonom bakım, bilfiil üretimde çalışan makine operatörleri tarafından yapılan bakımdır.

Otonom bakım (Japonca-Jishu Hozen) yönetimine ulaşmanın yolu, 7 adımlı otonom bakım uygulamalarını her adımdaki faaliyetlerin içeriğine uygun ve sistematik olarak uygulamaktan geçer. Bunlar;

1. Ön temizlik: Amaç, kirin ve tozun alınmasının ötesinde, temizlik esnasında makinenin değişik parçalarına dokunmak, aşırı sıcaklık ve titreşimi hissetmek, eksik cıvata, gevşemiş somun, uygun gerginlikte olmayan kayış, yağ ve hava basınç seviyeleri, yağ sızıntısı, karmaşık ve dağınık kablo veya kapanmayan elektrik panosu gibi olumsuzlukları görüp anında gidermektir. Ön temizlik aşamasında çözölemeyen her bir anormallik için “Hata Kartı” (F-Tag) doldurularak asılır. Bir kopyası da TPM kutularına atılır.⁷⁷

2. Problemin asıl nedeninin yok edilmesi: Ön temizlik sonrası genellikle tertemiz olan makine çok kısa sürede eski haline dönmeye başlayacak veya temizlenmiş halde tutulması zorlaşacaktır. Kirlilik kaynağını kontrol altına alarak, temizlik ve kontrolün kolaylaştırılması sağlanarak bu olumsuzluklar giderilir.

3. Temizlik ve yağlamanın belirli bir standarda oturtulması: Temizlenecek ve yağlanacak yerlerin bizzat işi yapacak makine operatörleri ile birlikte belirlenmesi ve bu çalışmaların belirli bir program dâhilinde yapılarak standartlaştırılmasıdır. Bu, çizelge ya da kontrol listesi ile sağlanır.

4. Genel kontrol: Kullanılan makinelerin daha iyi öğrenilmesi ve yapılacak kontrollerde makine yeterliliğini arttırmaya yönelik faaliyetlerin başlatılmasıdır. Yapılan ilk iş, TPM ekip üyelerinin genel kontroller konusunda eğitilmeleridir. Temel ekipman bilgisi olmadan yapılan kontrol bakmaktan öteye geçememektedir. Otonom bakım için gerekli eğitimlerin verildiği adımdır. En fazla operatör eğitimi bu adımda verilir.⁷⁸

5. Otonom kontrol: Otonom bakım uygulamalarının ilk dört aşaması operatörün makineyi daha iyi tanınması ve buna bağlı olarak bir TPM metriği olan “Toplam Ekipman Etkinliği” olan OEE’ nin artırılması sağlanır. Proses kontrolü ve TPM’in verimli kullanımı

⁷⁷ Arçelik Bulaşık Makinesi İşletmesi, **Otonom Bakım**, Yayın No.2, 1998, s.8

⁷⁸ Tiryakioğlu, Utaş ve Savaş, a.g.e, s.66.

“Otonom kontrol” ile sağlanır. Temizleme, yağlama ve kontrol formlarının ve ürünün kalitesine yönelik kontrollerin iyileştirilmesi gerekir. Kontrollerin daha kısa sürede yapılması sağlanırken gereksiz kontroller ayıklanır.

6. Tertip, düzen ve organizasyon: Bu adıma kadar otonom kontroller tamamlanır. Operatör verimliliği ve çalışma ortamı ön plana çıkar.⁷⁹ Düzenli ve temiz bir çalışma ortamı çalışanların motivasyonunu arttırırken, gereksiz zaman kayıpları ve iş kazalarını azaltır.⁸⁰ Bu adımın hedefi prosesin operatöre uygun hale getirilmesidir. Çalışmalar sonunda operatör verimliliğinin ve memnuniyetinin %20–40 civarında artması beklenir. 5S ve Kaizen uygulamaları bu çalışmaları destekler.

7. Tam otonom bakım: İlk altı aşama sonucunda arızalar artık iyice azalmıştır. Bu adımda arızalar erken teşhis edilmekte ve çalışmaların büyük bölümü OEE’ nin arttırılmasına yönlendirilmektedir. Operatörler artık işi nasıl daha verimli bir şekilde yapabileceklerini araştırırlar. Sürekli olarak makinenin geliştirilmesi, otonom bakım etkinliklerinin planlanması, denetimlerin planlanması ve uygulanması, TPM Panosunun kullanılması, 6 büyük kayıp ile ilgili istatistikî çalışmalar, Hata Kartı (F-Tag) sayıları, TPM metriklerinin analizi gerçekleştirilir.

b. Planlı Bakım:

Makinelerin planlı, sistemli bir biçimde bakımı ve kontrolü, üretim maliyetlerini azaltmada büyük rol oynamaktadır. Herhangi bir makinenin bakıma alınması diğer makinelerin boş kalmasına sebep olması kapasite kaybına işaret eder. Çok makineli sistemlerde, bakım nedeniyle kapasite kaybı ayrı bir sorun teşkil etmektedir. Diğer taraftan bakım işlerini yürütecek insan gücünden yararlanma oranını da yüksek tutmak gerekmektedir. Bakım faaliyetlerinde belirsizlik bulunduğundan eldeki kısıtlı insan gücünden %100 yararlanmak mümkün değildir.

Planlı Bakımın Amacı, “Sıfır hata” ve “Sıfır arıza”yı bakım teknolojilerini ve yeteneklerini artırıcı aktivitelerle gerçekleştirmek, ekipmanın “Arızalar arası geçen ortalama

⁷⁹ Arçelik Bulaşık Makinesi İşletmesi, **Otonom Bakım**, Yayın No.2, 1998, s.32.

⁸⁰ Arçelik Bulaşık Makinesi İşletmesi, **TPM Genel Tanıtım**, Yayın No.1, 1998, sf.28

süre”yi (MTBF) artırmak ve “Tamirde geçen ortalama süre”yi (MTTR) düşürmek, ekipman bakımını etkin hale getirmek amacıyla girdileri azaltmaktır.

Planlı bakımların düzenli ve tam anlamı ile yapılamadığı işletmelerin TPM uygulamalarında başarılı olmaları mümkün değildir.

c. Kalite Bakımı:

Kalite Bakımı, işletme içerisindeki tüm proseslerde ve proseslerin her aşamasında “kalite koşullarının” (%100 kaliteli ürünün müşteriye ulaşmasını sağlamak için gerekli olan tüm koşullar) sağlanmasını hedefleyen bir destek bakım çeşididir. Kalite Bakım teriminin İngilizce karşılığı “Quality Maintenance” tır. Terim içerisinde yer alan bakım kelimesi, kalite koşullarının sürekliliğinin ve sürdürülebilirliğinin sağlanması anlamında ele alınır. Dolayısıyla kalite bakım tedarik zinciri içerisindeki tüm süreçleri kapsayan bir bakım tipidir. TPM, ekipman odaklı bir teknik olarak doğduğundan kalite bakımın başlangıç noktası yine üretim ve ekipman koşullarına odaklanır. Ancak, TPM’in ilerleyen aşamalarıyla birlikte Kalite Bakımı’nın tüm süreçlere yaygınlaştırılması beklenmektedir.

3.8.3 Hata Kartı (F-Tag) ve TPM Panosu:

a. Hata Kartı (F-Tag):

Hata kartı, operatörün ve ekipmanın sesi olarak tanımlanabilir. Ekipmanda görülen her tür hatanın üzerine asılarak oluşabilecek hata ve arızaların önceden fark edilmesi ve oluşmadan engellenmesi amacına yöneliktir. Otonom Bakım adımları ilerledikçe “Hata kartı” kalitesi artar. Otonom bakım adımları ile birlikte operatörlerin makine, ekipman ve muhtemel arıza belirtileri hakkındaki bilgisi arttıkça asılan “Hata kartları” o ölçüde hata ve arızayı önlemektedir. Hata kartı, hataların oluşmadan fark edilmesi anlamı taşıdığı için hata oluşuktan sonra hata kartı asılmaz. Yani makine arıza durumuna geçtiğinde hata kartı asmak için çok geçtir. Amaç, arıza oluşmadan fark edilmesini sağlamaktır. Temelde iki tip hata kartı vardır ve her iki tipin ayırt edilmesi için farklı renkler kullanılır;⁸¹

⁸¹ Tiryakioğlu, Utaş ve Savaş, a.g.e, s.55.

Kırmızı F-Tag: Operatörün yapamayacağı değişik yapılardaki el aletleri ve teknik bilgi gerektiren hata türlerine asılır. İlgili hatalar bakım yöneticiliği tarafından çözülür. Örnek: Asansör motorundan ses gelmesi, zincir değişimi, vb.

Siyah F-Tag: Operatörün yapabileceği hata türlerine asılır. Operatör F-Tag'i asar ve uygun bir zamanda yine kendisi çözer. Örnek: Asansör motoru altındaki yağ kirliliği, koruma kapağı vidasının sıkılması, kirli zeminin temizliği vb.

Diğer F-Tag türleri ise;

Turuncu F-Tag: Tesis işletme bakımçıların çözebileceği hatalara asılır.

Mavi F-Tag: İş güvenliği açısından sakıncalı noktalara asılır.⁸²

b. TPM Panosu:

Otonom Bakım, bir ekip işidir. Çalışma sahasındaki çalışanların ekip olduklarını hissetmelerini sağlayacak, faaliyetleri takip etmelerini kolaylaştıracak, birbirleri ile iletişimlerini sağlayacak, otonom bakım faaliyetlerinin yönetimini kolaylaştıracak bir pano hazırlanır. Pano içeriğinde;

- Çalışma sahasının misyon, vizyon ve hedefleri,
- Ekip listesi,
- Hedeflerler ilgili izleme ve takip grafikleri,
- Otonom bakım faaliyet planı,
- Toplantı zamanlarını gösteren toplantı takip planı ve toplantı sonuç raporları,
- Hata kartı listesi,
- Kırmızı etiket listesi
- Eğitim bölümü (Nokta dersleri, yetkinlik tabloları, eğitim plan ve hedefleri),
- Otonom bakım faaliyet planı,
- Otonom bakım standartları,
- Yapılan iyileştirmeler gibi konular yer almaktadır.

⁸² Otonom Bakım nedir?, 2009, www.tpmdanismanlik.com/otonom_bak_m.pdf, s.10.

Otonom Bakım panosu düzenli aralıklarla ve olabildiğince sık güncellenir, içeriği her adımda iyileştirilir.⁸³

3.8.4 Toplam Üretken Bakım Metrikleri:

a. O.E.E (Toplam Ekipman Etkinliği - Overall Equipment Efficiency) :

O.E.E. ekipmanın çalışma etkinliğini gösteren hesaplama metodudur. Çalışma süresi içerisinde ekipmanın ürüne zarar vermeden, olması gereken hızda ve durmaksızın çalışmasına etkin kullanım adı verilir. O.E.E hesaplamaları için 16 Büyük kayıp verilerinin olması ve bazı kavramların bilinmesi gereklidir.

Çalışma süresi: Üretimin çalışma süresidir. 08:00-16:00 arası çalışan hat için bu süre $8 * 60 = 480$ dk.' dır.

Yükleme süresi: Çalışma süresinden, planlı kapatmalar (çay, yemek, periyodik toplantı vs.) çıkarıldıktan sonra kalan süredir. $\text{Yükleme süresi} = \text{Çalışma süresi} - \text{Planlı kapatmalar}$.

İşletme süresi: Yükleme süresinden, ekipman ve iş gücü kayıpları (küçük duruş, boşta bekleme, hız, üretim hareket ve hat organizasyon) çıkartıldıktan sonra kalan süredir. $\text{İşletme süresi} = \text{Yükleme Süresi} - \text{Ekipman ve iş gücü kayıpları}$.

Net işletme süresi: İşletme süresinden performans duruşları (arıza, set-up, başlangıç, takım değişimi, yönetim, lojistik, ölçme, ayar) çıkartıldıktan sonra kalan süredir. $\text{Net işletme süresi} = \text{İşletme Süresi} - \text{Performans duruşları}$.

Kullanılabilirlik oranı: Ekipmanın yükleme süresi içinde durmadan ne kadar (%) çalıştığını gösterir. $(\text{Yükleme Süresi} - \text{Ekipman ve İşgücü kayıpları} / \text{Yükleme Süresi})$.

⁸³ Tiryakioğlu, Utaş ve Savaş, a.g.e, s.59.

Performans oranı: Ekipmanın yükleme süresi içinde performans kayıplarından (küçük duruş, boşta bekleme, hız, üretim hareket, hat organizasyon) dolayı kaybettiği (%) orandır. $(\text{toplam üretim adedi} * \text{standart hız}) / (\text{yükleme süresi} - \text{ekipman, işgücü kayıpları})$.

Kaliteli Ürün Oranı: İlk defada doğru üretilme (RFT- Right the First Time) oranıdır. $(\text{Toplam üretim adedi} - (\text{Hata} + \text{Tamir} + \text{Hurda adetleri}) / \text{Toplam üretim adedi})$

Toplam ekipman etkinliğini hesaplamak için üç oran değeri birbiriyle çarpılır.

O.E.E = Kullanılabilirlik Oranı * Performans Oranı * Kaliteli Ürün Oranı.

b. MTBF (Arızalar arası geçen ortalama süre: Mean Time Between Failures): Mevcut sistemin arıza çıkarmadan çalışma becerisini gösterir. $\text{MTBF} = \text{Yükleme Süresi} - \text{Arıza Süresi} / \text{Arıza Adedi}$.

c. MTTR (Tamirde geçen ortalama süre: Mean Time to Repair): Arızayı çözme süresidir. $\text{MTTR} = \text{Arıza Süresi} / \text{Arıza Adedi}$.⁸⁴

⁸⁴ O.E.E (Toplam Ekipman Etkinliği - Overall Equipment Efficiency), 2009, <http://www.tpm danismanlik.com/default.asp?id=69051&lng=1>, s.1.

4. ALTI SIGMA METODOLOJİSİ:

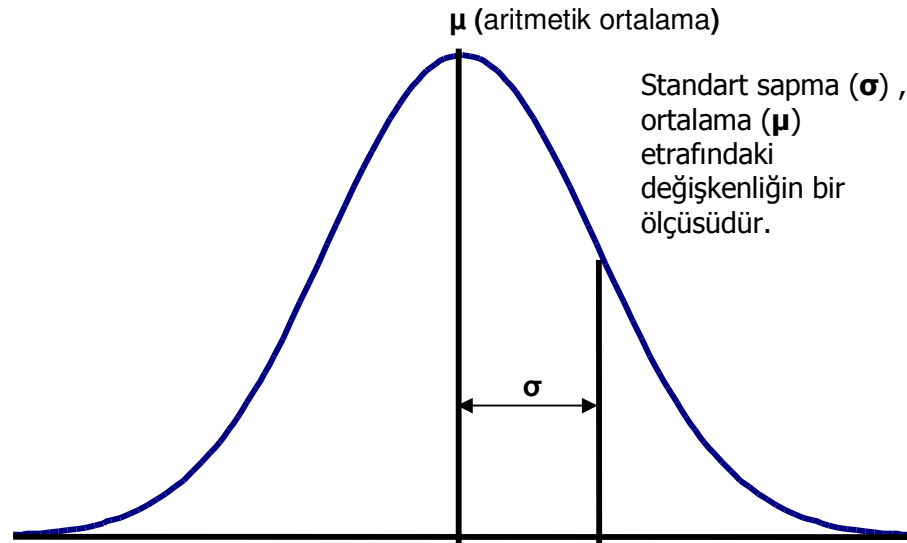
4.1 Sigma (σ) Tanımı:

Eski bir Yunan harfi olan sigma (σ), istatistikte değişkenlik ölçü birimi olan standart sapmayı ifade etmektedir. Sigma aynı zamanda, ana kütleye ilişkin olarak normal dağılımın standart sapmasını gösteren bir parametredir. Standart sapma, bir normal dağılım eğrisinde ortalama ile eğrinin iç bükeyden dış bükeye dönüş noktası arasındaki uzaklıktır.

Formülde ;
Şu şekilde formüle edilir⁸⁵ ;

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N}}$$

X alınan bağımsız örneğin ölçüm değeri,
 μ örneği temsil edilen kütlenin aritmetik ortalamasını,
N alınan örnek büyüklüğünü temsil eder.



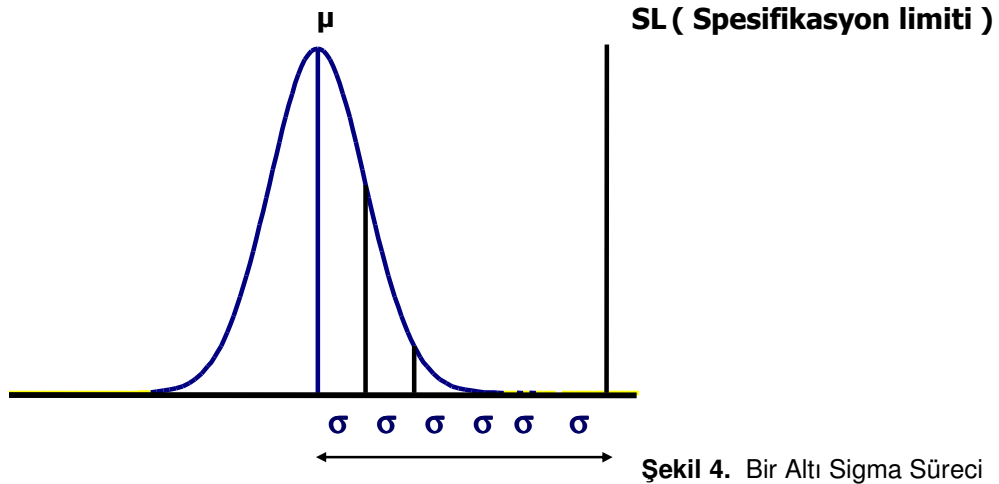
Şekil 3. Normal Dağılım Eğrisi

4.2 Altı Sigma Tanımı:

Örnek alınan kütle dağılımının müşteri limitlerini karşılaması beklenir. Müşteri, nihai müşteri olabileceği gibi bir sonraki proses de olabilmektedir. Müşterinin proseste

⁸⁵ Erkan Işığışık, **Altı Sigma Karakuşaklar İçin Hipotez Testleri Yol Haritası**, 1.Basım, Bursa: Sigma Center Yönetim Hizmetleri Yayınları, 2005, s.24.

ortalama (optimum), minimum yada maksimum beklentileri spesifikasyon limitleri olarak değerlendirilmektedir. Proses verileri için tek yönlü (maksimum ya da minimum) spesifikasyon limiti olabileceği gibi çift taraflı (minimum ve maksimum) limit de olabilmektedir. İstatistiksel olarak spesifikasyon limiti içerisinde kaç standart sapma sığabildiği prosesin sigma düzeyini temsil etmektedir. Proses değerlerinin altı standart sapmasının spesifikasyon limiti içerisinde kalması prosesin altı sigma düzeyinde çalıştığını belirtir.



Bu durumda spesifikasyon limiti kalan hata olarak tanımlanan oran milyonda 3,4 olarak gerçekleşir⁸⁶. Prosesin sigma düzeyi arttıkça hata oranı azalmaktadır. Aşağıdaki tabloda değişik sigma seviyelerinde muhtemel hata oranları belirtilmektedir⁸⁷.

Sigma Seviyesi	Hata Oranı / milyon
2	308,537.00
3	66,807.00
4	6,210.00
5	233.00
6	3.40

Tablo 2. Değişik Sigma Seviyelerinde Hata Oranları

⁸⁶ J. Ravichandran, "Kalite Spesifikasyonlarını Belirlemek", **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.36.

⁸⁷ Işığöç, a.g.e, s.68.

4.3 Altı Sigma'nın Önemi:

1980'li yılların başında oluşan "Sıfır hata" hedefi istatistiksel olarak anlam taşımamaktadır. Proses çıktıları normal dağılım gösteren bir örnek kütlede, örnek sayısı sonsuza giderken dağılım eğrisi hiç bir zaman x eksenine değmez yani diğer bir deyişle sonsuz örnek büyüklüğünde spesifikasyon limiti dışında kalması muhtemel değerler vardır⁸⁸. Bu da sıfır hata olasılığını istatistiksel olarak anlamsız kılmaktadır. İstatistiksel olarak sıfır hataya yakın en anlamlı sigma düzeyi altı sigma seviyesidir. Altı sigma seviyesinde çalışan bir proseste milyon örnekte hata oranı olasılığı sadece 3,4 adettir⁸⁹. Pratikte altı sigma düzeyi üzerinde çalışan prosesler mevcuttur. Buna havayollarının varış noktasına ulaşma performansını örnek verilebilir. Bu prosesin ulaşılan mevcut performans düzeyi 7,4 sigma seviyesidir.

Üretim ve hizmet sektöründe altı sigma ve üzeri seviyeye ulaşmak kolay olmamaktadır. Bu seviyeler için yoğun mühendislik çalışmaları gerekmektedir. Bir sonraki bölümde detaylı olarak ele alınacağı üzere üretim ve hizmette sıfır hata politikasına denk gelebilecek hata düzeyi altı sigma prosesidir.

Altı sigma düzeyindeki hizmetler göz önüne alındığında, 34 yılda sadece 1 saat elektrik kesintisi, bir hastanenin yılda 68 adet yanlış reçete yazımını örnek gösterebiliriz.

İnsan sağlığı ve hayatını etkileyebilecek proseslerde sürekli iyileştirme ve geliştirme çalışmaları sonucunda yüksek sigma seviyelerine ulaşılmışken yeni dizayn edilen ya da daha çok insan gücüne dayanan, özellikle hizmet sektöründeki proseslerde genel olarak 2–3 sigma ulaşılabildiği gözlemlenmektedir.

Türkiye'de sektörlerdeki birleşik verim ve kalite ele alındığında 4 sigma seviyesi ⁹⁰ yani (%0,6) hata ya da verimsizlik olasılıkları bile mevcut teknoloji ile ulaşılması zor

⁸⁸ John Sall ve Bradley Jones, "Anormallikten Mantıksız Şekilde Korkmak", **Altı Sigma Forum**, Sayı.6, Yıl.2, (Ocak Şubat Mart 2006), s.28.

⁸⁹ Işığışık, a.g.e, s.57.

⁹⁰ J. Ravichandran, "Kalite Spesifikasyonlarını Belirlemek", **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.36.

seviyeler olarak görünmektedir⁹¹. İdeal olarak “sıfır hata” politikasını benimseyen firmalar ya da prosesler, altı sigma seviyesini kendilerine hedef olarak almış olmaktadır.

4.4 Altı Sigma’nın Oluşumu:

Yirminci yüzyılın ilk yıllarında Frederick W.Taylor’un “Bilimsel Yönetimin Kuralları” kitabında bir işin yapılabilmesi için;

- Planlar ve bilimsel metotlar geliştirme ihtiyacı,
- Verimlilik için hedeflerin belirlenmesi,
- Hedeflere ulaşılması durumunda ödül sistemi uygulanması,
- Hedeflere ulaşabilmek için çalışanlara eğitim verilmesi gerekliliği,
- Evrensel anlamda ilk planlı ve sistematik kalite yaklaşımının yönetsel fırsatları ortaya koyan teorilerdir.

Aynı dönemde Henry Ford ise üretimin ekonomi boyutuna getirdiği temel prensipleri ve standartlaştırma uygulamaları ile montaj hatlarındaki seri üretim modellerinin ilk uygulamalarını gerçekleştirmiştir. Bunlar;

- Değiştirilebilir yedek parça,
- Sürekli akış halinde çalışan bir montaj hattı,
- Her bir işçi için ayrı ayrı operasyon planları,
- Hurda azaltma hedefleridir.

Taylor’un bilimsel yaklaşımlarından etkilenen Ford, 1913 yılında 84 ayrı montaj istasyonundan oluşan Model T adlı aracını üreterek dünyadaki birçok endüstri alanının gelişimine öncülük etmiştir. Yine Taylor’un Ford için yaptığı, her bir montaj noktasındaki operasyon zamanlarının belirlenmesi ve bu doğrultuda her bir operatöre işini tamamlamaları için standart süreler verilmesi günümüzde de son derece geçerli ve önemli olan “Yalın Üretim” in ilk uygulamalarını oluşturmuştur⁹².

⁹¹ Tümer Arıtürk, “Başarıyı Gösteren En Önemli Metrik Elde Edilen Kazançlar ve Sürdürülebilirliğin Sağlanmasıdır”, **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.27.

⁹² James P. Womack, Daniel T. Jones, **Lean Thinking**, Free Press yayınları, 2003, sf.22.

Kalite mühendisleri üretim proseslerinin kalite kontrolünü sağlamak için ilk olarak Walter A.Shewart'ın geliştirdiği "Kontrol Şema"larını kullanmışlardır. Böylelikle ilk olarak istatistiksel metotlar, üretim süreçlerinin geliştirilmesinde kullanılmaya başlanmıştır. İstatistiksel metotların kullanılmasıyla birlikte kalite kavramları sayısal ifadelerle dönüştürülebilmiş, ortalamalar, değişkenlikler (standart sapma ve varyans) ile kalite arasındaki ilişki ortaya konabilmiştir. Kalite, soyut boyuttan ölçülebilen somut hale dönüşmeye başlamıştır⁹³.

2. Dünya Savaşı sonrasında yeniden yapılanan Japon firmalarının üst düzey yöneticileri, kalite çalışmalarını liderliklerinin ayrılmaz bir parçası olarak değerlendirmişlerdir. Dr. W.Edwards Deming, Dr. Armand Feigenbaum ve Dr. Joseph M.Juran 2. Dünya Savaşı sonrasında Japonların yeniden yapılanma hareketinde önemli çalışmalar yürütmüşlerdir. Japon firmalarının seri üretimlerindeki verimlilik ve kalite başarıları üç bilim adamının dünya tarafından tanınmasına ve izlenmesine neden olmuştur.

Dr. W.Edwards Deming, Japonya'da istatistiksel kalite kontrol yaklaşımını kuran kişi olarak bilinmektedir. Deming, aynı zamanda kuruluşlardaki başarı ve başarısızlığın çalışan insan gücünden çok üst yönetimin sorumluluğunda olduğunu, yaşanan kalite problemlerinin % 94 ünün bireysel hatalardan çok, sistem yetersizliğinden kaynaklandığını belirten teorisini ortaya koymuştur⁹⁴. Bu teorileri uygulayan Japon şirketleri, sistematik yaklaşımlarla ve istatistiksel tekniklerle proseslerini kontrol altına alırken, Deming tarafından dünyaya duyurulan PUKÖ (Planla, uygula, kontrol et, önlem al) olarak bilinen kalite iyileştirme yöntemini kullanmışlardır.

Dr. Juran üst yönetimin kalite sorumluluğunun kritik öneme sahip olduğunu belirterek, kalite yaklaşımına sistemsel bir bütünlük getirmiştir. Kalite planlama, kalite kontrol ve kalite iyileştirme çalışmalarının gerekliliğini ortaya koyan Juran, kalite maliyetlerinin rekabet yeteneği için önemine dikkat çekerek, kalite maliyetlerinin ölçülmesini gerekliliğini ortaya koymuştur.

⁹³ J. Ravichandran, "Kalite Spesifikasyonlarını Belirlemek", **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.36.

⁹⁴ Işığık, a.g.e, s.91.

Feigenbaum ise müşteri memnuniyetini esas alan kalite ve maliyet unsurlarının önemini ortaya koyarken, günümüzde de geçerli olan “Toplam Kalite Yönetimi”nin kurucusu olarak kalite tarihindeki yerini almıştır.

1960 ile 1980 yılları arasında tüm dünyada Japon fırtınası esmiştir. Tüm dünyadaki üreticilerin aksine, üst düzey yöneticilerini yoğun kalite programlarına tabi tutan Japonlar, yıllık kalite planlarını oluşturmakta ve kalite iyileştirme çalışmalarını “proje” adı altında yürütmektedirler.

Tüm dünya “Toyota Production System – Toyota Üretim Sistemi” ile Japonların uyguladığı iyileştirme tekniklerinden haberdar olmaya başlamıştır. “Kalite Çemberleri”, “Kanban Uygulamaları” artık Batı kültürüne sahip firmalar tarafından da uygulanmaktadır. Elde edilen sonuçlar Japonların elde etmiş olduğu başarıdan oldukça uzak noktadaydı. Batı kültürüne sahip firmaların benzer uygulamalarda aynı sonucu elde edememelerinin sebeplerini araştıran Stephan Spear ve Kent Bowen’a göre, özellikle Amerikan firmaları Japonların kullandığı araçları uygulamaya çalışırken, işin özünü oluşturan sistem yaklaşımını ve felsefeyi tam olarak fark edememişlerdi.

Toyota Üretim Sistemi’nin altında yatan dört temel unsur aşağıdaki gibidir;

1. Her türlü operasyon içerik, zaman ve çıktıları bakımından çok net ve detaylı olarak tarif edilmelidir.
2. Her türlü müşteri – tedarik zinciri dolaylı değil doğrudan kurulmalıdır. Talepler ve taleplere karşı verilen sonuçlar kesin olarak “evet” veya “hayır” (1/0) şeklinde ifade edilebilmelidir.
3. Ürün ve hizmet üretim süreçleri olabildiğince doğru ve yalın olmalıdır.
4. Her türlü iyileştirme bilimsel bir metoda dayandırılmalıdır. Organizasyondaki en alt birim dâhil, konu uzmanının danışmanlığında bilimsel iyileştirme teknikleri kullanılmalıdır.

Sistemler uzman bilgisine sahip olan kişiler veya işi yapan kişiler tarafından değil, her ikisinin ortak çalışması ve sürekli iyileştirme mantığı ile geliştirilmelidir.

1985 ve 1990'lı yıllarda Japon devriminin etkisi altında kalite konusunda yol alan batı kültürleri Tam Zamanlı Üretim, Yalın Üretim Teknikleri, Yeniden Yapılanma, Toplam Verimli Bakım ve son olarak da Toplam Kalite Yönetimi uygulamalarına ağırlık vererek, kalitenin sistematik bir şekilde yönetilmesini sağlamışlardır. Bu süreç dâhilinde, İstatistiksel Proses Kontrol Yöntemleri, Bilimsel Problem Çözme Teknikleri, Hata Türü Etki Analizi, Kalite Fonksiyonları Yayılımı, Değer Mühendisliği gibi birçok araç üreticiler tarafından yoğun bir şekilde kullanılmıştır. Özellikle 1990'lı yılların ortalarından sonra Toplam Kalite Yönetimi ve EFQM (Avrupa Kalite Yönetimi Vakfı) modellerinin uygulanması ile kalite yönetim sisteminin üst yönetimin öncelikli hedeflerinden biri olduğu görülmüştür⁹⁵.

1995'li yılların sonunda tüm dünyanın izlediği General Electric firması ve 20. yüzyılın en önemli iş liderlerinden olan Jack Welch Altı Sigma metodolojisini tüm dünyaya duyurmaya başladı. 2000'li yıllara gelindiğinde, dünya çapında rekabet ortamında yer alan hemen hemen tüm şirketler, Altı Sigma projeleri ile önemli karlılıklar elde etmeye başladılar. İletişimde yaşanan gelişmelere bağlı olarak müşteri beklentileri büyük bir şekilde değişmeye, internet yoluyla tüm dünyadaki rakipler bir bilgisayar klavyesi kadar uzakta olmaya başlamıştı. Artık kalite sistemlerinin verimlilik hedeflerinin yeterli olması değil mükemmel olmasının gerektiği bir ortam vardı. Değişkenlik toleransının gitgide daraldığı noktada artık istatistik bilimine bağlı olarak yürütülen projeler önemli ve geleneksel yöntemlere göre çok daha fazla fırsatlar yaratabiliyordu. Kalite sistem yaklaşımı ile kalite kontrolün aynı olmadığı, karlılık ve verimlilik hedeflerinin ürün kalitesinden çok, süreç kalitesine bağlı olduğu böylelikle anlaşılmaya başlandı.

1970'li yıllarda bir Amerikan firması olan Motorola'nın Amerika'da üretim yapan Quasar'daki %50'lere varan hata oranlarının yarattığı verimsizliğe (her 100 televizyonda toplam 50 tane komponentin hatalı olması ve bu komponentlerin tamir edilmesi ya da hurdaya atılıp yenilerinin takılmasının yarattığı kalitesizlik maliyetine) dayanamayan Motorola bu şirketi bir Japon holdingi olan Matsushita'ya satmıştır. Matsushita Quasar'ı satın aldıktan sonra buradaki %50 hata oranını %3'lere düşürmüş ve başarısını 1978'de Amerikan Kalite Derneği (American Society of Quality)'ne raporlamıştır.

⁹⁵ Tümer Arıtürk, "Başarıyı Gösteren En Önemli Metrik Elde Edilen Kazançlar ve Sürdürülebilirliğin Sağlanmasıdır", **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.32.

1980'li yılların başında ise ucuz Japon ürünlerinin pazara büyük bir hızla yayılmasıyla, çoğu Amerikan şirketi gibi Motorola da çok ciddi sorunlar yaşamaya başlamıştır⁹⁶. İlk önlem olarak Motorola uzmanları Japon ürünleriyle kendi ürünlerini karşılaştırmış ve Japonların bu kadar ucuza üretmelerinin sebebinin Japonya'daki ucuz işçilik ve malzemeden kaynaklandığını düşünerek, bu ürünlerin uzun vadede müşterilere çok sorunlar yaşatacağını öne sürmüşlerdir. Japon firmalarının bilinçli olarak Amerikan ekonomisini hedef aldığını öne süren şirketlerin baskısı yanıt bulmuş ve Amerikan Hükümeti Japon ürünlerine önemli kotalar ve vergiler uygulamıştır. Fakat bu kotalar Japon ürünlerinin Amerikan pazarındaki büyümesini durduramamış, Japon ürünleri yine aynı şekilde Amerikan müşterileri tarafından tercih edilmeye devam etmiştir.

Daha sonra müşteri araştırması yapmaya karar veren Motorola uzmanları, kendilerinin çok kaliteli ve bu yüzden daha pahalı ürünler üretmelerini normal karşılarken, ürünlerinin müşteri üzerinde nasıl bir etki yarattığının cevabını bu araştırmalar sonunda anlayabilmişlerdir.

“Sizin ürünlerinizin kalite olarak Japonlardan farkı yok ama sizin ürünleriniz çok pahalı.”

Motorola uzmanları her ne kadar kendi ürünlerinin daha kaliteli olduğunu düşünse de, müşteri üzerinde ürünlerinin aynı etkiyi yaratmadığı, ürünlerinin çok pahalı olduğu bu araştırma sonucu görülmüş ve Japonların nasıl bir sistem izleyerek bu kadar ucuza ürün satabildikleri incelenmeye başlanmıştır. Yapılan araştırmalar ve Amerika Kalite Derneği'nden sağlanan danışmanlıklar, aradıkları cevaba ulaşmalarını sağlamıştır. Amerikan Kalite Derneği “Japonların Japonya'daki ucuz işçilik ve ucuz malzemeden dolayı ucuza üretmediğini, Amerika'da üretim yapan şirketlerinde de aynı ucuz üretimi sağladığını” Quasar örneğini göstererek Motorola'ya açıklamıştır. Daha önce kendi şirketleri olan Quasar'daki maliyetlerin düşmesinin sağladığı başarıyı inceleyen Motorola uzmanları, burada ürün kalitesinden daha çok ürünün üretildiği sürecin kalitesini sorguladıklarını ve bunu iyileştirmek içinde müşteri beklentilerini çok iyi belirleyerek daha sonradan Altı Sigma problem çözme modeli olarak adlandırılacak araçlar bütününün temelini oluşturan araçları kullandıklarını görmüşlerdir.

⁹⁶ Işığışık, a.g.e, s.91.

Bu mesajı iyi değerlendiren Motorola Başkanı kuruluğu köklü bir değışime itmiş, bunda sonra kendisinin ilk sorgulayacağı endeksin süreç kalitesi olacağını belirtmiş ve bu konu üzerine hemen çalışmaların başlatılmasını istemiştir. İşte bu çalışmalar Altı Sigma adını doğurmuş ve Motorola şirketlerinin verimliliğini “Sigma seviyesi” endeksi ile takip etmeye ve bunu iyileştirmek için de odaklanmış projeler belirleyerek, Altı Sigma’nın MAIC (Measure-Analyse-Improve-Control) adı verilen, kendilerinin derlediğı problem çözme modelini kullanmaya başlamışlardır.

4.5 Altı Sigma’nın Tarihsel Gelişimi:

Kalite tarihine kısa bir göz atıldığı zaman Altı Sigma’nın yeni bir icat olmadığını, yıllardır devam eden kalite yolculuğunda ulaşılan bir noktada bulunduğı söylenebilir. Altı Sigma’nın gerçek gücü belki de, yeni olmasından çok, yıllardır devam eden kalite evrim sürecinde geline en son noktada bulunmasından kaynaklanmaktadır. Altı Sigma yeni bir buluş değildir, bilinen fakat gerçek hayatta uygulanmayan bilimsel teknikleri doğru bir proje yönetim anlayışı ile uygulayarak, parasal ve karlı iş sonuçlarına ulaşılmasında önemli ve faydalı bir araçtır.

1990’lı yıllardaki ilk dönem Altı Sigma uygulamalarına bakıldığında, metodolojinin bir yönetim stratejisi olmaktan çok, teknik araçlar bütünü olarak uygulandığı görülür. İlk uygulamalarda MAIC adı verilen “Ölçme-Analiz-İyileştirme-Kontrol” aşamaları kullanılırken, uygulama alanları ağırlıklı olarak seri üretim firmalarında yoğunlaşmaktaydı.

Ölçmenin nispeten kolay olduğu üretim süreçlerinde, proje metriklerini belirlemek, hata oranlarını, başarısızlık maliyetlerini görebilmek, tasarım ve hizmet süreçlerine göre daha kolay olabilmektedir. İlerleyen yıllarda müşterinin sesinin daha detaylı ve kapsamlı belirlenmesi ihtiyacına cevap arayan metodoloji, değışime uğrayarak DMAIC olarak bilinen “Tanımlama-Ölçme-Analiz-İyileştirme-Kontrol” halini almıştır. Böylece, ikinci kuşak Altı Sigma uygulama alanları artık sadece üretimle sınırlı olmaktan çıkarak, satış, dağıtım, pazarlama, tasarım gibi süreçleri de kapsar hale dönüşmüştür. Artık Altı Sigma sadece teknik araçları içeren bir teknik yöntem olmanın ötesine giderek, önemli bir yönetim stratejisi ve kültürel değışim hamlesi halini alabilmiştir. Müşteri beklentilerinin doğru olarak

belirleyebilen, bu beklentiler doğrultusunda süreçlerin yeniden yapılandırılması ve karlılık artışı sağlayan, finansal iş sonuçlarına ulaşan, müşteri beklentilerini doğru algılayan, çalışanlarının yeterliliklerini arttıran ve iç operasyon boyutlarında modern yönetim anlayışını destekleyen bir uygulama kapsamı 2000'li yılların Altı Sigma uygulamalarının hedeflerini oluşturmuştur.

Altı Sigma'nın yeni ürün ve süreç tasarımlarında kullanımı için izlenen yöntemi DFSS (Design For Six Sigma) olarak da bilinen "Tasarımda Altı Sigma" uygulamalarıdır⁹⁷. Henüz var olmayan bir ürünün veya sürecin tasarımında doğal olarak veri eksikliği söz konusudur ⁹⁸. Bu durumda DMAIC olarak bilinen metodoloji uygulamaları tam olarak ihtiyaçları karşılayamamaktadır. DFSS ile müşteri beklentilerini karşılayacak ürün, ürünün üretilebilirliği ile birlikte tasarlanmaktadır⁹⁹. Müşteri önceliklerinin doğru olarak belirlenmesi ve bu beklentiler doğrultusunda, ürün bileşenlerinin değişkenlik toleranslarının önceden görülebilmesi, süreç yeterliliklerinin değerlendirilerek ürün tasarımlarını optimum maliyet ve kalite seviyesine ulaşacak şekilde tasarlanabilmesi bu uygulamanın girdilerini oluşturmaktadır. Metodoloji genellikle DMADV (Define-Measure-Analyse-Design-Verify) olarak bilinen "Tanımlama-Ölçme-Analiz-Tasarım-Doğrulama" aşamalarından oluşmaktadır.

2003 yılı itibarıyla Altı Sigma uygulamalarına bağlı olarak Yalın Altı Sigma yaygınlaşmaktadır. DMAIC çevriminde yer alan, Regresyon Analizleri, Deney Tasarımları, Güvenlik Analizleri... gibi ileri seviye istatistiksel araçlarına ihtiyaç duyulmadığı, buna karşın daha çok süreç yönetimi ve tasarımının öne çıktığı alanlarda Yalın Altı Sigma uygulamaları tercih edilmektedir. Böylelikle, Yalın Üretim teknikleri ile Altı Sigma araçlarının entegrasyonuna dayalı çevrim süresi veya adam-saat sürelerinin azaltılmasını, katma değer yaratmayan operasyonların yok edilmesini hedefleyen özel projeler yapılabilmektedir.

Kalite yolculuğunda geline son nokta elbette Altı Sigma değildir. Kalite evrimi devam etmektedir. Günümüz bilgi teknolojilerinde, farklı olanı bulan, yaratıcı fikirleri doğru bir süreç yönetimi ile uygulamaya alan şirketler küresel rekabette başarılı olmaya devam

⁹⁷ William C. Parr, "Altı Sigmayı Sürekli Kılmak", **Altı Sigma Forum**, Sayı.8, Yıl.2, (Temmuz Ağustos Eylül 2006), s.25.

⁹⁸ Lynda Finn ve Sue Reynard, "Altı Sigma Ve Mobil İşgücü Süreçleri", **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.42.

⁹⁹ Ali Doğruyol, "300'den Fazla Altı Sigma Projesini Hayat Geçirdik", **Altı Sigma Forum**, Sayı.8, Yıl.2, (Temmuz Ağustos Eylül 2006), s.28.

edeceklerdir. Bir taraftan mevcut süreçlerin iyileştirme çalışmaları yürütülürken, diğer taraftan çalışanlarının yaratıcılık seviyelerini ortaya çıkarabilecek metodolojik yaklaşımlar daha sıkça kullanılmaya başlanmıştır. Diğer kalite teknikleri ve metodolojileri gibi, Altı Sigma'da amaç değil, araçtır. Bu kuvvetli aracın etkili olarak kullanılabilmesi için şirket liderlik ekibinin alacağı kararların ve stratejilerin önemi büyüktür. Teknolojiyi ve pazarın geleceğini ön göremeyen müşteri beklentilerini ve bu beklentilerdeki değişimi hissedemeyen bir liderlik ekibinin yönetimindeki bir şirketin, Altı Sigma uygulayarak başarıyı yakalaması mümkün değildir. Bu doğrultuda, Altı Sigma uygulamasına rağmen başarısız olan şirketlere (Polaroid gibi) bakarak, Altı Sigma'nın işe yaramaz bir metodoloji olduğunu söylemek doğru değildir. Önemli olan evrensel değer ve doğruların yer aldığı "Toplam Kalite Yönetim Modeli"ni kullanarak, şirket stratejilerini doğru oluşturmaktır. Altı Sigma ise, stratejileri hedefe ulaştırmakta kullanılan önemli bir yöntemdir.

4.6 Altı Sigma Organizasyonunda Roller:

4.6.1 Lider:

Lider, Altı Sigma uygulamasının etkin bir şekilde hayata geçirilmesinden ve program sonuçlarının başarılmasından sorumludur. Lider, üst yönetim seviyesinde çalışarak program hedeflerini ve hedeflerin gerçekleştirme stratejisini "Şampiyon" ve "Bölüm yöneticileri" ile birlikte belirler. Altı Sigma uygulamasının gerçekleştirilmesi, yönetimi ve sonuçların elde edilmesinde en üst otoritedir. Liderin ana sorumlulukları aşağıdaki başlıklar altında toplanmaktadır;

- Altı Sigma vizyonunu oluşturmak, kaynakları belirlemek ve yayılım planını onaylamak,¹⁰⁰
- Altı Sigma uygulamasının beklentilerini ve makro hedeflerini oluşturmak,
- Altı Sigma yayılımının firmanın vizyonuna uygun ve tüm kademeleri kapsayacak şekilde uygulanmasını desteklemek ve yönetmek,
- Altı Sigma vizyon ve hedeflerine ilişkin sürekli bir iletişim sağlamak,

¹⁰⁰ George Byrne ve Bob Norris, "Baldrige Seviyesi Performansını Yönetmek", **Altı Sigma Forum**, Sayı.2, Yıl.1, (Ocak Şubat Mart 2005), s.14

- Altı Sigma programını etkileyebilecek tüm hususlarda karşılaşılabilecek problem, endişe ve çelişkileri gidermek,
- Altı Sigma katılımcıları için ödüllendirme ve terfi programını onaylamak ve/veya oluşturmak,
- Altı Sigma uygulamalarını ve ortaya çıkan problemleri değerlendirmek için şampiyon ile periyodik gözden geçirme toplantıları yapmak,
- Kara Kuşak ve Yeşil Kuşak proje gözden geçirme toplantılarına katılmak,
- Altı Sigma uygulamasının başarıyla gerçekleştirilmesi için stratejik karar noktalarındaki yöneticilerin programa inançlarını ve taahhütlerini sağlamak,
- Altı Sigma'yı "Çalışma Kültürü" haline dönüştürmek ve hedeflenen sonuçlara ulaşmada şampiyona rehberlik etmek, desteklemek,
- Projelerin müşteri ihtiyaçlarına ve firma hedeflerine entegrasyonunu sağlamak,
- Kara Kuşaklar için etkin bir proje havuzu oluşturulmasını sağlamak,
- Uygun Kara Kuşak ve Yeşil Kuşak adaylarını seçmek,
- Kara ve Yeşil Kuşakların zamanlarının yeterli bölümlerini Altı Sigma projelerine ayırmalarını sağlamak,
- Altı Sigma'yı organizasyonun her seviyesine yaygınlaştırmak.

Liderin projelerde kara kuşak olarak görev alması opsiyoneldir¹⁰¹.

4.6.2 Liderlik Ekibi:

Liderlik ekibi, Altı Sigma çalışmalarını planlamak, koordine etmek, yayılımını sağlamak, bilinçlendirmek, takip, kontrol ve sürekliliğini sağlamak amacıyla genelde liderin ataması ile Lider, Şampiyon ve Finans Temsilcisinden oluşmaktadır. "Liderlik" ekibi oluşma kararı işletmeden işletmeye değişmektedir. Bazı organizasyonlarda bu yapıya gerek duyulmazken, Liderlik Ekibi oluşturan firmalarda ekip üyeleri daha geniş katılımlı olabilmektedir¹⁰².

¹⁰¹ Volkan Eren, "Altı Sigma'yı Sistematik Biçimde Şirketlerimize Yaymayı Planlıyoruz", **Altı Sigma Forum**, Sayı.8, Yıl.2, (Temmuz Ağustos Eylül 2006), s.16.

¹⁰² George Byrne ve Bob Norris, "Baldrige Seviyesi Performansını Yönetmek", **Altı Sigma Forum**, Sayı.2, Yıl.1, (Ocak Şubat Mart 2005), s.14.

Liderlik ekibi, yayılım planının yapılması, iç ve dış iletişimin sağlanması, kara kuşak adaylarının ve projelerin belirlenmesi, periyodik (haftalık, aylık vb.) gözden geçirme toplantısının yapılması, proje maliyeti ve gerçekleşmesinin onaylanmasından sorumludur. Kara kuşak adayları liderlik ekibi rehberliği ve takibinde çalışmaktadır.

4.6.3 Şampiyon:

Şampiyonun görev tanımı; yayılım, alt yapı, projelerin seçimi ve tanımlanması, projelerin yürütülmesi olarak 4 ana grupta değerlendirilebilir.

a. Altı Sigma Yayılımı;

- Yayılımı liderlik ekibi ile birlikte planlamak,
- Yayılım planının uygulanmasını sağlamak amacıyla gereken faaliyetlerin organizasyonunu ve koordinasyonunu sağlamak,
- Fonksiyonlar ve süreçler arası işbirliği ve koordinasyonu sağlamak,
- Yayılım planının uygulanması ile ilgili gelişmeleri izlemek ve liderlik ekibine raporlamak,
- Yayılımının sağlanmasıyla ilgili engel olabilecek konularda liderlik ekibi ile birlikte çözümler geliştirmek,
- Kuruluşun Altı Sigma yaklaşımını ve vizyonunu tüm çalışanlara yaymak ve benimsenmesini sağlamak.

b. Altı Sigma Altyapısı;

- Uygulayıcılara yönelik rol ve görev tanımlarının oluşturulmasını ve dokümante edilmesini sağlamak,
- Yayılım ile ilgili faaliyetler için gereken süreçleri tanımlamak, oluşturmak ve uygulanmasını sağlamak.

c. Altı Sigma projelerinin seçimi ve tanımlanması;

- Projelerin önceliklendirilmesi, seçimi ve tanımlanması için gereken süreçlerin oluşturulmasını sağlamak,
- Proje seçim ve tanımlanma sürecinin etkin olarak uygulanması için ilgili tüm yönetim kademelerinin ve süreç sahiplerinin sürece katılımını sağlamak¹⁰³,
- Proje seçim ve tanımlama sürecini yönetmek ve yönetmek için gereken işbirliği ve koordinasyonu sağlamak,
- Altı Sigma proje yöneticilerini (Kara Kuşak veya Yeşil Kuşak) ve proje takım üyelerini ilgili bölüm ve/veya süreç yöneticileriyle birlikte atamak,
- Altı Sigma projelerinin iş hedeflerine entegre olmasını sağlamak.

d. Altı Sigma projelerinin yürütülmesi;

- Projeleri izlemek ve raporlamak,
- Projelerin başarısını engelleyebilecek konularda çözümler üretmek ve engelleri ortadan kaldırma konusunda proje yöneticilerine destek olmak,
- Proje sonuçlarının duyurulmasını ve tanınmasını sağlamak.

4.6.4 Finans Temsilcisi:

Projelerin finansal getirisinin hesaplanması ve raporlanması "Finans Temsilcisi" tarafından gerçekleştirilmektedir.

4.6.5 Kara Kuşak:

Kara Kuşak'ın görevi yönetim tarafından kendisine verilen iyileştirme projelerini Altı Sigma metodolojisine uygun olarak (TÖAİK/DMAIC) yönetmek, zamanında ve başarılı şekilde tamamlanmasını sağlamaktır.

Kara Kuşak'ların kilit sorumlulukları 3 ana grupta toplanabilir;

¹⁰³ Arun Hariharan, "Yöneticinin Altı Sigma Yolundaki Başarı Rehberi", **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.19.

1. Altı Sigma projelerini yönetmek ve beklenen sonuçlara ulaşmak;

- Proje yönetimi ilkelerini uygulamak ve her proje için bir proje planı oluşturmak,
- Proje tanımlama fazında Altı Sigma Şampiyonu ve ilgili diğer proje paydaşlarıyla birlikte çalışmak,
- Altı Sigma Şampiyonu'na ve/veya Altı Sigma Liderlik Ekibi'ne devam eden projelerin durumları ile ilgili raporlar sunmak,
- Gerektiğinde Şampiyon ile birlikte proje beklentileri ve hedefleri üzerinde değişiklikler yapmak,
- Altı Sigma Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK/DMAIC) metodolojisini disiplinli bir şekilde uygulamak,
- Projeye ilgili gelişmeler konusunda proje paydaşlarını (müşteriler dâhil) zamanında bilgilendirmek,
- Projenin başarısını engelleyebilecek konuların çözümü için ilgili kademelerin desteğini sağlamak,
- Gerektiğinde nereden destek, uzmanlık ve bilgi bulunacağı konusunda bilgi sahibi olmak,
- Sürecin her aşamasında müşterinin sesinin (VOC) duyulmasını garantilemek.¹⁰⁴

2. Projenin beklenen yıllık ortalama finansal getiriye sağlamak;

- Finansal getirinin ölçülebilmesi için gerekli metrikleri belirlemek,
- Projenin finansal hedeflerini belgelemek üzere Altı Sigma Finans Temsilcisi ile birlikte çalışmak,
- Proje hedefleri üzerinde Şampiyon ve Uzman Kara Kuşak'ın mutabakatını sağlamak.

3. Altı Sigma uygulamasının yayılmasını sağlamak;

- Altı Sigma felsefesi ve uygulamalarını tutarlı bir şekilde yaymak,

¹⁰⁴ Tümer Arıtürk, "Başarıyı Gösteren En Önemli Metrik Elde Edilen Kazançlar ve Sürdürülebilirliğin Sağlanması", **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.33.

- Diğer çalışanlara Altı Sigma metodoloji ve araçlarının kullanımı konusunda destek olmak,
- Altı Sigma araçlarının Altı Sigma uygulamaları dışında da kullanılması sağlamak için çalışanları yönlendirmek ve destek olmak.

4.6.6 Kara Kuşak Özellikleri:

Kara Kuşak seçim kriterleri işletmeden işletmeye değişiklik göstermekle birlikte, aşağıdaki başlıklar çerçevesinde belirlenebilir;

- Liderlik potansiyeline sahip olmak,
- Yüksek akademik zekâ (IQ) yanında yüksek duygusal zekâyâ (EQ) sahip olmak,
- Uygun sunuş, iletişim ve ilişki potansiyeline sahip olmak,
- En az orta düzeyde okuma İngilizce bilgisine sahip olmak,
- İşletmenin belirleyeceği kıdeme sahip olmak,
- Saygın bir kişi olarak tanınıyor olmak,
- Dinamik, yenilikçi pozitif bir kişiliğe sahip olmak,
- Matematiğe karşı antipati sahibi olmamak,
- Yüksek mental, fiziksel ve sosyal dirence sahip olmak,
- Organizasyonda kariyer gelişimi beklentisine sahip, şirketin geleceğinde rol alabilecek yapıda olmak,

Kara Kuşak'tan, eğitim günlerinde tam zamanlı, eğitim takibindeki projelerde ise günlük çalışma süresinin minimum %40'lık kısmında Altı Sigma projelerini yürütmesi beklenir.¹⁰⁵

Kara kuşak adaylarının, seçtikleri projeleri daha etkin bir şekilde gerçekleştirmesi amacıyla "İletişim Becerileri", "Etkili Sunum Becerileri", Zaman ve Toplantı Yönetimi", "Çatışma Yönetimi" vb. kişisel eğitimler alması proje başarılarına olumlu etkisi olduğu gözlemlenmektedir.

¹⁰⁵ Arun Hariharan, "Yöneticinin Altı Sigma Yolundaki Başarı Rehberi", **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.20.

Kara kuşak adayları, araştırma, danışma ve karar süreçleri sonunda genellikle lider ve/veya şampiyon tarafından belirlenmektedir. Kara kuşak adaylığında gönüllülük esastır.

Üst yönetim, bir kara kuşak adayından proje başına doğrudan ortalama minimum yıllık kazanç tutarını ilk dalga yayılım planlaması öncesi belirlemelidir.

Kara kuşak adayından, projesini “Eğitim döneminde” 6 ay içerisinde, “Eğitim dönemi sonrasında” 3-5 ay içerisinde tamamlaması beklenmektedir. Uzun vadede bir kara kuşaktan beklenti yıllık minimum 2 proje tamamlamasıdır.

Kara kuşaklar “TÖAİK” fazlarının her birinin tamamlanması sonrasında şampiyonlara rapor verirler. Kara kuşak projenin lideridir. Kara kuşak liderlik ekibinden aldığı yetkiler ile projeyi yürütür. Projelerin sağlıklı olarak zamanında tamamlanması amacıyla her Kara Kuşak’a teknik destek verilmesi genel kabuldür.

Eğitim dönemini başarı ile tamamlamış, proje tamamlamaya vakıf bir Kara Kuşak’ta teknik ve sosyal olarak aşağıdaki başlıklar altında yetkinlik beklenmektedir ¹⁰⁶ ;

- Genelde bir Altı Sigma kara kuşağı sayısal düşünmeye yönelik olmalıdır.
- Altı Sigma kara kuşağı, minimum yardım ile genellemeleri eyleme uygun amaçlara dönüştürmede verileri kullanabilmelidir.
- Bu amaçlara ulaşmak için örnek olaylar oluşturabilmelidir.
- Amaçlarına ulaşabilmek için ayrıntılı planlar yapabilmelidir.
- Amaçlara yönelik gelişimi, müşterilere ve liderlere anlamlı gelen ölçülerle ölçmelidir.
- Altı Sigma yolu ile elde edilen kazançları sürdürebilmek için kontrol sistemlerinin nasıl kurulacağını bilmelidir.
- İlk hedeflere ulaştıktan sonra bile sürekli gelişimin mantığını anlamalı ve iletişimini sağlayabilmelidir.
- Firmaların Altı Sigma’dan elde ettikleri faydaları nicelleştirecek araştırmalara yakın olmalıdır.

¹⁰⁶ Necmi Gürsakal ve Ayşe Oğuzlar, **Altı Sigma**, Bursa: VİPAŞ yayınları, 2003, sf.68–75.

• Farklı sigma düzeyleri ile farklı PPM oranları arasındaki ilişkileri ¹⁰⁷ bilmeli veya bulabilmelidir (Altı Sigma = 3,4 PPM)

• Çeşitli sigma düzeyleri için kötü kalitenin yaklaşık göreceli maliyetini bilmelidir.

• Müşteri anketlerinden elde edilen verileri sayısal olarak nasıl analiz edebileceğini bilmelidir.

• Değişimle ilgili çeşitli kişilerin rollerini anlamalıdır (yüksek düzeydeki liderler, şampiyonlar, değişim ajanları, teknik liderler, ekip liderleri, kolaylaştırıcılar).

• Müşteri analizleri için testleri tasarlayabilmeli ve analiz edebilmelidir.

• İki veya daha fazla tarama sonuçları kümesi verildiğinde, onların arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olup olmadığını belirleyebilmelidir.

• Müşterinin bekleme süresinin değerini nicelleştirebilmelidir.

• Kısmen tamamlanmış bir kalite fonksiyonunun yayılımı matrisi verildiğinde onu tamamlayabilmelidir.

• Belirli bir süre için tutulan veya yatırılan paranın değerini hesaplayabilmelidir. Buna belirli bir miktarın şimdiki değeri ile gelecekteki değeri de dâhildir.

• Çeşitli dönemler için şimdiki değeri veya gelecekteki değeri hesaplayabilmelidir.

• Bir projenin başa baş noktasını hesaplayabilmelidir.

• Nakit akımlarının net şimdiki değerini hesaplayabilmeli ve bu sonuçları proje seçmek amacıyla kullanabilmelidir.

• Nakit akımlarının iç getiri oranlarını hesaplayabilmeli ve sonuçları proje seçmek amacıyla kullanabilmelidir.

• Altı Sigma için kötü kalitenin maliyeti mantığını bilmeli, eğer kötü kalitenin maliyeti analizi belirli bir süreç için Altı Sigma'dan az olduğunu ortaya koyarsa, ne yapılacağını açıklayabilmelidir.

• Kötü kalitenin maliyetine ilişkin temel kategorileri bilmeli ve maliyetleri doğru kategorilere sınıflandırabilmelidir.

• Zaman serisi verileri şeklinde bir kötü kalitenin maliyetleri tablosu verildiğinde, istatistiksel eğilim analizi yapabilmelidir.

• Zaman serisi verileri şeklinde bir kötü kalitenin maliyetleri tablosu verildiğinde, maliyetlerin çeşitli kategorilere dağılımı konusunda istatistiksel testler yapabilmelidir.

¹⁰⁷ J. Ravichandran, "Kalite Spesifikasyonlarını Belirlemek", **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.36.

- Bir proje ile ilgili işler verildiğinde, bitirme zamanları ve ilişkileri verildiğinde projenin en erken tamamlanma zamanlarını ve boş zamanları hesaplayabilmelidir. Aynı zamanda hangi görevlerin kritik patikada olduğunu belirleyebilmelidir.

- Bir proje görevleri için maliyet ve zaman verileri verildiğinde, minimum toplam maliyet eğrisini hesaplayabilmelidir.

- Kıyaslamanın temel ilkelerine yakın olmalıdır¹⁰⁸.

- Kıyaslamanın kısıtlamalarına yakın olmalıdır.

- Bir örgüt yapısı ve ekip elemanları, süreç sahipleri ve sponsorlar verildiğinde; düşük başarı olasılıklı projeleri belirleyebilmelidir.

- Çeşitli ölçülerin sınıflayıcı, sıralayıcı, eşit aralıklı gibi çeşitli ölçek düzeylerini belirleyebilmelidir.

- Belirli bir ölçekte ölçü verildiğinde, belirli bir istatistiksel yöntemin analiz için kullanılıp kullanılmayacağını belirleyebilmelidir.

- Uygun olarak toplanmış bir veri kümesi verildiğinde yanlılığın, tekrarlanabilirliğin, yeniden üretilebilirliğin, kararlılığın, doğrusallığın hesaplanması gibi tam bir ölçme sistemi analizi yapabilmelidir.

- Ölçme sistemi matrisi verildiğinde, belirli bir ölçme sisteminin sürecin belirli bir parçasında kullanılıp kullanılmayacağını bilmelidir.

- Üretim dizisi verilen bir veri kümesi ile üretim dizisi bilinmeyen bir veri kümesi için sigmaların nasıl farklı hesaplanacağını bilmelidir.

- Cihazın tekrarlanabilirlik ve yeniden üretilebilirlik incelenmesi sonuçları verildiğinde, ölçme sistemine ilişkin çeşitli soruları cevaplayabilmelidir.

- Gizli işletmeleri de içeren süreç haritalarını hazırlayabilmelidir.

- Bir ham veriler tablosu verildiğinde, verilerin frekans dağılımını hazırlayabilmeli ve bunu bir histogram oluşturabilmek için kullanabilmelidir.

- Bir gruplanmış frekans dağılımından yararlanarak, dağılımın ortalamasını ve standart sapmasını hesaplayabilmelidir.

- Bir dizi problem verildiğinde, bunların frekansları için pareto diyagramı çizebilmelidir.

- Bölümlere göre problemleri belirleyen bir liste verildiğinde, bir çapraz tablo oluşturabilmeli ve bu bilgileri Ki-kare analizinde kullanabilmelidir.

¹⁰⁸ Tümer Arıtürk, "Başarıyı Gösteren En Önemli Metrik Elde Edilen Kazançlar ve Sürdürülebilirliğin Sağlanması", **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.28.

- Bir tabloda x ve y veri çiftleri verildiğinde, ilişkinin doğrusal olup olmadığını belirleyebilmelidir.
- Ürünleri ve süreçleri daha dirençli yapabilmek için doğrusal olmama durumlarını nasıl kullanabileceğini bilmelidir.
- Bir zaman dizisi şeklinde veriler verildiğinde, zaman serisi grafiği oluşturarak nasıl yorumlanabileceğini bilmelidir. Buna dizi uzunluğunu hesaplamak, dizi sayısını hesaplamak ile nicel eğilim değerlendirmesi de dâhildir.
- Bir ham veri kümesi verildiğinde, merkezi eğilim, değişkenlik ve biçime ilişkin ölçüleri hesaplayıp yorumlayabilmelidir.
- Bir ham veri kümesi verildiğinde, bir histogram oluşturabilmelidir.
- Parametrik olmayan yöntemleri ne zaman uygulayıp uygulayamayacağını bilmelidir.
- Analitik istatistiksel yöntemlerin ne zaman uygulayıp uygulayamayacağını bilmelidir.
- Ayrık olaylar gibi, bağımlı ve bağımsız olaylar gibi temel olasılık kavramlarını bilmelidir.
- Faktöriyel, permütasyon ve kombinasyon kavramlarını ve bunları olasılık dağılımlarında nasıl kullanabileceğini bilmelidir.
- Sürekli ve kesikli rassal değişkenler için beklenen değerlerin nasıl hesaplanacağını bilmelidir.
- Örneklemelerden elde edilen tek değişkenli istatistikleri hesaplayabilmelidir.
- Güven aralıkları hesaplayabilmelidir.
- Binomial, hipergeometrik, poisson, normal, üstel, ki-kare, t ve F gibi sık kullanılan olasılık dağılımlarına aşina olmalıdır.
- Bir veri kümesi verildiğinde doğru biçimde hangi dağılımın kullanılması gerektiğini bilmelidir.
- Örneklemeden hesaplanan belirli bir istatistik ile varsayılan bir parametrenin analizi için farklı tekniklerin gerektiğini bilmelidir. Verilere ilişkin yeterli bilgi verildiğinde, bunlara uygun doğru tekniğin seçimi ve uygulamasını yapabilmelidir.
- Alt gruplara ayrılmış bir veri kümesi verildiğinde, doğru kontrol grafiğini seçmeli, hazırlamalı ve belirli bir sürecin kontrol altında olup olmadığını karar vermelidir.

• Varyans analizine (ANOVA) ilişkin varsayımları bilmeli ve verilere dönüşüm tekniklerini seçip uygulayabilmelidir¹⁰⁹.

• Kontrol grafikleri gösterildiğinde bunları yorumlayabilmelidir.

• Ön kontrolün mekaniklerini anlayabilmelidir.

• Alt gruplara ayrılmış ve kontrol altında veriler verildiğinde, süreç yeterlilik analizi yapabilmelidir. Buna yeterlilik endekslerinin hesaplanması ve yorumlanması, hata yüzdelerinin tahmin edilmesi ve kontrol limitlerinin hesaplanması dâhildir.

• Süreç yeterlilik endeksleri için gerekli varsayımları bilmelidir.

• Tekrarlı 2² Tam faktöriyel deney verildiğinde bütün ANOVA tablosunu hesaplayabilmelidir.

• Deney tasarımlarının ilkelerini bilmeli ve deney tasarımı yapabilmelidir.

• Bir deney tasarımı verildiğinde, deneyin doğru tekrar sayısını bulabilmelidir.

• Çeşitli türden deneysel modeller arasındaki farkları bilmelidir (Sabit etkiler, rassal etkiler ve karma modeller gibi)

• Rassallaştırma ve bloklama kavramlarını anlamalıdır.

• Tek yönlü ANOVA ve iki yönlü ANOVA'nın tekrarlı ve tekrarsız biçimlerini tam ve kesirli faktöriyel tasarımlar ile tepki düzeyi tasarımlarını bilmelidir.

• Böyle bir deney için veriler verildiğinde, hangi temel etkilerin anlamlı olduğunu belirleyebilmeli ve bu faktörlerin etkilerini ifade edebilmelidir.

• İki veya daha fazla kategorik değişkenlerden veri kümesi elimizde olduğunda (Müşteri memnuniyetini araştıran taramalarda bu tür veriler elde edilir), Ki-kare testi uygulayarak örneklemeler arasında anlamlı farklılıklar olup olmadığını belirleyebilmelidir.

• Bir deneyin koyduğu teşhisi değerlendirebilmelidir.

• Y değişkeni için gerekli dönüşümü belirleye bilmeli ve doğru dönüşümü uygulayabilmelidir.

• İkinci dereceden bir tepki düzeyi denklemi verildiğinde, durağan noktayı hesaplayabilmelidir.

• Veriler verildiğinde, durağan noktanın maksimum mu minimum mu yoksa eğer noktası mı olduğunu belirleyebilmelidir.

• İkinci dereceden bir kayıp fonksiyonunu kullanarak belirli bir sürecin maliyetini hesaplayabilmelidir.

¹⁰⁹ J. Ravichandran, "Kalite Spesifikasyonlarını Belirlemek", **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.38.

- Basit ve çoklu doğrusal regresyon analizi uygulayabilmelidir.
- Regresyonların artık analizinden regresyon modelinin doğru olup olmadığını belirleyerek, gerektiğinde doğru regresyon modelini uygulayabilmelidir.
- Regresyon ve korelasyon analizleri arasındaki farkı bilmelidir.
- Çeşitli sistem konfigürasyonları için sistem güvenilirliğini hesaplayabilmelidir.
- Hata türleri ve etkileri analizi (FMEA) sonuçlarını anlayabilmelidir.
- İstatistiksel tolerans uygulaması yaparak basit montajlar için tolerans ayarlaması yapabilmelidir. İstatistiksel toleransları en kötü durum toleransları ile nasıl karşılaştıracağını bilmelidir.
- Altı Sigma yaklaşımının kısıtlarının farkında olmalıdır¹¹⁰.

Kara kuşak adayının başarılı olarak tanımlanabilmesi için; TÖAİK eğitimlerine tam katılımı, başarılı eğitim performansı göstermesi, bitirme sınavında başarılı olması, minimum bir adet projeyi hedeflenen şekilde tamamlaması gerekmektedir.

¹¹⁰ Arun Hariharan, "Yöneticinin Altı Sigma Yolundaki Başarı Rehberi", **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.21.

5. ALTI SİGMA (DMAIC) FAZLARI:

5.1 DMAIC Metodolojisi:

Altı Sigma DMAIC metodolojisi, problem çözme ve ürün/proses iyileştirme yol haritası olarak da düşünülebilir. DMAIC; Define (Tanımlama), Measure (Ölçme), Analyse (Analiz), Improve (İyileştirme) ve Control (Kontrol) fazlarının ilk harflerinden oluşmaktadır. Literatürde bazen MAIC; Tanımlanmış problemin ölçme fazından başlayan sistematiği tanımlanır. Bunun dışında yine RDMAICR; Recognize (Problemin farkına varma), Define (Tanımlama), Measure (Ölçme), Analyse (Analiz), Improve (İyileştirme), Control (Kontrol) ve Realize (Sürdürme) olarak da isimlendirilir. Bu tanım, problemlerin farkındalığını ve metodoloji sonucunda elde edilen çözümlerin kalıcılığının sağlanmasını ve DMAIC prosesinin sürdürülmesini içermektedir¹¹¹

Bu bölümde, en genel tanımı ile DMAIC metodolojisinin içerdği 5 faz (aşama) incelenecektir. Firmaların büyük bir çoğunluğu Altı Sigma uygulamalarına DMAIC metodolojisi uygulamayla başlarken, bir sonraki aşamada yeni ürün veya proses tasarım adımlarını da içeren DFSS (Design For Six Sigma) metodolojisi ile mükemmellik yoluna devam etmektedirler¹¹².

5.2 Tanımlama Fazı:

5.2.1 Kritik Müşteri İhtiyaçların Tanımlanması:

Altı Sigma projeleri müşteri ihtiyaçları ile başlamaktadır. Müşteri açısından hangi parametrelerin önemli olduğu saptanmalıdır¹¹³. İşletmeler müşteriler beklenti ve taleplerini karşılamak amacı ile var olduğu gerçeği ile başlangıç noktası olarak VOC (Voice of customer) "Müşterinin Sesi" referans alınmalıdır. Müşteri memnuniyetini etkileyen ölçülebilir ürün ve hizmet özellikleri açısından en temel parametreler olarak Kalite, Fiyat ve Teslimat

¹¹¹ Tümer Arıtürk, "Başarıyı Gösteren En Önemli Metrik Elde Edilen Kazançlar ve Sürdürülebilirliğin Sağlanması", **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.29.

¹¹² Lynda Finn ve Sue Reynard, "Altı Sigma Ve Mobil İşgücü Süreçleri", **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.42.

¹¹³ Bill Robinson, "Altı Sigma'ya Dayalı Bir Yönetim Sistemi Oluşturmak", **Altı Sigma Forum**, Sayı.8, Yıl.2, (Temmuz Ağustos Eylül 2006), s.40.

ele alınabilir¹¹⁴. Altı sigma sürecinde kritik müşteri taleplerinden Kalite CTQ (Critical to Quality), Teslimat CTD (Critical to Delivery), Fiyat CTP (Critical to Price) olarak adlandırılır. Sistemde müşteri açısından tüm kritik parametreler CTX (Critical to X) genel ifadesi ile tanımlanmıştır.

Doğrudan CTX' e bağlı süreç çıktı performansları müşteri memnuniyetinin ölçüm ve izlenmesi açısından etkilidir. Müşteriye bağlı kritik parametreler olarak; pazar ve sektör trendleri, rekabet stratejileri ve analizleri, müşteri anketleri, hedef kitle özellikleri, garanti şikâyetleri, satış ekibi geri bildirimleri, müşteri iadeleri vb. ele alınabilir.

Tanımlama aşamasında oluşturulan "Proje Tanımlama Belgesi" (Project Chart) içerisinde projenin müşterinin hangi kritik beklenti parametresinin referans alındığının belirtilmesinde fayda vardır (termin, fiyat vb.).

5.2.2 Problem veya İyileştirme Fırsatının Belirlenmesi:

Altı sigma metodolojisini strateji olarak belirleyen firmalar 1.dalga tabir edilen ilk proje çalışmaları öncesi proje alt yapısını oluşturacak firma müşterileri, tedarik zinciri ve prosesleri içeren mevcut problemleri belirlemektedir¹¹⁵. Kısaca SIPOC olarak da tanımlanan; Supplier (Tedarikçi), Input (Girdi), Process (Proses), Output (Çıktı) ve Customer (Müşteri) zinciri incelenerek, içeriğinde sebebi ve çözümü yer almayan ham problemler tanımlanmaktadır¹¹⁶. Altı Sigma sürecinde sebebi bilinen problem, problem olarak ifade edilmezken, klasik yaklaşımların ötesinde problemin bilinen sebeplere bağlı olarak oluşmama ihtimali proje sonunda gerçek nedenler hipotezlerle ispat edilmediği sürece geçerliliğini korumaktadır.

Problem belirleme çalışmalarında farklı metotlar uygulanmaktadır. Problemler Kalite Yönetimi sürecinde oluşan düzeltici faaliyetler, hedeflerden sapmalar, müşteri öneri

¹¹⁴ George Byrne ve Bob Norris, "Baldrige Seviyesi Performansını Yönetmek", **Altı Sigma Forum**, Sayı.2, Yıl.1, (Ocak Şubat Mart 2005), s.14

¹¹⁵ Fritz W. Weigang, "Uzun Vadeli Başarı İçin İkili Kavram", **Altı Sigma Forum**, Sayı.5, Yıl.2, (Ekim Kasım Aralık 2005), s.34.

¹¹⁶ İhsan Eren, "Bir Yeşil Kuşak Adayının Proje Hikâyesi", **Altı Sigma Forum**, Sayı.2, Yıl.1, (Ocak Şubat Mart 2005), s.47

ve şikâyetleri, iş sağlığı ve iş güvenliği, çevre ve sosyal sorumluluk sistemlerinde iyileştirme hedefleri olabilmektedir.

İşletmede bir dönemdir devam eden, bu süre zarfında üzerinde çalışmalar yapılan, bazen çözüldüğü zannedilip takip aşamasında tekrar büyüyen, bazı iyileştirme ekiplerinin çalışma yaptığı ancak belirli bir süre ümitsizlik ya da yılgınlık ile geri adım attığı kronik problemler de kapsam içinde değerlendirilmektedir.

Altı Sigma sürecine yeni başlayan firmalarda ham problemlerin belirlenmesi ve bunların hangisi proje olabileceği en merak duyulan ve zorlanılan prosestir. Ham problem belirleme aşamasında en etkin yollardan biri süreç sahiplerini orta ve üst düzey yöneticilerin katılımı ile yapılacak toplantıda ana proseslerin belirlenerek ana proses başlıkları altında geçmiş dönemde en çok yaşanan yada diğer bir tabirle kronik hale gelen problemler beyin fırtınası yöntemi ile belirlenerek flipchart yada diğer görsellerin kullanımı ile listelenir¹¹⁷. Bu çalışma, en etkin fikirlerin bulunabilmesi amacıyla ilk seansta toplanan fikirlerin gözden geçirilmesi sonucu etkileşim ve çağrışımlarla oluşan yeni fikirlerin toplandığı daha kısa süreli ardışık ikinci bir seansla tekrarlanabilir. Ardışık iki toplantı sonucunda orta büyüklükte bir işletme (KOBİ) 100 ler ile ifade edilebilecek ham problem fikri elde edilebilmektedir. Bu proseste ham problemlerin niceliğinden çok niteliği önemli olduğu için seansı yöneten liderin katılımcıların spesifik (sayılar ile tanımlanabilecek)¹¹⁸, özellikle sebep ve sonuç içermeyen problemlerin belirlenmesi konusunda ara ara uyarıda bulunmasında fayda vardır. Şüphesiz ki birkaç saatlik toplantılar ile işletmenin yılları bulan kronik ve “en önemli” problemleri belirlenmesi hayli güçtür¹¹⁹.

Müşteri ihtiyaçları, proses hedefleri, oluşturulacak proje (problem) havuzu, şirket hedefleri işletmede en önemli problemlere girdi olarak kullanılabilir. ¹²⁰

¹¹⁷ Gupta Praveen, “Yenilikçilik: Başarılı Projenin Anahtarı”, **Altı Sigma Forum**, Sayı.5, Yıl.2, (Ekim Kasım Aralık 2005), s.16

¹¹⁸ Tümer Arıtürk, “Başarıyı Gösteren En Önemli Metrik Elde Edilen Kazançlar ve Sürdürülebilirliğin Sağlanmasıdır”, **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006),s.26.

¹¹⁹ Jim Folaron, “Değişim Liderliğinin İnsan Yönü”, **Altı Sigma Forum**, Sayı.4, Yıl.1, (Temmuz Ağustos Eylül 2005), s.42.

¹²⁰ Sezai Kaya, “Altı Sigma Çalışmalarımızı Ağırlıklı Olarak Proses Yeterliliğinin Zayıf Olduğu Alanlarda Kullanıyoruz”, **Altı Sigma Forum**, Sayı.5, Yıl.2, (Ekim Kasım Aralık 2005), s.12.

İşletme için en önemli problem nedir? Bu işletmeden işletmeye değişebileceği gibi sektöre, işletmenin sektördeki konumuna, stratejik hedeflerine, müşteri beklentilerine, çevreye topluma karşı sorumluluğuna, mali boyutuna ve beklentilerine göre değişkenlik göstermektedir¹²¹.

İşletmeler, Altı Sigma projelerine referans olacak ham problemlerin belirlenmesi ve önceliklendirilmesinde, işletmenin belirtilen ve benzeri kıstaslardaki belirlediği önceliklerini kullanmalıdır. 1.dalga tabir edilen ilk proje grubunda daha komplike problemler ve getiri açısından daha avantajlı projelerin seçimi genel eğilimdir.

İşletmeler, tüm proseslerini gözden geçirerek, stratejik olarak sıçrama ile büyümesini sağlama fırsatı bulduğu için daha fazla getiri sağlayacak ve çözümü birden fazla müşteri veya departmanı etkileyebilecek büyük olarak tanımlanabilecek projeler seçimi konusunda istekli görünürler. Genelde yönetim sistemleri açısından gelişmekte olan firmalar ham problem belirleme aşamasında ortaya çıkan 100 lerle ifade edilebilen ve getirisi yüksek beklenti içinde olunan problemleri seçmek için uğraş vermektedirler.

Altı Sigma lideri ekibin de katılımı ile şirketin tüm hedeflerini gözden geçirerek önceliklendirme yapması daha uygun olmaktadır.

1.dalga projelerde problemler daha genelleme ile tanımlanırken, ilk dalgayı tamamlayan işletmeler daha spesifik ve daha etkin problem tanımlarına ulaşabilmektedir.

Belirlenen problemler Kara ya da Yeşil Kuşak (veya adaylarına) atanmak üzere proje haline getirilir.

Bu sürecin en önemli getirisi, Altı Sigma çalışmalarını strateji olarak belirleyen firmaların, problemlerini tanımlama ve önceliklendirme çalışmalarını sürdürülebilir bir süreç olarak kurum kültürüne adapte edebilmesi, öncelikli ve önemli problemlerini tanımlayabilen ve farkında olan bir organizasyona dönüşebilmesidir¹²².

¹²¹ William C. Parr, "Altı Sigma'yı Sürekli Kılmak", **Altı Sigma Forum**, Sayı.8, Yıl.2, (Temmuz Ağustos Eylül 2006), s.25.

¹²² Lynda Finn ve Sue Reynard, "Altı Sigma Ve Mobil İşgücü Süreçleri", **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.42.

5.2.3 Projenin Tanımlanması:

Organizasyonun hedeflerine uygun olarak belirlediği problemlerin projeye dönüştürülmesi farkında lığın artış gösterdiği bir süreçtir. İşletmeler bu süreçte, var olan ancak genelde kanıksanan problemleri stratejik hedeflere, müşteri ve tedarikçilere, kurum çalışanlarına, bütçeye etkilerini tek tek belirler. Tüm ham problemler işletmenin belirleyeceği öncelik ve ağırlıkta irdelenir. Bu prosesi liderler ya da şampiyonlar yürütmektedir.

Başlangıç aşamasında problem ya da proje tanımı net olarak ortaya konulamayabilir. Önemli olan projeyi ilgili kişilerin açık ve net bir şekilde anlamasıdır. Problem, 5N yöntemi ile daha net bir ifade ile tanımlanır.

- Problem nedir? (En kısa ve net tanım)
- Problem nerede oluşmaktadır? (Proses ya da işletme tanımlanabilir)
- Problem ne zaman oluşmuştur? (Problem hangi dönemi kapsamaktadır?)
- Problemin büyüklüğü ne kadardır? (Problemin sayısal ifadesi)
- Problemin nereden biliyoruz? (Proses rekorundan ne kadar uzakta? ya da benchmark ile sektörde bilinen hedef değerden ne kadar uzak ?)

Sorulara verilen cevaplar yalın ve herkes tarafından anlaşılabilir bir anlatımla bir cümle haline getirilir. Artık problem açık ifade içeren bir proje haline dönüşmüştür.

5.2.4 Proje Ana Metriklerinin Tanımlanması:

Ana metrik; projeyi, ölçmek, tanımlamak ve izlemek için kullanılan problem ve amaç ile uyumlu göstergedir. % başarı, sigma düzeyi (Z), toplam süreç verimliliği (RTY), proses performansı (Pp veya Cp), parça başına hata (DPU), çevrim süresi (gün, saat..) vb. genel olarak kullanılan ana metrik değerleridir. Altı Sigma süreci başlangıcına kadar ana metriklerini proses performansını Pp, Cp veya Sigma düzeyi olarak ölçmemiş olan firmalar için en etkin metrik % ifadedir. Yüzdesel ifade, zaman ve miktardan bağımsız tanımlama şansı vermektedir. Bu aşamada en yaygın olarak yapılan hata; tutar, adet, hacim vb. dönemsel olarak değişebilen metriklerin seçilmesi ve projenin ilerleme sürecinde üretim

veya hizmette daralma ya da genişleme yaşanması sonucu projenin tamamlanması noktasında gerçek iyileşmenin hesaplanmasında yaşanan sıkıntılardır.

Ana metrik olarak mümkün olan uzun vadeli değerlerin (örnek olarak yıllık performans) belirlenmesinde fayda vardır. Uzun vade değerleri, prosesin zaman içinde mümkün olan hemen hemen tüm hata frekanslarını içereceğinden yanılma payını azaltmaktadır. Bazı proseslerin mevsimsel olarak farklılık göstermesi kısa dönemli verilerinin kullanılmasında en büyük dezavantajdır.

5.2.5 Proje Amaç ve Hedefinin Belirlenmesi:

Problemın proje haline dönüşümünden sonra sıra projenin amacının ve iyileştirme hedefinin belirlenmesine gelmiştir. Proje amacının belirlenmesinde, problem tanımlamakta kullanılan ana metriğin hedef olarak belirlenecek değere ulaşılması olabileceği gibi; müşteri memnuniyeti, sosyal veya çevre sorumluluğu gibi müşteri, çalışan ve toplum memnuniyetini arttıracak tanımlar da kullanılabilir¹²³. Proje için spesifik, ölçülebilir bir amaç ifadesi hazırlanır. Proje takımının, proje boyunca odaklanması gereken konu ifadesiyle sağlanmaktadır. Amaç ifadesi ölçülebilirdir ve zaman boyutu içermektedir.

Hedef değer olarak, benzer üretim ve hizmeti sunan sektördeki diğer işletmeler olabileceği gibi aynı üretim veya hizmet yapısına sahip kuruluşun farklı lokasyonlarındaki uygulamalarındaki değerler (metrikler) alınabilmektedir. Sektörde faaliyet gösteren benzer yapıdaki kuruluşlar arasında en iyi değer referans değer olarak alınabilmektedir. Sektördeki kuruluşların projenin ana metriği ile ilgili sonuçlara elde edilmiş rekor (uzun vadede ölçülmüş en iyi değer) olarak alınabilir.

Problem ait verilerin sağlıklı ya da yeterli olmaması durumunda mevcut değerın % 70 iyileştirilmesi hedeflenebilir. Hedef belirleme aşamasında mevcut değer, yapı ve teknoloji ile ulaşılacak maksimum (ya da minimum) değer arasındaki farkın % 70 iyileştirilmesi de kullanılan diğer bir orandır. Proje hedefi tarih (termin), kapsam, lokasyon, hedef değer ve mevcut durum belirtilerek tek bir cümle ile oluşturulur.

¹²³ George Byrne ve Bob Norris, "Baldrige Seviyesi Performansını Yönetmek", **Altı Sigma Forum**, Sayı.2, Yıl.1, (Ocak Şubat Mart 2005), s.14.

5.2.6 Tahmini Yıllık Getirinin Belirlenmesi:

Projenin tanımlama fazında, referans alınan dönemde problemin ölçülebilen kayıpları hesaplanır¹²⁴. Problem ile ilgili geçmiş 3 aydan 1 yıla kadar olan dönemde oluşmuş parasal kayıplar gelecek için projenin ölçülebilen maddi getiri fırsatı olarak tanımlanır. Projenin 3 ile 6 ay arasında hedeflenen tamamlanma tarihi dâhil olmak üzere 1 yıllık dönemde¹²⁵ üretim ya da hizmet kapasitesindeki artma / azalma öngörüsü çerçevesinde tahmini yıllık parasal getiri hesaplanır.

Süreçte iyileşmelerin ve buna bağlı olarak kazançların gerçekleşmesi genellikle projenin tamamlanma dönemine denk gelmektedir. Bu nedenle proje tanımlama aşamasında saptanan yıllık getiri tahmininin projenin tamamlanma tarihini takip eden bir yıllık sürece ait olduğu bilinmelidir. Saptanan nedenlere ait çözüm önerilerinin uygulamaya alındığı gerçekleştirme (Realization) süreci getirilerin gerçekleştiği süreç olarak tanımlanmaktadır.

Yıllık getirinin hesaplanmasında “Proje tahmini getiri formu” başlığı altında metriğin net olarak tanımlandığı, metriğin birim başına kaybının hesaplandığı bir doküman oluşturularak proje ile ilgili verilerin işlenmesi sağlanmaktadır. Kayıp ve fırsatların işlenmesinden sonra süreç sahibi, proje lideri ve finans temsilcisi tarafından form gözden geçirildikten sonra onaylanır. Bu süreçte finans temsilcisi, ölçülebilen ve izlenebilen kayıpların maddi karşılıklarını hammadde, işçilik, genel üretim, pazarlama ve satış, malzeme ve ekipman, sermayeye etkisi başlıklarında gruplandırdıktan sonra, finansal kazanç / kaybı olarak hesaplar.

Projenin tanımlama aşamasında problemin ifadesi kadar getiri hedefi de net olarak belirlenememektedir. Tanımlama aşamasından sonra ölçme aşamasına geçildiğinde ölçüm sistemi analizi sonucu saptanan değişkenlik ve sapmaların proje tanımı ve getiri hedefini değiştirmesi çok sık rastlanan bir durumdur. Bu nedenle DMAIC prosesinin her fazının sonunda proje lideri ile finans temsilcisi proje getiri tahminini gözden geçirir.

¹²⁴ George, **Lean Six Sigma**, s.156.

¹²⁵ Tümer Arıtürk, “Başarıyı Gösteren En Önemli Metrik Elde Edilen Kazançlar ve Sürdürülebilirliğin Sağlanmasıdır”, **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.31.

Proje getirisi 1 yıl olarak hesap edilir. Müteakip yıllardaki getirisi yıl sayısı ile çarpılmaz ya da o yıllarda getiri olarak tekrar raporlanmaz. Bunun nedeni projenin tamamlandığı yılın bir sonraki yılında bütçe başarılmış projenin gelirinin hesaba katılarak yapılmasıdır.

Projelerden elde edilen kazançlar bazı firmalarda doğrudan ve dolaylı olarak iki başlık altında raporlanırken, bazı firmalarda ise doğrudan, dolaylı ve potansiyel olarak üç ana başlıkta ele alınmaktadır. Firmalar, tanımlama aşamasında, tahmini kazançları hangi başlıklar altında raporlayacağına karar vermelidir.

5.2.7 Proje Liderinin Belirlenmesi:

Altı Sigma sürecinde, projeler, üst yönetim (lider ya da liderlik ekibi) tarafından belirlendikten sonra proje ekibi kurma, projeyi başlatma, problem ve çözümlerin saptanması ve çözüm önerilerinin süreç sahibine aktarılması yolu ile tamamlanması amacıyla kara kuşak ya da yeşil kuşaklara atama yolu ile verilir. Proje lideri ile Altı Sigma uygulamalarından sorumlu lider iki farklı roldür. Altı Sigma uygulamalarından sorumlu lider genelde üst yönetim ya da üst yönetim tarafından atanan yöneticiler olurken, proje liderleri Altı Sigma sürecinde yeşil ya da kara kuşak eğitimini başarı ile tamamlamış veya eğitim sürecinde olan kişilerden oluşmaktadır¹²⁶.

Projenin kapsamı, tahmini çözüm süresi, birden fazla departman yada işletmenin katılımını içermesi, uygulamada karşılaşılabilecek bariyerler, tahmini getiri hedefi proje liderinin belirlenmesinde önemli kriterler olarak yer almaktadır. Çözüm süresinin 1 – 3 ay arası, tek bir departmanın çözebileceği yada birkaç departmanın yardımının gerektiği, fazla komplike olmayan, yoğun istatistiksel teknik kullanımın gerektirmeyen, işletmenin büyüklüğüne ve ülkeden ülkeye değişiklik göstermekle birlikte 0–20.000 usd arası getiri hedeflenen (takım üyelerinin bir yıllık toplam maliyetine denk gelen) ve çözümünün daha kolay olduğu tahmin edilen projeler “Yeşil Kuşak” projesi olarak adlandırılır.

¹²⁶ Tümer Arıtürk, “Başarıyı Gösteren En Önemli Metrik Elde Edilen Kazançlar ve Sürdürülebilirliğin Sağlanmasıdır”, **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.32.

Çözüm süresinin 6 aya kadar sürebileceği, bir veya birden fazla departman bazen tedarikçiler ve müşterilerin de katılımını gerektiren, nispeten daha yoğun istatistiksel teknik kullanımı gerektiren, komplike çözümler gerektirebilen dünyada ortalama 20.000 usd ve daha fazla getirisi olacağı tahmin edilen projeler ise “Kara Kuşak” projesi olarak adlandırılır.

Proje liderinin belirlenmesi aşamasında organizasyonda yeterli miktarda yeşil ve kara kuşak olması önem teşkil eder. Altı Sigma yolculuğunun henüz başında olan firmalarda firmanın faaliyet alanı, büyüklüğü ve yayılım planına göre sadece yeşil ya da sadece kara kuşak kaynağı olabilir. Organizasyonda proje lideri kaynağı sıkıntısı olması durumunda, projenin zorluk derecesi ve getiri beklentisine göre proje seçimi ve ataması lider kaynağına göre yapılabilir. Bu durumda öncelik proje önceliği yerine proje lideri önceliğine göre yapılmış olacaktır¹²⁷. Bu nedenledir ki yeterli büyüklükte firmalarda ilk proje liderlerinin kara kuşak olması tercih edilmektedir.

5.2.8 Proje Mentorunun Belirlenmesi:

Projenin herhangi bir aşamasında proje liderinin (kara yada yeşil kuşağın) Altı Sigma metodolojisi ile ilgili herhangi bir yardıma ihtiyaç duyduğunda danışabileceği tecrübeli uzman metodoloji uygulayıcılarıdır. Proje lideri farklı aşamalar veya projelerde mutlaka bir danışmanlık ihtiyacı duymaktadır.

Organizasyonlar genellikle, Altı Sigma başlangıç aşamasında danışman (uzman) kara kuşaklardan danışmanlık hizmeti almaktadır. Kara kuşak eğitimi tecrübeli uzman tabir edilen (MBB-Master Black Belt) kara kuşaklar tarafından eğitilmektedir. Kara kuşak eğitimi uzak doğu felsefesinde olduğu gibi uzun soluklu öğretmen-öğrenci ilişkisine dayanmaktadır. Kara kuşak ilk projesini eğitimi ile paralel yürütmektedir. Bu nedenle 5 ile 6 ay süren eğitim sürecinde teorik ile pratik dengesini uzman kara kuşak yardımı ile sağlar. Özellikle analiz aşamasında yoğun istatistikî teknikler ile tanışan kara kuşaklar yazılım programları ile analizlerin gerçekleştirilmesinde uzman kara kuşak yardımına ihtiyaç duymaktadır.

¹²⁷ Turgay Durak, “Üründe Varyasyon Olmasının Affedilemeyeceği Bir Sektör Olarak Otomotivde 6 Sigma Kesinlikle Uygulanmalı”, **Altı Sigma Forum**, Sayı.2, Yıl.1, (Ocak Şubat Mart 2005), s.27–31.

Proje lideri, ilk projesinde tanımlama fazından kontrol fazına olduğu kadar, takip eden projelerde de uygulamalarda yaşadığı soruları uzman kara kuşak ile paylaşarak tecrübelerinden faydalanmaktadır. Bu durum firmaların bünyesinde uzman kara kuşak yetiştirinceye kadar bir danışman (uzman kara kuşak) ile çalışma gerekliliğini doğurmaktadır.

5.2.9 Proje Takım Üyelerinin Belirlenmesi:

Projenin üst yönetim (liderlik ekibi) tarafından proje liderine atanmasının ardından, proje lideri ilk olarak problemin olduğu ya da iyileşme fırsatı bulunan sürecin ilk yöneticisini yani süreç sahibini tanımlar. Bu aşamada üst yönetimin süreç sahibi ile proje liderinin ilk teyitleşmesinin gerçekleştiğinden emin olmalıdır¹²⁸. Süreç sahibinin, projenin tanımlanması aşamasından sonra, gerektiğinde, proje liderine her türlü mali ve insan kaynağı açısından yardım etmesi projenin sağlıklı olarak gerçekleştirilmesi açısından büyük önem teşkil etmektedir. Proje lideri proje amaç ve hedefinin belirlenmesinden sonra bu hedefe ulaşmak için etkin bir ekip kurar. Bu aşamada unutulmaması gereken önemli husus işletmelerde proje liderinin tek başına yol almak istemesi ya da proje ekibini yönetememesi durumunda projenin ilerleyen aşamalarında geriye dönmekte güçlük yaşaması sebebiyle başarısızlık yaşama riskidir.

Proje takımının (ekibinin) oluşturulması aşamasında süreç sahibinin ekibinden takım üyesi seçimi ve katılımı ile ilgili taahhüdü sebep ve çözümlerin saptanmasında büyük rol oynamaktadır. Projelerde beklenen ya da tercih edilen süreç sahibinin ya da vekil verdiği bir kişinin ekibe ve toplantılara katılmasıdır. Proje liderinin seçmiş olduğu takım üyelerini üst yönetim ile paylaşmasında fayda vardır.

Takım üyelerinin ilk projelerde “takım üyesi eğitimi”nden geçirilmesi tercih edilmektedir. Genellikle iki gün süren bu eğitimde takım üyelerinin Altı Sigma metodolojisi, Altı Sigma’da roller, temel istatistik, neden sonuç analizleri ile ilgili bilgi ve becerilerinin artırılması hedeflenmektedir.

¹²⁸ Arun Hariharan, “Yöneticinin Altı Sigma Yolundaki Başarı Rehberi”, **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.22.

5.2.10 Proje Tanımlama Belgesinin Oluşturulması:

Proje ile ilgili tanımlama fazında gözden geçirilen tüm parametrelerin yazılı hale getirildiği, ilk bulgular ve taahhütleri içeren doküman proje tanımlama belgesi (project charter) olarak adlandırılmaktadır. Proje tanımlama belgesinin aşağıda belirtilen kriterleri içermesi beklenmektedir¹²⁹;

- Proje adı,
- Proje numarası,
- Süreç ya da bölüm,
- Projenin firmaya stratejik etkisi,
- Problem tanımı,
- Projenin amacı,
- Proje kapsamı,
- Proje başlama tarihi,
- Tahmini tamamlama tarihi,
- Proje veri dönemi,
- Tahmini yıllık parasal getiri hedefi,
- Proje ana metriği (tanımı ve formülü),
- Proje lideri,
- Süreç sahibi,
- Proje danışmanı,
- Takım üyeleri ve organizasyonda sorumlulukları,
- Tanımlama fazı bulguları,
- Süreç rekoru / referans değer / kıyaslama verileri (benchmarking dahil),
- Müşterinin hangi kritik beklenti parametresinin referans alındığı,
- Mevcut durumun sigma olarak performans değeri,
- Hedeflenen iyileşme oranı.

¹²⁹ Tümer Arıtürk, “Başarıyı Gösteren En Önemli Metrik Elde Edilen Kazançlar ve Sürdürülebilirliğin Sağlanması”, **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.30.

Oluşturulan proje tanımlama belgesi proje lideri, süreç sahibi, şampiyon, uzman kara kuşak ve lider tarafından onaylanması uygundur. Onaylanan proje tanımlama belgesi (proje onay formu)¹³⁰ proje lideri ve şampiyon tarafından kayıt altına alınmaktadır.

5.2.11 Projenin Başlatılması:

Projenin onaylanmasından sonra ya da bazen onay aşamasında proje lideri tarafından proje tanıtım (başlangıç) toplantısı ya da diğer bir ifade ile başlama vuruşu (kick-off) toplantısı planlanarak toplantıya takım üyeleri, süreç sahibi, şampiyon ve lider davet edilir. Projede üst yönetimin desteğinin gösterilmesi, süreç sahibinin projenin henüz ilk adımında bilgilendirilmesi açısından başlangıç toplantısına süreç sahibi ve liderin katılımı önem teşkil etmektedir.

Proje tanıtımı aşamasında görsel slâytlar ile sunum yapılması ve ilk toplantının daha çok takım üyeleri ve projenin tanıtımı ve tanıştırılması üzerinde yoğunlaşması daha uygundur. İlk toplantıda tanımlama fazında mevcut durum ve bulguların tanımlanmasına ağırlık verilmektedir. Toplantıda toplantı periyodu ve planlamasının da teyitleşmesinde yarar vardır. Proje başlangıç toplantısının sonrasında da proje tanımlama belgesi onaylanabilmektedir.

5.3 Ölçme Fazı:

5.3.1 Projenin Detaylı Tanımlanması:

Ölçme fazında ilk olarak yapılması gereken işlemlerden birisi tanımlama fazında oluşturulan ekip ile birlikte problemi net olarak tanımlamak ve problemin tanımlama aşamasında doğru teşhis edildiğini kontrol etmektir. Ekip üyeleri problemin olduğu süreçte verilerin sağlıklı ve yeterli olarak toplandığı, kayıt edildiği, ölçüldüğü ve analiz edildiğinden emin olmalıdır. Bazı projelerde ölçme fazının henüz başında projenin tanımı, problem ifadesi ve/veya ana metrikte değişiklik yapıldığı görülmektedir. ISO 9000 kalite yönetim sistemi uygulayan firmalarda verinin toplanması, doğrulanması ve analizi açısından bir

¹³⁰ Arun Hariharan, "Yöneticinin Altı Sigma Yolundaki Başarı Rehberi", **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.20.

adım önde başlayacağı aşikârdır. Ancak her ne kadar ölçüm sistemi olsa da genellikle probleme yönelik olarak net ölçüm ve değerlendirmede ilk bakışta yanlışlıklar ya da eksiklikler tespit edilebilmektedir.

Proje ekibi, ilk olarak, problem ifadesi, proje adı, proje ana metriği, projenin ikincil ve varsa üçüncül metriklerini, tahmini getiri hesaplamasını gözden geçirmesinde fayda vardır. Proje ekibinin ilk toplantısı bu gündemle yapılabilmektedir¹³¹. Projede yapılacak iyileştirme yada proses değişikliklerinin firmada başka proseslerde yada izlenen veya izlenmeyen her türlü metrikte yapacağı muhtemel etkiler gözden geçirilerek, etkilenme potansiyeli olan metrik ikincil metrik olarak adlandırılır. Birden fazla metriğin etkilenmesinden şüphelenildiği durumda bu metrik üçüncül metrik olarak tanımlanır.

Proje ve problem tanımı ile tahmini getiri veya proje hedefi ile ilgili bir değişiklik olduğunda proje tanımlama formu (project charter) üzerinde değişiklikler yapılarak süreç sahibi, şampiyon, lider ya da liderlik ekibi ile teyitleşilir. Proje ile ilgili problem tanımı verilere ulaşılabildiği sürece pareto analizi pasta diyagramı vb. basit istatistikî tekniklerden faydalanarak detaylandırılır. Bu teknikler ile problemi oluşturan alt bileşenlerin sonuca yüzdesel ya da öncelikli etkisi sıralanmış ve görselleştirilmiş olur. Bu aşamada pareto analizi kullanılarak ekibin (kısıtlı süre ve insan kaynağı) daha etkin kullanılması, sonuca gitmek için hangi alt konulara ağırlık verileceği seçilmiş olur. Oluşma frekansı çok düşük ve ihmal edilebilecek bir oran ve önemde olan bir alt problemin detaylandırılarak fotoğrafının bütünü görölmesi ve sonuca gitmekte gereksiz zaman kaybının önüne geçilmiş olur.

Proje ekibinin ilk toplantısında projenin detaylı tanımlama çalışmalarında proje liderine önemli bir görev düşmektedir. Proje ekibinin ilk toplantıdan itibaren tam katılımı sağlanması ve mümkün olduğu sürece süreç sahibinin ya da vekâlet eden kişinin toplantıya katılmış olması projenin gelişme safhalarında süreç sahibinin sebep ve sonuçlardan haberdar olmasını sağlar. Proje ekibi ile yapılan toplantıların kayıt altına alınması uygun olmaktadır.

¹³¹ George Byrne ve Bob Norris, "Baldrige Seviyesi Performansını Yönetmek", **Altı Sigma Forum**, Sayı.2, Yıl.1, (Ocak Şubat Mart 2005), s.14

5.3.2 Proje Ana Metriklerinin Analizi:

Ölçme fazında proje ekibinin üzerinde odaklanacağı problemin metriği net olarak tanımlanmalıdır. Ana metrik, problem tanımında yer alan genel ifadenin net olarak tanımlanmasıdır. Hata oranı yüksek olan bir prosesin hata oranının azaltılmasının hedeflendiği bir projede; üretim hattının veya ürün grubunun ya da başka bir parametrenin kapsam olarak alındığı, hattın net olarak tanımlandığı ve oran hesaplamada referans alınan değerin tanımlanması projenin ana metrik tanımının oluşturulmasıdır.

Ana metriğin doğruluğu vakit geçirilemeden gözden geçirilmeli ve doğrulanmalıdır. Bu amaçla yapılması gereken uygun ölçüm sistemi analizi metodunun seçilmesi ve uygulanmasıdır. Ölçüm sistemi analizi sonucunda ölçüm sisteminin yeterli düzeyde olmadığına karar verilmesi durumunda tanımlamada belirlenen proje metrik değerinin değişmesi gündeme gelmektedir¹³².

5.3.3 Süreç Haritasının Oluşturulması:

Ölçme fazında proje ekibi ile yapılan ikinci toplantıda problemin olduğu sürecin net olarak tanımlanması, önceki ve sonraki süreçler ile birlikte gözlenmesi amacıyla makro süreç akış şeması oluşturulmalıdır. Makro süreç akış şeması, bir sonraki adımda detaylandırıldıktan sonra detaylı süreç akış şeması haline dönüştürülür. Süreç akış şemasından faydalananarak oluşturulan detaylı süreç haritası ise; sebep sonuç araçlarının, hata türleri ve etkileri analizi (FMEA) ve proses kontrol planların girdisi olarak kullanılmaktadır.

Adım 1, Makro süreç akış şemasının oluşturulması: Makro şema ana aşamaları içeren süreç akış şemasıdır. Genellikle proje kapsamında yer alan adımlar ile etkilendiği ve etkilenen proses adımlarını içermektedir. Makro şemanın oluşturulmasında amaç proje liderinin, proje ekibi dışında projeyi izleyen veya projenin tanıtımı yapıldığı kişilerin ana hatlarıyla proje kapsamında hangi proseslerin olduğunu bilgilendirmektir.

¹³² Gülser Köksal ve Aysun Taşeli, "Muayene Hatasının Kalite Kaybına ve Üreticiye Etkileri", **Altı Sigma Forum**, Sayı.2, Yıl.1, (Ocak Şubat Mart 2005), s.32–38.

Genellikle problemin muhtemel olarak etkilendiği ve etkilediği ana prosesler ile problemin oluştuğu ana prosesleri içeren 5-10 adımdan oluşan genel bir şema olarak oluşturulur.

Adım 2, Detaylı süreç akış şemanın oluşturulması: Makro süreç akış şemasından hareketle proje kapsamındaki proseslerde gizli işletmeler de dâhil olmak üzere her adımın yer aldığı bir akış şemasıdır. Gizli işletmeler prosesi kuran ve/veya yöneten süreç sahibinin yetki ve sorumluluklar, talimat ve prosedürlerle yazılı ve sözlü olarak belirlendiği (planladığı) ancak uygulamada farklılık gösteren işlemleri içeren proses ve işletmelerdir. Hemen hemen her projede bu tip planlama ile uygulama ile farklılıklara rastlanmaktadır. Yönetim sistemlerinde iç ve dış denetimlerle yapılan gözden geçirmelerde gözlem veya uygunsuzluk olarak tanımlanan planlama ile uygulama farklılıkları gizli işletmelere en önemli örnekleri oluşturmaktadır.

Detaylı akış şeması, etkin takım çalışması gerektirmektedir. Süreç sahibi, mühendislik ekibi, kilit süreç uygulayıcıları ve/veya takım üyelerinin katılımı uygundur. Bu aşamada süreçte uygulayıcı olan yani işi bizzat gerçekleştiren kişilerin ek katılımı ile uygun sonuçlar elde edilmektedir. Takım ile detaylı süreç akış şemasının masada oluşturulmasından sonra yapılacak ilk iş (işletme) sahaya inerek prosesin gerçekte nasıl işlediğini adım adım izlemek ve buna göre şemayı revize etmektir¹³³. Bu şema oluşturulurken dikkat edilmesi gereken en önemli husus; prosesi olması gereken değil mevcut haliyle gözlemek ve kâğıt üzerine aktarabilmektir.

Süreç akış şemasının oluşturulması aşamasında yönetim sistemlerinde mevcut olan ancak genellikle probleme göre değil ürüne yönelik dokümente edilmiş süreç haritasından faydalanılmaktadır. Mevcut süreç haritası genellikle iş yapma metodunu ve ürün veya hizmetin oluşumunu yöneliktir ve gizli işletmeleri içermemektedir. Var olan süreç haritası proje ile birlikte revize edilmektedir. Faydalanılan diğer bir doküman ise spesifikasyonlardır. Süreç haritasında boyut önemlidir. Çok fazla süreç adımı kötü tanımlanmış bir problem veya projenin göstergesi olabilir. Problemin kabataslak bir süreç analiziyle çözümlenmesi projenin gerekliliği hakkında şüphe duymak gerektirir.

¹³³ Arun Hariharan, "Yöneticinin Altı Sigma Yolundaki Başarı Rehberi", **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.19.

Süreç akış şemasının oluşturulmasında dünyada standart olarak kullanılan sembol ve dilin kullanılmasında fayda vardır. Şemanın microsoft excel de oluşturulması durumunda çizim menüsünden otomatik şekiller ve süreç akışı rutininden faydalanılabilir. Şema ve şekil çizimi için geliştirilmiş yazılım programları da mevcuttur.

Adım 3, Detaylı süreç haritasının oluşturulması: Süreç haritası, yeteri kadar detaylı, doğru, güncel ve gizli işletmeyi içerecek şekilde eksiksiz olmalıdır. Detaylı süreç haritası tüm süreç detaylarını içerir. Bunlar ; adımlar, girdiler, çıktılar, çevrim zamanları vb.... olarak listelenebilir.

Süreç haritası ile hataların nerelerden geldiği tespit edilebilmeli, süreç girdileri belirlenebilmeli, girdilerdeki bilinçli değişikliklerin çıktıları doğrudan etkileyip etkilemediği gözlemlenebilmelidir. Detaylı bir Altı Sigma süreç haritasında; her adım için girdiler (x) ve çıktılar (y), spesifikasyon limitleri ve kontrol dokümanları, kullanılan ekipmanlar ve ilgili dokümanlar tanımlanmalıdır. Altı sigma çalışmalarında ana hedeflerden biri, $y = f(x)$ ilişkisini tanımlamaktır. Sürece ait bilgiler arttıkça süreç haritası, yeni bilgiyi içerecek şekilde güncellenmelidir. Güncellemelerde; ölçüm sistemi ve süreç yeterlilik analizi sonuçları eklenmelidir¹³⁴. Süreç haritası, sebep sonuç araçlarının temel referansıdır.

5.3.4 Sebep Sonuç İlişkilerinin Belirlenmesi:

Sebep sonuç ilişkilerinin belirlenmesi, problemin oluşmasına neden olan sebepler ile bu sebeplerin sonuç (problem) üzerinde etkisinin tespiti açısından Altı Sigma uygulamasının ve ölçme fazının en önemli temel taşlarından biridir. Tüm projelerde ana amaç problemi meydana getiren gerçek sebep veya sebepleri bulmak ve çözüm önerileri getirmek ve uygulamaktır. Süreç haritasının oluşturulması, oluşturulan süreç haritasında girdilerin ve bunlara ait spesifikasyonların detaylı olarak belirlenmesi 6M olarak da ifade edilen; Makine (machine), malzeme (material), metot (method), çevre (mother nature), ölçüm sistemi (measurement system) ve insan (man) proses girdilerin bulunmasını sağlamaktadır. Bir süreç bu altı başlık altında toplanan girdilerden oluştuğu için, bu başlıklarda meydana gelebilecek herhangi bir aksaklık veya değişkenliğin çıktıda problem

¹³⁴ J. Ravichandran, "Kalite Spesifikasyonlarını Belirlemek", **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.36.

oluşturacağı aşikârdır. Bu proseste de amaç süreç haritasında da olduğu gibi muhtemel girdiler veya diğer bir ifadeyle muhtemel sebepleri bulmaktır. Sebep analizlerinde ekip çalışması çok önem teşkil eder¹³⁵.

Neden sonuç analizinde en çok kullanılan metotlardan birisi de balık kılıcı diyagramıdır. Sebep sonuç ilişkilerinin analizi takımı süreç haritası takımıyla aynıdır. Ekibe gerektiğinde deneyim, uzmanlık katkısı sağlayabilecek üyeler eklenebilmektedir. Sebep sonuç analizinde; süreç haritası, sürece ait bilgi içeren diğer dokümanlar, sürecin geçmiş performansı hakkında bilgi içeren kayıtlar girdi olarak kullanılmaktadır.

Balık kılıcı diyagramı bir problemin bütün potansiyel sebeplerini sistematik olarak teşhis etmek için kullanılan disipline edilmiş bir beyin fırtınası yöntemidir. Yöntem aşağıdaki gibi işlemektedir;

- a. Problem spesifik olarak tanımlanır, sağ tarafta bir kutu içine yerleştirilir.
- b. Problem kutusunun soluna yatay bir çizgi çizilir.
- c. Problem için birinci derecede etken olarak düşünülen sebepler (makine, metot, malzeme, insan, çevre, ölçüm sistemi) yatay çizgiye bağlanır.
- d. Birinci derece sebebin etkeni olduğu düşünülen sebepler, ilgili birinci derece sebebe bağlanır.
- e. Kılık, üç kere “Neden ?” sorusunun yanıtı oluşturacak şekilde tamamlanır.
- f. En alt seviyedeki sebepler önceliklendirilir.
- g. Öncelikli olan ya da bir noktaya yoğunlaşan sebepler için gerekiyorsa yeni bir balık kılıcı diyagramı oluşturulur.

Balık kılıcı ve süreç haritasında problemin olduğu sürece ait girdiler ve bu girdilerin spesifikasyonları ile muhtemel sebepler en detaylı şekilde irdelenmiş ve listelenmiş olur. Her iki metotta da onlarla ifade edilen (genelde 10–100 adet arası) muhtemel sebepler ve girdilerin (X' lerin) müşteriye etkileri (Y' lere etkisi) ekip tarafından sayısallaştırılarak önceliklendirilir.

¹³⁵ Tümer Arıtürk, “Başarıyı Gösteren En Önemli Metrik Elde Edilen Kazançlar ve Sürdürülebilirliğin Sağlanmasıdır”, **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.27.

5.3.5 Ölçüm Sistemi Analizi:

Ölçüm sistemi özellikleri; “Çözünürlük”, “Doğruluk” ve “Hassasiyet” olarak üç ana grupta toplanabilir.

a. Çözünürlük; veri kategorisinin toplam ölçüm sistemi dikkate alındığındaki miktarıdır. Ölçüm sisteminin ayırt edebileceği en küçük aralıktır. Temel kural; bir ölçümün çözünürlüğü süreç dağılımının 1/10 oranında olmalıdır¹³⁶.

b. Doğruluk; sapma, doğrusalılık, kararlılık ve korelasyon olarak gruplandırılır¹³⁷.

Sapma; bir parçanın aynı özelliğinin aynı ölçümcü tarafından aynı ölçüm aletiyle yapılan ölçüm değerlerinin ortalaması ile referans arasındaki farktır. Örnek olarak; bir operatörün bir pimin kalınlığını aynı kumpas ile yaptığı ölçümlerinin ortalaması ile o pimin gerçek kalınlığı ile fark sapma olarak tanımlanabilir. Sapmanın genellikle proses toleransının % 10 undan küçük olması istenmektedir.

Doğrusallık; ölçüm cihazının ölçüm aralığı içerisindeki sapmaları arasındaki farklılıklardır. Diğer bir ifadeyle örnek olarak bir terazinin farklı aralıklarda (değişik gramaj aralıklarında) sapmaları arasında fark olmamasıdır¹³⁸.

Kararlılık; ölçüm cihazının uzun bir zaman periyodunda değişkenlik göstermemesidir. Kararlılık genellikle kontrol grafikleri üzerinde işaretlenir ve periyodik kalibrasyonlar ile düzeltilir.

Korelasyon; iki değişkenin, iki ayrı ölçüm yönteminin ya da iki ayrı hattın doğrusal ilişkisidir.

¹³⁶ Gülser Köksal ve Aysun Taşeli, “Muayene Hatasının Kalite Kaybına ve Üreticiye Etkileri”, **Altı Sigma Forum**, Sayı.2, Yıl.1, (Ocak Şubat Mart 2005), s.32-38.

¹³⁷ Işığışok, a.g.e, s.155.

¹³⁸ Işığışok, a.g.e, s.1562

c. Hassasiyet (değişkenlik) ; “Tekrarlanabilirlik” ve “Yeniden üretilebilirlik” olarak iki grupta sınıflandırılabilir.

Tekrarlanabilirlik; bir parça üzerinde bir özelliği ölçerken bir operatör tarafından birden fazla yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçların değişkenliğidir. Bu özelliğinden dolayı tekrarlanabilirlik, genellikle ölçüm cihazından kaynaklanan değişkenliktir.

Yeniden üretilebilirlik; farklı ölçümcüler tarafından bir parça üzerinde bir özelliğin aynı ölçümü kullanarak yapılan ölçüm ortalamalarının değişkenliğidir. Yeniden üretilebilirlik, operatörden operatöre veya alternatif olarak sistemden sisteme değişkenliğin göstergesidir. Çözümü tekrarlanabilirliğe göre daha zordur çünkü sistematik çözüm yaklaşımı gerektirir¹³⁹. Farklı koşullarda alınan ölçümler sonucunda ortaya çıkan varyasyondur.

R&R (Repeatability and Reproducibility) Tekrarlanabilirlik ve Yeniden Üretilebilirlik;

Değişken (niceliksel) : Gauge R&R ve Kesikli (niteliksel) : Attribute R&R olmak üzere ve adıyla iki grupta incelenmektedir¹⁴⁰.

a. Değişken (Niceliksel) Hassasiyet Analizi - Gauge R&R;

Tekrarlanabilirlik hatasının baskın olduğu durumlarda; mümkün olduğu durumlarda ekipman bakıma alınır, onarılır, değiştirilir veya ayarlanır. Geçici bir çözüm olarak çoklu ölçümlerin ortalaması referans olarak alınır.

Yeniden üretilebilirlik hatasının baskın olduğu durumlarda aynı prosedürün tüm operatörler tarafından takip edilip edilmediği belirlenir. Operatörler “en iyi uygulama” ile eğitilir. En çok değişkenlik gösteren proses adımlarından bazılarının otomasyona geçirilmesi planlanır.

¹³⁹ Antonio Villegas Garcia, “Ölçüm Sisteminizi Doğrulamak İçin Farklı Yöntemler”, **Altı Sigma Forum**, Sayı.8, Yıl.2, (Temmuz Ağustos Eylül 2006), s.34.

¹⁴⁰ Gülser Köksal ve Aysun Taşeli, “Muayene Hatasının Kalite Kaybına ve Üreticiye Etkileri”, **Altı Sigma Forum**, Sayı.2, Yıl.1, (Ocak Şubat Mart 2005), s.32-38.

b. Kesikli (niteliksel) Hassasiyet Analizi - Attribute R&R;

Kesikli ölçüm sistemlerinde tekrarlanabilirlik hatası; ölçümcünün kendi içindeki (varyasyon) değişkenliktir. Yeniden üretilebilirlik hatası ise; ölçümcüler arasındaki değişkenliği temsil eder. Gerek ölçümcünün (kontrolcü) kendi içerisinde, gerekse ölçümcüler arasındaki değişkenliğin fazla olması durumunda ustaya (referansa) göre farklılık gösterenlerin eğitime tabi tutulması ve izlenmesi gerekir. Ortak hata tanımı yapılması, prosedür oluşturulması, veya referans hata örneklerinin geliştirilmesi kararların standartlaştırılması açısından uygun yöntemlerdir. Ölçümcüler arasındaki değişkenlik tipik bir sistematik hatadır.

Ölçüm sistemi, doğru ve hassas olmadan toplanmış veriler üzerinden karar verme ve analiz aşamasında yanlış sonuçlar elde etme riski artacağı için, gerekli eğitim, kalibrasyon, ayar ve değişiklik yapıldıktan sonra elde edilen veriler ile projeye devam edilmelidir.

5.3.6 Proses Yeterliliğinin Belirlenmesi:

Proses yeterliliği analizi, prosesteki doğal varyasyon ölçümünü içermektedir.¹⁴¹ Proses yeterliliği, prosesteki varyasyonun bir fonksiyonudur ve prosesteki altı standart sapma yayılımı olarak da tanımlanmaktadır. Proses varyasyonu ve spesifikasyonları karşılaştırmakta Cp ve Cpk değerleri kullanılmaktadır¹⁴². Proses yeterliliğini belirleme amacı aşağıdaki gibi sıralanabilir;

• Önemli karakteristikler veya prosesin spesifikasyonları karşılayıp karşılamadığını değerlendirmek,

- Varyasyonun sürekli azaltılmasını sağlamak ve bunu gözlemlemek,
- Prosesteki sürekli iyileşmeyi gözlemlemek,
- Proses çıktısının tekdüzeliğini ölçmek,
- İyileştirmeye ihtiyacı olan proses veya kalite karakteristiğini tanımlamak,
- Önemli müşteri gereksinimlerinin karşılandığından emin olmak,

¹⁴¹ Gregory Roth, "Yeterlilik Endeksleri", **Altı Sigma Forum**, Sayı.4, Yıl.1, (Temmuz Ağustos Eylül 2005), s.24.

¹⁴² George Byrne ve Bob Norris, "Baldrige Seviyesi Performansını Yönetmek", **Altı Sigma Forum**, Sayı.2, Yıl.1, (Ocak Şubat Mart 2005), s.14

- Bir ürünü üretmek için alternatif makine veya prosesler arasından seçim yapabilmek,
- Kontrol grafiği için alt grup örnekleme sıklığını belirlemede yardımcı olmak,
- Dizayn ve tolerans için mühendisliğe bilgi sağlamak,
- Prosesi merkeze yerleştirerek veya proses varyasyonunu azaltarak hatalı üretimin azaltılmasının en iyi nasıl elde edilebileceğine karar vermek.

Proses yeterliliği; verinin toplandığı ve mühendislik spesifikasyonunun olduğu proses veya karakteristiğin ölçülmesinde, kontrol limitlerinin hesaplanmasında, mühendislik toleransının kurulması aşamasında veya normal dağılımda spesifikasyonlar dışında kalan oranın hesaplanmasında kullanılmaktadır. Cp ve Cpk hesaplamak için prosesin istatistiksel olarak kontrol altında olması ve verilerin normal dağılması gerekir. Normal dağılım yoksa, verilerin normal olarak dağılmasını sağlayacak matematiksel bir transformasyon uygulanabilir.

Cp ve Cpk değerlerinin yüksek olması spesifikasyon limitlerinin dışında kalan gözlemlerin az olduğunu göstermektedir. Cp ve Cpk hesaplanmasında, mühendislik spesifikasyonları (USL ve ASL)¹⁴³, proses ortalaması (μ) ve ilgili proses veya karakteristiğin varyasyonu (s) bilinmelidir.

$$\begin{array}{l} \mathbf{C_p} = (\mathbf{USL - ASL}) / 6 \mathbf{s} \\ \mathbf{C_{pk}} = (\mathbf{USL - \mu}) / 3 \mathbf{s} \quad \text{veya} \\ \mathbf{C_{pk}} = (\mathbf{\mu - ASL}) / 3 \mathbf{s} \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \mathbf{C_p} \\ \mathbf{C_{pk}} \\ \mathbf{C_{pk}} \end{array}} \right\} \text{Hangisi küçük ise}$$

USL = üst spesifikasyon limiti

LSL = alt spesifikasyon limiti

Tolerans = USL – LSL

μ = ortalama

s = standart sapma

¹⁴³ J. Ravichandran, "Kalite Spesifikasyonlarını Belirlemek", **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.38.

5.3.7 Veri Toplama Planının Oluşturulması:

Sebeup sonuç ilişkilerinin (5.3.4. maddesinde belirtilen şekilde) belirlenmesinden sonra problemin oluşmasına neden olan sebepler önceliklendirilmektedir. Ölçme fazında proje kapsamındaki çıktılar (sistemde “y” ile tanımlanmakta) ve bu çıktıları etkilediği öngörülen girdiler (sistemde “x” ile tanımlanmakta) oluşturulan bir tabloda izlenmeye başlanmaktadır. Yaygın olarak “veri izleme tablosu” adı verilen tabloda toplanan verilerin doğru, hassas ve güvenilir olması analiz fazında elde edilecek sonuçlar açısından büyük önem taşımaktadır. Genelde microsoft excel formatında tutulan tablonun sol bölümünde çıktıyı (problemi) etkileyen muhtemel girdiler soldan sağa numara verilerek tanımlanır. Bir alt satırda girdinin ölçüm birimi gösterilir (kg, saat, adet vb...), bu aşamada gerek duyulduğunda oluşturulan her bir sütunun organizasyonda hangi birimler tarafından doldurulması gerektiği bir prosedür ile belirlenebilir. Tablonun sağ tarafına ise çıktı parametresi sütun veya sütunlar halinde belirlenir. Veri tabanlı yazılıma sahip organizasyonlarda veri toplama değerlendirme işlemi daha hızlı olabilmektedir ancak dikkat edilmesi gereken en önemli husus geçmişe ait verilerin genellikle toplanması ve sisteme girilmesi doğru ölçüm sistemine göre yapılmamış olma riskidir. Mümkün oldukça ölçüm sisteminin sağlıklı olduğuna karar verildikten sonra yapılan ölçüm sistemi proje için daha sağlıklı olmaktadır.

Ölçme fazında hangi verilerin toplanması gerektiği her zaman en önemli soru işaretidir. Genellikle en sık yapılan yanlış oldukça fazla verinin toplanmasıdır. Unutulmamalıdır ki, veri toplama ve ölçüm büyük bir maliyettir. Bu sebeple, neden sonuç analizinde ekip tarafından sadece öncelikli olarak seçilen veriler toplanmalıdır.

5.4 Analiz Fazı:

5.4.1 Değişkenliklerin Teşhis Edilmesi:

Gözlemden gözleme değişiklik gösteren değer, özellik veya durumlara “değişken” adı verilmektedir. Altı Sigma projelerinde en önemli hedef kalitenin katili olarak da değerlendirilen değişkenliklerin azaltılmasıdır.

Değişkenler iki grupta toplanmaktadır. İlk grup sürekli (nicel / kanitatif), ikinci grup kesikli (nitel / kalitatif) değişkenlerdir. Sürekli değişken, farklı derecelerde farklı değerler alabilen değişkendir, iki ayrı ölçüm arası kuramsal olarak sonsuz parçaya bölünebilir (yaş, ağırlık, zekâ seviyesi, hava sıcaklığı, hız, nüfus vb.). Kesikli değişken ise, gözlemden gözleme farklılık gösteren değişkenlerdir. Bu farklılık derece yönünden değil kalite ve çeşit yönündendir (cinsiyet, medeni durum, göz rengi, din, milliyet vb.).

5.4.2 Hipotez Testlerinin Kurulması:

Hipotez, bir durum hakkında ileri sürülen varsayımdır. Önemlilik testleri bir hipotezi test etmek için yapılmaktadır. Hipotezler, istatistiksel olarak; H_0 farksızlık (yokluk) hipotezi ve H_a alternatif hipotez şeklinde gösterilmektedir¹⁴⁴.

Öncelikle H_0 hipotezi belirlenir. H_0 hipotezi eşitliği esas almaktadır. Bu hipotez ile iki ana kütlenin ortalama, standart sapma, oranları vb. arasında fark olmadığı öngörülmektedir. Aşağıdaki örnek, iki ana kütlenin ortalamaları arasında fark olmadığı hipotezinin testidir.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

H_a alternatif hipotez ise farklılık üzerine kurulur. H_a hipotezi üç şekilde kurulabilir¹⁴⁵(μ_1 birinci ana kütlenin, μ_2 ise ikinci ana kütlenin ortalamasıdır) ;

- a. $H_a : \mu_1 \neq \mu_2$ μ_1 'in μ_2 farklılığı belirten bu hipotez çift yönlüdür.
- b. $H_a : \mu_1 > \mu_2$ μ_1 'in μ_2 den büyük olduğunu belirten bu hipotez tek yönlüdür. Sağ kuyruk testi ile test edilir.
- c. $H_a : \mu_1 < \mu_2$ μ_1 'in μ_2 den küçük olduğunu belirten bu hipotez tek yönlüdür. Sol kuyruk testi ile test edilir.

Bir hipotez kabul veya ret edildiğinde her zaman doğru sonuca varıldığı ya da varılan kararın doğru olduğu söylenemez. Burada iki tip hata ortaya çıkabilir.

¹⁴⁴ Işığık, a.g.e, s.202

¹⁴⁵ Işığık, a.g.e, s.214.

Hipotez	Kabul etme	Reddetme
Doğru	Doğru karar	I. Tip hata (α)
Yanlış	II. Tip hata (β)	Doğru karar

Tablo 3. Hipotez Testi Kabul Hata Tipi¹⁴⁶

Alfa (α) : Doğru bir hipotezin yanlışlıkla reddedilme olasılığıdır.

Beta (β) : Yanlış bir hipotezin yanlışlıkla kabul edilme olasılığıdır.

Örneklem istatistiklerinden yararlanmak suretiyle bir hipotezin geçerli olup olmadığını ortaya koyma işlemine “istatistiksel hipotez testi” adı verilmektedir. Ölçerek değer alınan ve süreklilik gösteren ölçümler “parametrik” olarak adlandırılmaktadır. Parametrik testlerde ortalama, varyans¹⁴⁷, oran gibi değişkenler kullanılmaktadır. “Non-parametrikler” ise sayma veya sıralama şeklinde verileri alınmış değerlerdir. Non-parametrik testler parametrik testlere göre daha zayıftırlar. Hipotez test etme sürecinde aşağıdaki adımlar uygulanmaktadır;

1. Verinin ölçüm biçimi, gruptaki denek sayısı, grupların bağımlı ya da bağımsız olması ve varsayımlar dikkate alınarak uygun test seçilir.
2. H_0 ve H_a hipotezleri kurulur.
3. Test istatistiği hesaplanır.
4. Yanılma düzeyi saptanır.
5. Serbestlik derecesi bulunur. (Her teste göre ayrı ayrı hesaplanır)
6. Tablolardan yanılma düzeyi ve serbestlik derecesindeki tablo değeri bulunur.
7. Hesap yöntemi ile bulunan değer ile tablo değeri karşılaştırılır.
8. Karşılaştırma sonucuna göre karara varılarak sonuç α (anlamlılık) değeri ile birlikte belirtilir.

Hipotez test ederken kullanılan hipotezler aşağıdaki gibi ifade edilmektedir¹⁴⁸.

¹⁴⁶ Işığışık, a.g.e, s.204.

¹⁴⁷ J. Ravichandran, “Kalite Spesifikasyonlarını Belirlemek”, **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.36.

¹⁴⁸ Işığışık, a.g.e, s.217.

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$	$H_0 : \mu_1 = \mu_2$	$H_0 : \mu_1 = \mu_2$
$H_a : \mu_1 < \mu_2$	$H_a : \mu_1 \neq \mu_2$	$H_a : \mu_1 > \mu_2$
I. Sol Kuyruk	II. Çift Kuyruk	III. Sağ Kuyruk

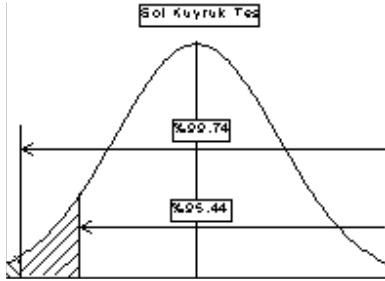
Tablo 4. Hipotezler

Sol kuyruk testinde (I. hipotez grubu): Hesaplanan Z veya t değerleri tablo değerinden küçükse H_0 ret H_a kabul, büyük ise H_0 kabul H_a reddedilir.

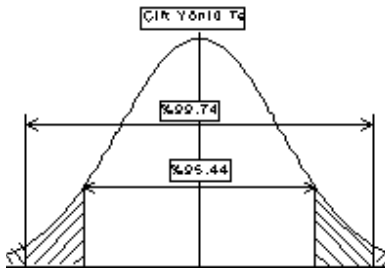
Çift yönlü testlerde (II. hipotez grubu): Hesaplanan Z ve t değerleri tablo değerinden mutlak değer olarak büyükse H_0 ret H_a kabul, küçük ise H_0 kabul H_a reddedilir.

Sağ kuyruk testinde ise (III. hipotez grubu): Hesaplanan Z veya t değeri, bunların teorik değerinden büyük ise H_0 ret H_a kabul; küçük ise H_0 kabul H_a reddedilir.

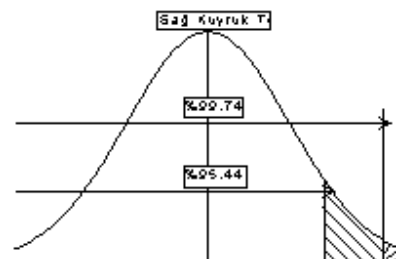
Şekil 5. Sol kuyruk testi



Şekil 6. Çift yönlü test



Şekil 7. Sağ kuyruk testi



Z' nin kritik değerleri önem düzeyine göre aşağıda verilmiştir.

Önem Derecesi (α)	Sol Kuyruk Testi	Sağ Kuyruk Testi	Çift Yönlü Test
0.10	-1.28	+1.28	± 1.65
0.05	-1.65	+1.65	± 1.96
0.01	-2.33	+2.33	± 2.58

Tablo 5. Önem Düzeyine Göre Z Değeri

5.4.3 Hipotez Testleri Örnek Büyüklüklerinin Belirlenmesi:

Hipotez testlerinde örnek büyüklüğünü; test metodu, testin gücü (power), ana kütller arasında gözlemlenmesi gereken kritik fark (delta) ve alternatif hipotez belirlemektedir¹⁴⁹. Buna örnek olarak; standart sapması aynı olan ($s=1$) iki ana kütlenin, ilkinin ortalaması "0", diğerinin ortalaması "0,5" olduğu düşünülürken, alınan herhangi bir örnek grubunun hangi ana kütleden geldiğini ayırt etmek oldukça zordur. Birden fazla örnek grubu alınıp, grupların ortalamaları hesaplandığında ortalamaların dağılımı daralır. Birçok örnek grubu alınarak bunların ortalamaları kullanıldığında iki ana kütleyi birbirinden ayırt etmek kolaylaşmaktadır. Örnek grubu içindeki örnek sayısı büyüdükçe, ortalamalarının dağılımı daralır. Tüm hipotez testleri örnek büyüklükleriyle benzer bir ilişkiye sahiptir. Hipotez testleri ve güven aralıkları aynı eşitlikleri kullanmaktadırlar. Güven aralığının genişliği örnek büyüklüğünün kareköküyle azalmaktadır.

Kritik fark; iş sonuçlarına mali veya teknik açıdan etkiye bulunan pratik en küçük farktır. Testin gücü ise kritik farkı ayırt edebilme (görebilme) yeteneğidir¹⁵⁰. Kritik fark, müşteri için önemli olan pratik farktır. Gereğinden büyük kritik fark potansiyel bir faydayı kaçırabilirken, gereğinden küçük delta gereksiz süreç değişikliklerine neden olabilmektedir.

5.4.4 İleri İstatistiksel Analiz Yöntemleri:

Hipotez testlerinde ortalama, değişkenlik, orantı testleri dışında ileri istatistiksel analiz yöntemleri de kullanılmaktadır¹⁵¹. İleri istatistiksel analiz yöntemleri olarak;

- Regresyon
- Çoklu regresyon
- Korelasyon
- Tek yönlü ANOVA
- Çoklu ANOVA vb. testler kullanılmaktadır.

¹⁴⁹ Işığık, a.g.e, s.220.

¹⁵⁰ Işığık, a.g.e, s.215.

¹⁵¹ Shree Phadnis, "Süreciniz Optimum Seviyesinde Mi ?", **Altı Sigma Forum**, Sayı.6, Yıl.2, (Ocak Şubat Mart 2006), s.20.

Regresyon, nicel (sürekli) değişkenler için kullanılmaktadır. Regresyonda amaç X'in (girdinin) bir değerinden Y'yi (çıktıyı ya da başka bir deyişle problemi) öngörebilmektedir. Y (problem veya çıktı) ile X (girdi / muhtemel hata sebebi) arasında doğrusal (lineer), ya da üssel ilişki aranmaktadır. Regresyon, korelasyonun karesi olarak da tanımlanır. Regresyon analizinde en uygun (best fit) tahmin doğrusu çizildikten sonra girdiler ile çıktılar arasındaki her seviyede ilişkisinin tahmin doğrusu ile olan uzaklığı artık olarak adlandırılarak bir de artık analizi yapılmaktadır.

Korelasyon, iki değişkenin arasındaki doğrusal ilişkinin kuvvetini ölçerken ileri derecede doğrusal olmayan ilişkileri çözmemektedir. Sebep ve sonucu ölçmez. Regresyon için ilk adım olarak kullanılabilir. Grafik tekniklerle birlikte kullanılmaktadır.

ANOVA (Analysis of variance – varyans analizi) kesikli girdiler için kullanılan ileri istatistiksel bir modeldir¹⁵². ANOVA gerçekte basit ortalama testlerinden 2-örnek t-testinin bir uzantısıdır. ANOVA, çoklu örneklerin ortalamaları arasındaki farkı tespit etme yöntemidir. ANOVA'nın değişkenlik analizi olarak adlandırılmasının sebebi, sezgisel değerlendirmenin gerisindeki matematiktir. ANOVA, değişkenlikleri karşılaştırarak analiz eder. Bu değişkenlik grup içindeki ve gruplar arasındaki değişkenliktir.

5.4.5 Kök Sebeplerin Belirlenmesi:

Hipotez testlerinde H_0 (yokluk) hipotezinde muhtemel girdinin çıktı üzerinde ya da girdilerin içerisinde ya da birbirleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı hipotezidir. H_a alternatif hipotez ile (α) anlamlılık düzeyinde - genellikle % 5 olarak belirlenmektedir – muhtemel girdinin çıktı üzerinde etkili olduğu yani çıktıdaki değişkenliğe sebep olduğu test edilmektedir.

Altı Sigma projelerinin büyük bir bölümü değişkenliği azaltmak üzerine kurulmuştur. Ölçme fazında ekip çalışması ile muhtemel neden sonuç ilişkileri oluşturulduktan sonra analiz fazında hangi muhtemel girdinin çıktıdaki değişkenliğe sebep olduğu araştırılmaktadır. Girdi ile çıktı arasındaki ilişki, girdinin çıktıya etkisi ve girdinin

¹⁵² Işığışık, a.g.e, s.280.

kendi içerisinde veya girdiler arasındaki farklılığı olmak üzere iki farklı şekilde analiz edilmektedir.

H_a alternatif hipotezin kabul edilmesi yani olasılığın (p-value olarak da adlandırılmaktadır) %5 in altında gerçekleşmesidir. H_0 hipotezinin reddedilmesi girdinin çıktı üzerinde etkili olduğu yani çıktıdaki muhtemel problemin kök sebebi olması yönünde eğilimi arttırmaktadır. Analiz fazı ilk bulgulardır ve analiz fazı bulguları genellikle iyileştirme fazında kullanılan deney tasarımı (her zaman mümkün olmamaktadır) gibi metotlarla sınanmaktadır.

Regresyon ve ANOVA gibi ileri istatistikî test metotlarında diğer test metotlarından farklı olarak % R (katkı) olarak da ifade edilen çıktıda farklı ya da problem olan özelliğin yüzdesel olarak kaçının ilgili girdiden kaynaklanabileceğini tahmin etmek gibi önemli bir avantajı bulunmaktadır¹⁵³. Diğer basit istatistikî tekniklerde sadece etkili olup olmadığı gibi sonuca gidilebilmektedir.

Etkili olarak bulunan girdiler (sistemde kritik girdiler ya da kritik X' ler olarak da tanımlanmaktadır) iyileştirme fazında girdi olarak kullanılmaktadır.

5.5 İyileştirme Fazı:

5.5.1 Deney Tasarımının (DOE) Planlanması:

Deney tasarımı daha önce geliştirilmiş olmasına rağmen, bu kavramı ürün performansındaki varyansın azaltılması için ilk uygulayan kişi Taguchi olmuştur. Taguchi deney tasarımının kullanımının şu noktalarda önemli olduğunu belirtmiştir;

- Ortalama ya da hedef değerden olacak varyansın minimize edilmesi¹⁵⁴,
- Parçalardaki varyansa karşı duyarlı olmayan ürünlerin üretilmesi,
- Ürünlerin ömür uzunluğu konusunda yapılan testler,

¹⁵³ Işığıkçok, a.g.e, s.217.

¹⁵⁴ J. Ravichandran, "Kalite Spesifikasyonlarını Belirlemek", **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.36.

Bunlardan ilk ikisi Taguchi'nin parametre tasarımı adını verdiği kategorilerdir. Taguchi deney tasarımı, ürün ya da sürecin performans karakteristiğini etkileyen faktörleri şu şekilde belirlemektedir;

1. Kontrol edilebilen faktörler (Tasarım faktörleri) :

Değerleri tasarım ya da süreç mühendisi tarafından kolayca belirlenebilen faktörlerdir. Kontrol edilebilen faktörler kendi içinde üçe ayrılmaktadır. Bunlar;

- Sinyal faktörleri (hedef kontrol faktörleri): Bunlar söz konusu olan ortalama tepki düzeyini etkileyen faktörlerdir.
- Varyans kontrol faktörleri: Bunlar tepkideki varyansı etkileyen faktörlerdir.
- Maliyet faktörleri: Bunlar ortalama tepkiyi ya da varyansı etkilemeyen ve ekonomik koşullara göre belirlenen faktörlerdir.

2. Kontrol edilemeyen faktörler (Gürültü faktörleri) :

Çoğu kez üretim ortamı ile ilişkili olan varyansın kaynaklarını oluştururlar. Genel performansı, ideal olarak, bunlardaki varyansa duyarlı olmamalıdır¹⁵⁵.

Geleneksel tolerans yöntemleri ya da muayeneye dayalı kalite denetimi ile Taguchi yaklaşımı arasındaki fark varyansa verilen önemdir¹⁵⁶. Amaç; bir yandan hedef kontrol faktörlerinde yapılan ayarlamalar yoluyla gerekli ortalama performans sürdürülürken, diğer yandan varyans kontrol faktörlerinde değişikliğe gidilerek varyansın azaltılmasıdır.

Analiz fazında etkili olduğu öngörülen (alternatif hipotezinin kabul edildiği, sıfır hipotezin reddedildiği) sebeplerin gerçekten etkili olup olmadığını, etkili olanların ise yüzdesel etkisini ölçmek için 2^k faktöriyel, Plackett - Burman, genel tam faktöriyel, Taguchi deney tasarımları (DOE – Design of Experiment) planlanmaktadır.

¹⁵⁵ Shree Phadnis, "Süreciniz Optimum Seviyesinde Mi ?", **Altı Sigma Forum**, Sayı.6, Yıl.2, (Ocak Şubat Mart 2006), s.20

¹⁵⁶ J. Ravichandran, "Kalite Spesifikasyonlarını Belirlemek", **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.37.

5.5.2 Deney Tasarımının Gerçekleştirilmesi:

Deney tasarımı sürecinde “En iyi tahmin”, “HDBF- Her defasında bir faktör” ya da “Faktöriyel deney tasarımı” metotları kullanılmaktadır.

En iyi tahmin yaklaşımı, endüstride sıkça kullanılmaktadır. Faktör (girdi değişken) lerin "en iyi tahmin" bileşimi seçilerek test gerçekleştirilir. Çıktı beklentileri karşılamazsa bir faktör farklı bir faktörle değiştirilir ve gerektiği kadar tekrarlanır. Dezavantajları; ilk tahminin yanlış olduğu durumda daha fazla deneme gerekir. İlk tahminin uygun sonuç vermesi durumunda deneysel çalışma durur ve "en iyi" çözüm asla bulunamayabilir.

HDBF yaklaşımı çok az ön bilgi olan durumlarda kullanılır. Belirli bir faktör seviyesi bileşimi temel olarak alınır. Belirli bir faktör seviyesi, seviye aralığı içerisinde, her defa değiştirilir. Her faktör için optimum seviye seçilir. Dezavantajları; HDBF etkileşimleri (bir faktörün, başka bir faktörün farklı değerlerinde aynı etkiyi üretebilme yetersizliği) değerlendiremez ve istatistiksel tasarımı deneylere kıyasla her zaman daha az etkilidir. Bu nedenle çözüm faktöriyel deneylerdir.

Diğer bir metot olan faktöriyel deneylerin kullanımının başlıca sebepleri şunlardır;

- $y = f(x)$ fonksiyonun tespiti,
- Anlaşılması ve analizinin kolay olması,
- İleri tekniklerin konusu olan kesirli faktöriyel tasarımların temelini oluşturması,
- Detaylı bilgi gerektiğinde, karmaşık tasarımlar oluşturmak için çoğaltılabilmesi,
- İncelenen faktörler için nispeten daha az sayıda deney gerektirmesi,
- Faktöriyellerin olası etkileşimlerin etkilerinin keşfine olanak sağlaması,
- “HDBF- Her Defasında Bir Faktör” deneylerinden çok daha etkili olması,
- “Çoklu faktörlerin çoklu seviyelerinde” araştırılmasına olanak sağlaması
- Yazılım ile tasarım ve analizinin daha kolay olmasıdır.

Deney çalışmalarında önemli bir konu; problem hakkında istatistiğe dayalı olmayan bilginin kullanılmamasıdır. İstatistiğe dayalı olmayan bilgi, özellikle, faktör ve seviye seçiminde çok değerlidir. İstatistik, problemi düşünmenin yerini alamaz. Tasarım ve analiz

olabildiğince basit tutulmalıdır. En basit yaklaşım benimsenmelidir, karmaşık deney ve analizler genellikle hatalar ile doludur. İstatistik ile pratik önem arasındaki fark ayırt edilmelidir. Bir prosesteki bir değişkenlikten dolayı sadece istatistik olarak önemli bir fark oluşması, o değişikliğin gerçekten önemli olduğu anlamına gelmeyebilir. Deneyler genellikle tekrarlıdır. Optimum sürece ulaşmak için birkaç deney kullanılması göze alınmalıdır. Birinci deneyde kaynakların % 25 inden fazlası kullanılmamalıdır.

Deney tasarımı sonucunda;

- Çıktı üzerinde daha etkili olan değişkenler,
- Çıktının istenen değerde sağlanma olasılığını en iyi düzeye getirmek için optimum girdi değerleri,
- Çıktı (problem) değişkenliğini azaltmak için hangi girdilerin değişkenliklerinin minimize edilmesi gerektiği,
- İstenmeyen (noise variables) girdilerin etkisini en aza indirmek için kontrol girdilerin hangi değerlerde sabitlenmesi gerektiği bulunmaktadır.

Tartışılmayacak olan en büyük çıktı $y=f(x)$ eşitliğidir.

5.5.3 Ana Etki ve Etkileşimlerin Araştırılması:

Ana etki (main effect); tek bir girdinin (faktörün) bir seviyeden diğerine değişmesi sırasında, çıktıda (tepkide) gözlemlenen ortalama değişimi ifade etmektedir.

Etkileşim ise; bir girdinin farklı seviyelerinde çıktıda ölçülen farkın diğer faktörlerin tüm seviyelerinde aynı olmamasıdır. Girdilerin etkileşimlerinin sonuç üzerinde etkisi olduğunda ve modele dâhil edilmediğinde “artık analizi”nde zayıf bir modelle karşılaşma ihtimali artmaktadır.

5.5.4 Tüm Etkili Sebepler için Neden-Sonuç İlişkisinin Tanımlanması:

Ölçme fazında problem ya da çıktıda değişkenliğe sebep olabilecek muhtemel girdiler önceliklendirilmiştir. Analiz fazında ise ölçme fazında ölçüm sistemi analizi

yapıldıktan sonra oluşturulmuş veri izleme tablosunun istatistikî yöntemler kullanarak analizi yapılmış ve bazı girdilerin çıktıdaki probleme neden olduğu öngörülmüştür. İyileştirme fazında ise analiz fazında önemli olarak tespit edilmiş girdiler kullanarak deney tasarımı metodu kullanılarak etkisini ispatlanmakta ve ispatlanmış etkinin probleme katkısı tespit edilmektedir.

Deney tasarımı metodu ile y (çıkıtı / problem) = $f(x)$ (girdi / sebep) fonksiyonu oluşturulur¹⁵⁷. Bu fonksiyon hangi girdilerin ne oranda etkilediğinin ve girdiler arasında bir etkileşim olup olmadığını da analiz etmektedir. $Y=f(x)$ fonksiyonunda “x” ile tanımlanan fonksiyon $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ olarak da yazılabilmektedir. Burada her bir “x” yani kritik girdi ana etki olarak da tanımlanmaktadır. Girdi ile çıktı arasındaki ilişki sanıldığı kadar basit ve modellenemez olmayabilir. Her bir girdi (x) kendi başına bir probleme sebebiyet vermezken bir araya geldiğinde her bir girdinin tek başına etkisinden daha büyük bir etki yapabilmektedir. Buna örnek olarak İstanbul’da yağmur ve Cuma gününü verebiliriz. Bu iki etken ana etki olarak da tanımlanabilmektedir. İstanbul’da havanın yağmurlu olması veya günlerden Cuma olması başlı başına trafik sıkışıklığına sebebiyet vermektedir. Hafta mesai gününün son günü olan Cuma ve yağmurun bir araya gelerek daha büyük bir problem oluşturması ise bu iki etken arasında etkileşimdir.

Projelerde ana etkiler ve ana etkilerin –varsa- birbirleriyle etkileşimleri araştırılıp ideal denklem bulmaya çalışılır. Ancak deney tasarımı ve buna bağlı olarak denklem oluşturmak her proje tipine uygun olmamaktadır. DOE (deney tasarımı) kullanarak $y=f(x)$ denklemi ile çözüme ulaşan proje sayısı hayli düşüktür¹⁵⁸.

5.6 Kontrol Fazı:

5.6.1 Kontrol Metotlarının Belirlenmesi:

Analiz ve iyileştirme fazlarında problem veya çıktıda değişkenliğe sebep olduğu istatistikî metotları ispatlanan girdiler (sebepler) kontrol altına alınabildiği sürece problem

¹⁵⁷ Shree Phadnis, “Süreciniz Optimum Seviyesinde Mi?”, **Altı Sigma Forum**, Sayı.6, Yıl.2, (Ocak Şubat Mart 2006), s.20

¹⁵⁸ Tümer Arıtürk, “Başarıyı Gösteren En Önemli Metrik Elde Edilen Kazançlar ve Sürdürülebilirliğin Sağlanmasıdır”, **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.30.

oluşumu azalmaktadır. Çıktıda değişkenlik girdi ve ölçüm sistemi değişkenliklerin toplamı olarak tanımlanabilmektedir. Çıktıdaki değişkenliğe sebep olan girdi sayısı onlarla ifade edilebilirken proje kapsamında hedef en az % 70 lere varan etkiyi (sistem tanımı ile katkı % R olarak da ifade edilmekte) bulabilmektedir. Bazı iyileştirmeler teknolojik ya da yönetsel iyileştirme olabilmektedir. Yeni bir makine, cihaz yada ekipman alımı, ya da sadece bir prosedür oluşturulması, bir talimatın devreye alınması iyileştirme olarak uygulanmaktadır. Bazen iyileştirme prosesi yeniden dizayn etmek, mevcut organizasyonu değiştirmek, proses ayarlarını değiştirmek şeklinde de olabilmektedir. Her ne şekilde olursa olsun projelerin tamamlanması sonrasında esas amaç projelerde yapılan iyileştirmelerin sürekliliğin sağlanmasıdır. Sürekliliğini sağlamak sürekli takip ve kontrolü gerektirmektedir.

Altı Sigma metodolojisinde “kontrol” fazı, kaliteyi kontrol anlamı dışında “yönetmek” anlamında kullanılmaktadır. Kontrol yani değişiklikleri yönetmek amacıyla geleneksel kalite yönetim sistemleri sıkça uygulanmaktadır. Sıkça kullanılan yöntemler;

- Poke Yoke (hatasızlaştırma)
- İstatistiksel proses kontrol, kontrol kartları
- Kontrol planı (proses kontrol planı)
- FMEA (HTEA - hata türleri ve etkileri analizi)

Çıktının özelliğine göre kontrol metotlarından bir ya da birkaçı aynı anda kullanılmaktadır. Prosesin yeniden dizayn edilmesi veya değiştirilmesi durumunda yeni proses adımlarının muhtemel etkilerini incelemek amacıyla FMEA çalışması uygun bir metot olarak karşımıza çıkmaktadır¹⁵⁹. Kontrol planı ile ise (proses kontrol planı olarak da adlandırılmaktadır) süreç akış şeması oluşturulabilen proseslerde her bir proses adımında neyin, ne sıklıkla, hangi metoda göre kontrol edilmesi, kararın hangi kritere göre verilmesi (şartname ve/ veya hedefler) ölçüm sonuçlarının nereye kaydedilmesi ve izleme şekli kontrol altına alınmaktadır. Kontrol kartları, prosese ait girdi ve çıktı değerlerini geçmiş veriler ışığında düzenlenmiş uyarı ve eylem limitlerine göre yönetmekte önemli avantaj sağlamaktadır.

¹⁵⁹ Neil Nilakantasrinivasan ve Arun Nair, “DMAIC Hata Modları”, **Altı Sigma Forum**, Sayı.4, Yıl.1, (Temmuz Ağustos Eylül 2005), s.36.

5.6.2 Kontrol Kartlarının Oluşturulması:

Kontrol kartlarının teorik yapısı W.A. Shewhart (1925) tarafından ortaya çıkarılmıştır. Klasik Shewhart kontrol kartları olarak da bilinen $\bar{X}$, R, σ gibi kontrol kartları, bir sürecin istatistiksel olarak kontrolde olup olmadığını test etmek ve/veya izlemek için oldukça yaygın olarak kullanılan önemli araçlardır. Bu kartlar kalite değişkeninin normalliği varsayımına dayalıdır. Dolayısıyla; kalite değişkeni normal dağılıma sahip olmadığında, süreci Shewhart kontrol kartlarıyla izlemek yanıltıcı olabilir. Birçok durumda ilgili kalite değişkeninin dağılımı normallikten uzak, oldukça çarpık bir dağılım olabilmektedir¹⁶⁰. Kitledeki değişkenlik nedeniyle, çarpık dağılımlarda klasik kontrol kartlarının kullanılması, çarpıklık arttıkça 1. tip hata olasılığının artmasına yol açmaktadır. Çarpık dağılımlarda kitlenin değişkenliğini yansıtmak için simetrik olmayan kontrol limitlerinin kullanılması uygundur. $\bar{X}$, R ve σ yaygın olarak kullanılan kartlardır. Ortalama kalite düzeyini ya da süreç ortalamasını kontrol etmek için $\bar{X}$ kontrol kartı kullanılır. Süreç değişimi veya değişkenliği ya σ kartı ile ya da R kartı ile kontrol edilir. $\bar{X}$ ve R kontrol kartları ölçülebilir her kalite karakteristiği için kullanılmaktadır. Bu kartlar üst kontrol limiti (ÜKL) ve alt kontrol limiti (AKL) olmak üzere iki yatay çizgi ve bir merkez çizgi (MÇ)'den oluşur. MÇ kontrol durumundaki kalite karakteristiğinin ortalama değerini gösterir. Tüm noktalar kontrol limitleri içindeyse süreç istatistiksel olarak kontrol altındadır. Kontrol altında sürecin ortalaması μ , Standart sapması σ' dir. Shewhart kontrol kartları ($\bar{X}$ ve R kontrol kartları) kalite değişkenin ortalamasını ve değişimini izlemekte kullanılmaktadır.

Bu teknikler genellikle girdiler (süreç karakteristikleri) yerine çıktılara (ürün karakteristikleri) uygulanır. İlk adım olarak çıktıların izlenmesi önemlidir, ancak hedef girdilerin kontrolü olmalıdır. Uygun veri analizi için ölçüm sistemleri kritiktir. Kontrol kartlarının oluşturulması öncesi, ölçüm sistemi değişkenliğinin bilinmesi ve istatistiksel olarak kontrol altına alınması gereklidir. Ölçüm sistemi değişkenliğinin süreç verisinden elde edilen toplam süreç değişkenliğine oranı küçük olmalıdır. Ölçüm sistemi analizi yapılmadan ve gerektiğinde iyileştirmeden istatistiksel proses kontrol çalışmaları ve kontrol kart uygulamaları başlatılmamalıdır. Kontrol kartlarının yararları şu şekilde özetlenebilmektedir;

¹⁶⁰ J. Ravichandran, "Kalite Spesifikasyonlarını Belirlemek", **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.39.

- Sürece en yakın insanlar (operatörler) tarafından süreç kontrolü için kullanılır.
- Sürecin kararlı ve tahmin edilebilir olmasını sağlar.
- Sürecin performansını izlemek için ortak bir dil oluşturur.
- Özel ve genel nedenlerin ayırt edilebilmesini sağlar.
- Yerel ve sistematik müdahaleler için rehberlik yapar.
- Sürecin daha kaliteli, daha ekonomik ve daha verimli olmasını sağlar.

5.6.3 Kontrol Planının Oluşturulması:

Kontrol planının (proses kontrol planının) amacı, süreç iyileştirmelerini kurumsallaştırmak, ek eğitim gerektiren sahalara dikkat çekmek, kontrol bilgisi için tek bir bilgi merkezi sağlamak olarak belirlenebilir. Kontrol planı;

- Sürecin tüm kontrol etkinliklerinin özeti,
- Kontrol sistemindeki kaçakları belirleme yöntemi,
- Henüz tamamlanmamış kontrol etkinliklerinin listesi,
- FMEA için bir girdi,
- FMEA' nın bir çıktısı olarak tanımlanabilir.

Kontrol planı girdileri olarak,¹⁶¹

- Güncellenmiş (son) süreç haritası,
- FMEA (hata türleri ve etkileri analizi),
- Süreç dokümanları,
- Müşteri şartları,
- IT kabiliyetleri,
- Ölçüm sistemi analizleri,
- Yeterlilik çalışmaları,
- Bakım çizelgeleri ve bakım prosedürleri,
- Eğitim materyalleri,
- Kalibrasyon programları,

¹⁶¹ J. Ravichandran, "Kalite Spesifikasyonlarını Belirlemek", **Altı Sigma Forum**, Sayı.7, Yıl.2, (Nisan Mayıs Haziran 2006), s.36.

- Çalışma ayar aralıkları,
- Standart işletme prosedürleri,
- Kontrol-dışı faaliyet planları alınabilmektedir.

Proses kontrol planı oluşturulurken süreç adımı tanımlanır. Süreç haritası, FMEA, ve sebep sonuç matrisinde kullanılan proses adımları aynen korunur, tüm yüksek-riskli, kritik süreç adımları taşınır. Kontrol edilen değişkenler belirlenir. Girdi veya çıktının adı belirlenir. Başlangıçta girdilerden çok çıktılar üzerinde durulabilir, ancak amaç girdilerin kontrolüdür, çıktıları izlemek değildir. Her kritik girdi ve çıktı için hedef ve tolerans ve ölçümün hangi süreç veya makine tarafından yapılacağı belirlenir. Yapılacak kontrollerde kullanılacak metot tespit edildikten sonra ölçüm sistemi ve süreç yeterliliklerine göre örnek büyüklüğü seçilir. Ölçüm sistemi ve süreç yeterlilikleri ile işletme şartlarına göre örnek sıklığı belirlenir. Verilerin doğru olarak toplandığından emin olmak için kontrol adımını takip edecek sorumlu kişi (ler) ve tespit edilecek verilerin saklama şekli belirlenir. Karar kuralı / düzeltici faaliyetler ve sürecin kontrol dışına çıktığında yapılması gerekenler ile sorumluları belirlenir. Kontrol adımlarında kullanılacak standart operasyon prosedürleri oluşturulur. Kullanılacak olan prosedürlerin dokümante edilmesi gerekir, çünkü gizli işletmeler için başlıca kaçak noktasıdır.

Kontrol planının en önemli kısmı; kabulü, onaylayan kısmıdır. Kabul, proje ve kara kuşağın başarısı için kritiktir. İyileştirmelerin kurumsallaşmasını kolaylaştırır. Süreç yönetiminde önemli bir göstergedir, proses mühendislerini eğitir. Kara kuşağın yeni projesine başlamasına olanak sağlar.

5.6.4 Projenin Kapatılması ve Devri:

Proje ile ilgili yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen tüm sonuçlar, analiz bulguları, iyileştirme fazında optimizasyon çalışmaları, çözüm önerileri, kontrol planları, proses haritaları vb. tüm raporlar projenin kapatılması aşamasında proje lideri (kara veya yeşil kuşak) tarafından dosya haline getirilerek süreç sahibine devredilmek üzere hazırlanır. Her proje lideri çıkış yolunun kendisi bulmak zorundadır¹⁶². Projenin kapatılması

¹⁶² George Byrne ve Bob Norris, "Baldrige Seviyesi Performansını Yönetmek", **Altı Sigma Forum**, Sayı.2, Yıl.1, (Ocak Şubat Mart 2005), s.14

aşamasında, çözümler ile ilgili sorumluluk proje liderinden süreç sahibine geçer. Bu aşamada proje takımından aktif çalışma beklenmektedir. Proje lideri tarafından bir “proje devir faaliyet planı” hazırlanmalıdır.

Proje devrinde mutlak başarı sağlamak için süreç sahibinin teyidi olabildiğince erken alınmalıdır. Proses kontrol ve ürün izleme ölçüm sistemleri kurulmuş olmalıdır. Prosedür ve dokümanlar gizli işletmenin dokunulmamış kısımları da dâhil olmak üzere güncellenmelidir. İlgili kişilere sadece eğitim vermek değil, öğretmek için gerekli zaman ayrılmalıdır çünkü yeni prosedür ve yeni ölçüm sistemi öğrenmeyi gerektirmektedir. Kilit proje metrikleri sık ölçülmeli, sonuçlar izlenmeli ve gösterilmelidir.

Projeyi tamamlamak için oluşturulması gereken proje devir faaliyet planında; yapılacaklar, sorumlular, tamamlanma tarihi, planın sahibi vb. kriterler mutlaka belirtilmelidir. Üzerinde süreç sahibi, proje lideri, şampiyon, lider olmak üzere herkesin mutabakatı olmadıkça plan tamamlanmış olmaz. Adına bir görev atanmış herkesin mutabakatı sağlanmalıdır. Süreç sahipleri, planın projeyi tamamlayacağı konusunda hemfikir olmalıdır.

Proje kapanış raporun oluşturulması ile tamamlanmaktadır. Her fazın takibinde son raporun ilgili bölümleri mümkün oldukça tamamlayarak yazılmasında fayda vardır. Önemli analizleri kaydedip saklamak için power point kullanılması uygundur. Son raporda adı geçen, süreç sahibi, şampiyon, uzman kara kuşak, tanımlanmış faaliyetten sorumlu herkesin imzası (onayı) alınmalıdır. Kapanış raporunu aşağıdaki konu başlıklarında ve sıralamasında oluşturmakta fayda vardır;

- Kapak,
- İçindekiler,
- Yönetici özeti,
- Proje tanımı,
- Proje yönetimi detayları,
- İyileştirmeyi sağlayan değişimlerin özeti,
- İyileştirmenin tamamlanması için gerekli faaliyetler,
- Faz sonuçları,

- Faz çıktıları,
- Uygulanan kontrol metotları,
- Kontrol planı,
- Kilit Altı Sigma unsurları,
- Ekler.

Yönetici özetinde amaç, tüm projeyi tek sayfada özetlemektir. Yönetici özeti, özlü bir problem ifadesi, referans alınan tarih, yapılan değişiklikler, tahmin edilen finansal getiriler, süreç yeterliliğindeki iyileştirmeleri içermelidir.

Proje tanımı, en son yalın problem ve amaç ifadesini (başlangıçta belirlenen hedef ve hedefe ne kadar ulaşıldığı) , doğrudan ve dolaylı olmak üzere kazanç tahminlerini, diğer ölçülemeyen müşteri itibarı, artan yeterlilik gibi faydaları içermelidir. Proje yönetimi detayları; planlanan – gerçekleşen zaman planı, gecikmelere neden olan engeller, tahmin edilen ve o ana kadar elde edilen kazançlar, ana ve ikincil metrikler, grafikler, takım üye (özel takdir hak eden üyeleri belirtilerek) listesini içermelidir. Faz sonuçları kilit bir proje çıktısıdır. Faz sonuçları, açık ve anlaşılır olmalıdır. Anlaşılır olması, proje mantığını anlamaya çalışan diğer insanlar için gereklidir ve iyileştirme çabalarının daha ileriye götürülmesine yardımcı olmaktadır.

İyileştirmeyi sağlayan değişimler, tamamlanmış ve tamamlanmamış olarak iki kategoride hazırlanmalıdır. Mümkün olduğunca her değişikliğin etkisi sayısal olarak gösterilmeli, optimum süreç ayarları belirtilmelidir. İyileştirmeyi etkileyecek tamamlanmamış faaliyetler doğrudan proje devir faaliyeti planından gelmelidir. Faz çıktıları, her faz sonunda kullanılan araçlar ve bu araçlara dayalı olarak elde edilen sonuçları içermelidir. Bir kara kuşak altı sigma proje raporunda fazlar bazında beklenen çıktılar şu şekildedir;

Ölçme:

Süreç haritası
Neden sonuç diyagramları
Ölçüm sistemi analizi
Yeterlilik analizi
FMEA

İyileştirme:

DOE planlama sayfası
 $y=f(x)$
DOE raporu
Yeni süreç ayarları

Analiz:

Çok değişkenli analizler

ANOVA

Hipotez testleri

Korelasyon ve regresyon analizleri

Kontrol:

Proses kontrol planı

FMEA

Kontrol kartları

5.6.5 Projenin Gerçekleştirme Sürecinde İzlenmesi:

Altı Sigma metodolojisinde kontrol fazının son aşamasında yapılan iyileştirmelerin izlenmesi ve yönetimi için oluşturulan proses kontrol planları ve kontrol kartlarının sürekliliğinin sağlanması Altı Sigma'nın en önemli hedeflerindendir. Altı Sigma, kalıcı başarı peşindedir. Projenin süreç sahibine devri sonrası proje gerçekleştirme fazı başlamaktadır.

Gerçekleştirme sürecinde kara kuşak süreçten çekilir. Süreç sahibi uygulamaları gerçekleştirmekte ve takip etmektedir. Proses, süreç sahibi tarafından izlenirken elde edilen kazançlar finans temsilcisi, iş sonuçları ise liderlik ekibi tarafından izlenmektedir. Kara kuşak devir sonrası devam eden altı ayda teknik olarak gerçekleştirilen çalışmaları izler ancak gerekmedikçe müdahale etmez. Gerçekleşme sürecinde, uygulamalarda veya maddi getiri hedeflerinde herhangi bir problem olduğunda ve problemlerin bir süre sonra süreç sahibinin kontrolüne rağmen artış eğilimine girdiği tespit edildiğinde, şampiyon ya da lider tarafından kara kuşaktan proje devir faaliyet planını gözden geçirmesi talep edilebilir. Proje devir faaliyet planında teknik olarak herhangi bir problem olmaması durumunda neden sonuç analizleri ve öncelikli çözümler tekrar gözden geçirilebilmektedir.

Projenin tamamlanma aşamasından sonra finansal olarak iki yıl takibinde fayda vardır. Liderlik ekibinin genellikle aylık olarak (bazı işletmelerde üç veya altı aylık olarak uygulanmakta) proje sonuçlarını gözden geçirmesi uygun bir metottur.

6. YALIN ALTI SIGMA METODOLOJISI:

6.1 Yalın Altı Sigma Tanımı:

Yalın Altı Sigma, Yalın Üretim ve Altı Sigma yaklaşımlarının bir birleşimidir. Altı Sigma'nın hatalar ve prosesteki değişkenliğin azaltılması özelliği ile Yalın Üretim'in katma değer yaratmayan proses adımlarının ve israfların azaltılması, akışı hızlandırarak müşteri teslimat tarihinde iyileştirme sağlanması özelliklerinin tek bir sistemde toplanmasını hedefleyen bir yaklaşımdır. Yalın Altı Sigma, her iki metodolojinin olumlu yanlarını bir araya getirerek hız, maliyet ve kalitede sürekli ve sıçramalı iyileştirmeyi hedeflemektedir.

Genel anlamda Yalın Üretim, endüstri mühendisleri tarafından verimliliği arttırmak ve israfları azaltmak için geliştirilirken, Altı Sigma ise kalite mühendisleri tarafından kalitenin iyileştirilmesi, sürekliliğin sağlanması, üretim ve serviste ortaya çıkan hataların azaltılması amaçlı olarak geliştirilmiştir.

Yalın Üretim, proseslerde katma değer yaratmayan israflara, çevrim sürelerine, zamanında teslimat performansına ve maliyete odaklanırken, Altı Sigma, müşteriye servis kalitesinde ve maliyetinde iyileştirmeler yapmak amacıyla proseste oluşan değişkenliğin istatistiksel teknikler kullanarak anlaşılması, ölçülmesi ve azaltılmasına odaklanmaktadır. Yalın Altı Sigma ise, proses yönetiminde tam optimizasyonu sağlamak amacıyla hızlılığın ve değişkenliği azaltma gücünün entegre ve dengeli bir biçimde birleşimidir.

Altı Sigma, yenilikçi, sıçramalı iyileştirme ve sürekli gelişim yaklaşımını Yeşil ya da Kara Kuşak yönetiminde projelendirirken, Yalın Üretim günlük sürekli iyileştirmeler ve performansı arttırmayı sağlayan yaklaşımı Bant Mühendisleri ve Süpervizörler yönetimindeki Kaizen etkinlikleri ile gerçekleştirmektedir.¹⁶³

Yalın üretim, proseste katma değer yaratmayan adımları ya da israfları ortadan kaldırır. Altı Sigma ise, katma değer yaratan adımları proses değişkenliğini azaltarak iyileştirir.

¹⁶³ Lean Six Sigma Overview, 2009, http://www.sixsigma institute.com/leansigma/index_leansigma.shtml, par.7

Yalın Altı Sigma öğrenmeye başlamadan önce çok az kişinin fark ettiği şey şudur; gerçek hedeflerin hiçbiri “hız, kalite ve düşük maliyet” unsurlarının tümü aynı anda gerçekleştirilmeden elde edilemez. Bunun sebepleri;

- Çok sayıda hata üreten bir süreç, hızını sürdüremez. Bu nedenle yüksek kalite, yüksek hıza ulaşmayı sağlar.

- Yavaş çalışan bir süreç, hata üretmeye (düşük kalite) meyillidir. Bu bazen anlamsız gelebilir ancak burada dikkat edilmesi gereken şey, tek bir insan veya makinenin ne kadar hızlı çalıştığı değil, toplam süreç hızıdır. Süreçteki bir ürün baştan sona kadar takip edildiğinde, üzerinde gerçekte ne kadar çalışmakta ve bir sonraki prosesi beklerken ne kadar zaman harcanmakta olduğu rahatlıkla görülebilmektedir. Genellikle “iş” süresinin büyük kısmı beklemelerden oluşmaktadır. Bu bekleme süresi, malzemenin tavana doğru yığıldığı imalat tesislerinde görülebilir. Beklemekte olan işler çevre koşullarından etkilenmektedir. İmalatta malzemelerin süresi dolabilir veya hasar görebilirler. Hizmette de bilgilerin süresi dolabilmektedir. Bu nedenle en yüksek kalite düzeyine erişebilmek için beklemleri ortadan kaldırmak yoluyla süreç hızı artırılmalıdır.

- Süreçleri / hizmet ve ürünleri düşük kalite ve hız pahalı hale getirmektedir.

Yalın Altı Sigma'nın diğer iyileştirme yöntemlerine göre avantajlı olmasının nedeni bu bağlantılardır. Altı Sigma, hızdan çok kaliteye odaklanırken, Yalın Üretim kaliteyi iyileştirmekten çok, süreç akışı ve hızını iyileştirme alanında etkilidir. Yalın Altı Sigma'yı bu kadar güçlü bir iyileştirme aracı yapan da bu iki özelliğin birleştirilmesidir.¹⁶⁴

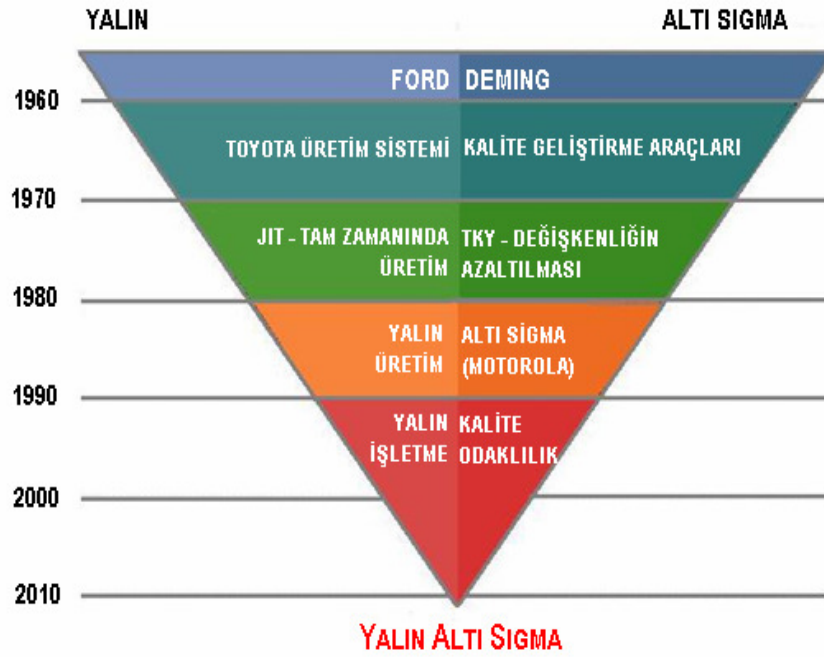
6.2 Yalın Altı Sigma'nın Tarihsel Gelişimi:

Yalın Altı Sigma yaklaşımının temeli yaklaşık on yıl öncesine dayanmaktadır. 1950'li yıllarda Deming ve Juran tarafından gündeme getirilen İPK - İstatistiksel proses kontrol (SPC) sistemleri 1960'lı yıllarda Taiichi Ohno tarafından uygulamaya alınan TUS - Toyota Üretim Sistemi (TPS) ile bir ileri safhaya taşınmıştır. 1980'li yıllara gelindiğinde TZÜ – Tam Zamanında Üretim (JIT) ve TKY – Toplam Kalite Yönetimi (TQM) yeni yaklaşımlar olarak ön

¹⁶⁴ Mike George, Dave Rowlands ve Bill Kastle, **Yalın Altı Sigma Nedir?**, 1.Basım, Ankara: S.P.A.C, 2005, s.23

plana çıkmıştır. 1990'lı yıllarda Yalın Düşünce ve Yalın Üretim ilk kez James P.Womack tarafından Toyota Üretim Sistemi'nden esinlenerek yazılan "Dünyayı Değiştiren Makine" adlı kitap ile gündeme gelirken, Altı Sigma yaklaşımı ise önce Motorola ardından General Electric ile dünyada tanınmıştır.

Yalın Üretim ile Altı Sigma'nın üretim ve serviste farklı avantajları bir araya getirilerek, 2000'li yıllardan itibaren Yalın Altı Sigma yaklaşımı ortaya çıkmıştır. Yalın Altı Sigma, kalite yolculuğunda bilinen en son yaklaşım olmakla birlikte, metodoloji halen gelişme aşamasındadır. Yalın Altı Sigma yaklaşımının tarihsel gelişimi IBM tarafından oluşturulan aşağıdaki şekilde görselleştirilmiştir.¹⁶⁵



Şekil 8. Yalın Altı Sigma'nın Tarihsel Gelişimi

¹⁶⁵ About LeanSigma, 2009, <http://www.leansigma.com/about.php>, s.1

6.3 Yalın Üretim ile Altı Sigma Arasında İlişki:

Aşağıdaki tabloda Yalın Üretim ile Altı Sigma arasındaki farklılıklar özet olarak yer almaktadır.^{166,167}

İçerik	Altı Sigma	Yalın Üretim
Hedef	Spesifik, yerel çözümler	Kültürel dönüşüm
Kapsam	Dar olarak tanımlanan problem	Şirket kapsamında
Amaç	Proses yeterliliğini iyileştirmek ve değişkenliği ortadan kaldırmak	Akışı sağlamak ve israfları azaltmak
Statü	Sebebin bulunması zor, çözüm kolay	Tanımlanması kolay, ulaşılması ve devam ettirilmesi zor
Varsayım	Var olan sistem içinde	Var olan düşünce tarzına aykırı
Mentalite	"Ne" ve "Nasıl"	"Niçin" ve "Neden değil"
Metot	DMAIC düşünce süreci	PDCA (PUKÖ) döngüsü
Sponsor	Operasyonlar ve kalite	Üst yönetim ve liderlik
Katılımcılık	Uzmanlar, kara ve yeşil kuşaklar	Herkes, her zaman, şampiyonlar
Sonuçlar	Bir kerelik iyileştirmeler	Önce Kaikaku (hızlı, radikal değişiklikler), sonra Kaizen (sürekli iyileştirmeler)
Uygulama	Tüm iş prosesleri	Öncelikli olarak üretim prosesleri
Proje Seçimi	Çeşitli yaklaşımlar	Kalite Yayılım Matrisi ve Değer Akış Haritası baz alınarak
Proje Süresi	2 ay ile 6 ay arası	1 hafta ile 3 ay arası
Eğitim	Adanmış kaynaklar ile geniş tabanlı eğitim, yaparak öğrenme	Genellikle resmi eğitim az, yaparak öğrenme

Tablo 6. Yalın Üretim ile Altı Sigma arasındaki farklılıklar

¹⁶⁶ Ali Rıza Yönel, "Yalın Üretim ile Altı Sigma Arasındaki İlişki", 2010, <http://www.yalinenstitu.org.tr/>, par.1

¹⁶⁷ Thomas Bertels, "Integrating Lean and Six Sigma: The Power Of An Integrated Roadmap", 2009, <http://www.isixsigma.com/library/content/c030721a.asp>, tablo 1.

Yalın Üretim'e kayıpları devamlı, ısrarlı ve sistematik bir şekilde yok eden araçlar ile insan bazlı eylemler olarak baktığımızda Altı Sigma ile ilişkisi açık olarak ortaya çıkmaktadır. Yukarıdaki tablodan da görüleceği üzere Altı Sigma özel konumlarda kullanılan bir araç olarak ele alındığında, Yalın Üretim bünyesinde gerektiğinde uygulanabilen bir metottur.

Genellikle sorgulanan konu, Yalın Üretim ve Altı Sigma'nın hangisinin daha etken olduğu, beraberce kullanılıp kullanılmayacağı ve sinerji yaratıp yaratamayacaklarıdır. Müşteri memnuniyetini göz önüne alarak Yalın Üretim yönetimi ile harekete geçmek ve Altı Sigma'yı gerektiğinde kullanmak üzere tanımaya çalışmaktır. Unutulmamalı ki, Toyota'da varyasyonların elimine edilmesi en önemli unsurdur, bunu da TÜS (Toyota Üretim Sistemi) içinde sağlamaktadırlar, ayrıca bir Altı Sigma Siyah Kuşak sertifikasyonuna ihtiyaçları yoktur.

Altı Sigma programını benimseyen bazı organizasyonlar tedarikçilerinden aynı sertifikasyon programlarını almalarını beklemektedir. Bir açıdan bakıldığında Yalın Üretim ve Altı Sigma arasında yakın bir ilişki kurulabilir. Ancak Yalın Üretim yaklaşımı Altı Sigma metodu olmadan da aynı sonuçları almaktadır. İkisinin beraber kullanıldığında daha güçlü bir sinerji olduğu her zaman söylenemez. Yalın ve Altı Sigma programına beraberce başlayan yöneticiler zaman içinde yalın ofis ve siyah kuşak kadrolarının birbirinden kopuk çalışmalar yaptığını ve istenilen sonuçların alınamadığını görmüşlerdir.

Altı Sigma özet olarak kendi içinde formatlanmış bir eğitim, analiz ve problem çözme tekniğidir. Yalın Üretim ise tipik Toyota Üretim Sistemi'nden esinlenmiş bir metodoloji ve metotlar manzumesidir. Ana öğeleri değer akışı içindeki kayıpları sistematik olarak yok etmek ve çevrim zamanlarını devamlı olarak azaltmaktır. İnsana, davranış değiştirmeye ve devamlılığa dayanır. Diğer taraftan özel uygulamalarda Altı Sigma'nın başarılı olduğu alanlar da vardır. Yoğun mühendislik ve teknolojik analizlerin gerektirdiği konularda Altı Sigma uygun bir problem çözme metodolojisi olarak kullanılabilir. Uçak, savunma, sağlık sektöründe ve kimyasal süreç üretimlerinde başarılı örnekleri bulunmaktadır.

Problem çok açıksa Yalın Üretim metotlarından biri kullanılır. Bu ortamda şeffaflık, katılımcılık, hız ve beraber öğrenme süreci gibi unsurlar problem çözümünü kolaylaştırmaktadır. Başarılı Altı Sigma programları muhakkak Yalın metodolojileri süreçlerine katarlar ve performans etkinliğini alt Kaizen lerle artırırlar.

Tavsiye edilen bir yaklaşım ise Değer Akış Haritası ile başlanarak bütün sürecin yapısının ortaya çıkarılmasıdır. Burada Kaizen'ler ile gerekli iyileştirmeler yapıldıktan sonra, varsa, kısa vadede kök nedeni bilinmeyen mühendislik projelerinde Yalın metodolojilerle Altı Sigma'yı kullanabilir. Örneğin; Motorola 1985, Allied 1995'te öncelikle talep akış süreçlerini geliştirdikten sonra Altı Sigma programına başlamış ve başarılı olmuşlardır.

Özetle Yalın Üretim (özünde Toyota Üretim Sistemi) bir iyileştirme ve kültürel değişim yaklaşımı, Altı Sigma ise veriye dayalı istatistiksel çözüm araçlarının kullanıldığı bir problem çözme yaklaşımıdır. Yalın Üretim yaklaşımı içinde uzun vadeli analizi gerektiren mühendislik programlarında başarıyla uygulanabilir. Unutulmaması gereken, müşteri sesini yansıtacak sürekli iyileştirme kültürünün bütün kurumlarda kökleşip yaygınlaşmasıdır.¹⁶⁸

Altı Sigma programında iyileştirme projeleri değişkenliği azaltmak için çeşitli alanlarda farklı ve karmaşık düzeylerde yürütülür. Proje üyeleri süreçteki değişkenliği azalttıkları için şirketin kazancı artar ve bu iyileştirme şirketin üst yönetiminin dikkatini çeker. Çoğu kez şirketin üst yöneticileri iyileştirme projelerinde bizzat yer almaktadır. Bir anlamda Altı Sigma projelerinin başarısında üst yönetimin desteği kaçınılmazdır.

Yalın Altı Sigma, müşteriye sunulan mal ve hizmetlerin değerini arttırmak için sürecin hızı, akışı ve süreçteki değişkenliği azaltma üzerine odaklanmıştır. Yalın Altı Sigma'da Altı Sigma'da da olduğu gibi proje üyeleri gerekli iyileştirmeleri yerine getirmek için çalışırlar. Burada ele alınan tüm süreç iyileştirme yöntemleri için takım çalışması esastır. Yalın Altı Sigma ile Altı Sigma metodolojisini karşılaştırılmalı olarak incelersek;

- Altı Sigma, Yalın Altı Sigma yöntemleri Japon kalite uygulamalarından geliştirilmiştir. İstatistiksel Mühendisliğin kökeni ise İngiltere ve ABD' deki çalışmalara dayanmaktadır. Tüm bu yöntemler statik bir yönetim yaklaşımı değildir.

¹⁶⁸ Yönel, a.g.e, par.9.

- Dayandıkları teorilere bakıldığında, Altı Sigma hatasızlık düzeyini sıfıra çekmeye, Yalın Altı Sigma israfı elimine ederek hatasızlığa odaklanmaktadır.

- Bu yöntemlerin süreçlere bakışı analiz edildiğinde; Altı Sigma değişkenliği azaltarak süreci iyileştirmekte, Yalın Altı Sigma ise süreçleri hızlandırarak, süreçteki katma değer katmayan aşamaları yok etmekte ve aynı zamanda değişkenliği de azaltarak süreci iyileştirmektedir.

- Bu yöntemlerin izlediği yaklaşımları değerlendirildiğinde hem Altı Sigma hem de Yalın Altı Sigma sürece proje yönetimi ile yaklaşmaktadır.

- Süreci iyileştirmede kullanılan yöntemlere bakıldığında, Altı Sigma DMAIC (DMADV ve DMAICR) döngüsünü, Yalın Altı Sigma ise Yalın ilkeler (müşteri değerini anlama, değer akışı, analiz, akış, çekme ve mükemmellik) ile Altı Sigma döngüsünü kullanmaktadır.

- Bu yöntemlerin süreç iyileştirmede kullandığı araçlar ise; Altı Sigma ileri istatistik ve analitik araçları, Yalın Altı Sigma da Altı Sigma'nın kullandığı araçları kullanmaktadır.

- Altı Sigma iş hedeflerini ve finansal performansları elde eder. Yalın Altı Sigma'nın envanter ve tedarik süresinin azaltılması, verimliliğin ve müşteri tatmininin artırılmasının yanında finansal kazançların da artırılması yönünde etkileri vardır.¹⁶⁹

Yalın Altı Sigma projeleri, her zaman müşterilerin işletmeyi rakipleri ile karşılaştırırken hangi konulara odaklanması gerektiğini bulmaya çalışarak başlar. Yalın Altı Sigma işe müşterilerden başladığı için hedef müşterilerin ihtiyaçlarına uymayan her şeyi ortadan kaldırmaktır. Yalın Altı Sigma terminolojisinde, müşteri ihtiyaçlarını karşılamayan şeylere “Hata” adı verilmektedir.

¹⁶⁹ Ahmet Öztürk, Vesile Sinem Arıkan ve M.Umut Öztürk, “Süreç İyileştirme Yöntemleri ve Yöneylem Araştırması”, Uludağ Üniversitesi İ.İ.B.F, 2009, iletisim.atauni.edu.tr/eisemp/html/tammetinler/129.pdf, s.20.

Yalın Altı Sigma uygulamasına başlarken karşılaşılan zorluklardan biri, hataların tanımlanma ve ölçümüdür. Yalın Altı Sigma'da diğer bir önemli konu da ürün, hizmet ve süreçlerinde sürekliliktir. Altı Sigma, “müşterinin” ne olduğu konusuna geniş bir açıdan bakmaktadır. Müşteriler, şirket dışında hizmet ve ürünleri satın alan insanlar ve işin çıktısını kullanan şirket içindeki insanlardır.¹⁷⁰

Altı Sigma, teslimat ve üretim süresinin azaltılmasına yönelik Yalın Üretim Teknikleri içinde yer alan “Çekme sistemleri” ve “Model değişim süresinin azaltılması” gibi teknikleri içermemektedir. Müşterilerin daha hızlı teslimat beklentilerine cevap verebilmek tüm işletmeler için önemli bir göstergedir. Üretim sürelerinin kısaltılmasında Yalın Üretim teknikleri ile Altı Sigma'nın ilgili proseslerin çevrim sürelerindeki değişkenliği azaltmaktaki performansı ile ortak iyileştirme yapılabilmesi bir avantajdır.

Kaliteyi arttırarak maksimum hızı ulaşmak, prosesi mümkün olarak en kısa sürede en yüksek sigma seviyesinde gerçekleştirmek gerekir. Yalın Üretim'in hız ve Altı Sigma'nın kalite yaklaşımı ve teknikleri şirketi en rekabetçi noktaya taşıyabilmektedir.¹⁷¹

Birçok işletme Yalın Üretim ya da Altı Sigma uygulamaktadır. Herhangi bir yaklaşımın uygulaması tek başına bazı kısıtlara yol açmaktadır. Altı Sigma hataları azaltırken, proses akışının optimizasyonuna cevap verememektedir. Yalın Üretim'de ise bazı ileri seviye istatistiksel araçlar hariç tutulduğunda tam yalın üretimi gerçekleştirebilmek için gerekli proses yeterliliklerine ulaşmada sorun yaşanmaktadır. Bu nedenle, her iki yaklaşımı uygulayan işletmeler iki sistemi birbirinin tamamlayıcısı olarak görmektedirler. Her iki yaklaşımın metotları bir arada kullanımında en uygun teknik ile tüm proses problem çeşitlerine cevap verebilen sıçramalı iyileştirme sağlanabilmektedir. Stokların azaltılması ve operasyonların Yalın Üretim teknikleri ile birbirine bağlanmasının yanında Altı Sigma teknikleri kullanılarak proses değişkenliğinin azaltılması buna örnek olarak verilebilir.¹⁷²

Değişkenlikten bahsedebilmek için bir referansa ihtiyaç vardır; ama proseslerin standartlaştırılmadığı, temel akışın sağlanmadığı ortamda bu referans yoktur. Proses

¹⁷⁰ George, Rowlands ve Kastle, a.g.e, s.22.

¹⁷¹ Michael George, “What is Lean ?”, 2009, <http://www.isixsigma.com/library/content/ask-02.asp>, par.3.

¹⁷² Thomas Bertels, “Integrating Lean and Six Sigma: The Power Of An Integrated Roadmap”, 2009, <http://www.isixsigma.com/library/content/c030721a.asp>, par.2.

parametrelerine yönelik nümerik ölçümler bulunmuyorsa Altı Sigma teknikleri kullanılamamaktadır.

İyileştirmeye verilen isimden öte önemli olan şirket performansını düşüren her bir problemi bıkmadan usanmadan ele alıp çözümlmek ve problem çözme yaklaşımını şirket kültürünün bir parçası olarak tüm çalışan seviyelerine yayabilmektir. İster Yalın, ister Altı Sigma isterse Yalın Sigma veya Altı Sigma Yalın adı verilen yaklaşımlarla yapılsın, yeter ki sonuç alınmalıdır.¹⁷³

Altı Sigma metodu, iş yönetimi, istatistik ve mühendislik ilkelerini belirgin iş sonuçlarına ulaşmak için entegre eder. Üretim, satış, pazarlama, dizayn, yönetim ve servis gibi geniş bir alanda uygulanabilir. Altı Sigma'nın başarılı bir şekilde uygulanması sonucunda;

- Kayıp zincirini azaltır,
- Müşteri isteklerini daha iyi anlamayı sağlar,
- Teslimat ve kalite performansını iyileştirir,
- Değişen müşteri taleplerine uygun olarak kritik proses girdileri sağlar,
- Sağlıklı ürün ve proses geliştirmeye faydalı olur,
- Sıçramalı iyileştirme sağlar.

Yalın Üretim ise, kayıpları azaltan ve değer akışını sağlayan ispatlanmış bir yaklaşımdır. Yalın Üretim, kayıpları azaltırken sürekli olarak katma değer yaratma oranını yükseltmektedir. İşletmelere, daha kaliteli ürünleri daha düşük fiyat ve hızlı teslimat avantajı sağlar. Yalın Üretim etkin olarak uygulandığında;

- Kayıp zincirini dramatik olarak azaltır,
- Stokları ve üretim alan ihtiyacını azaltır,
- Malzeme tedarik sistemini daha güvenilir hale getirir,
- Esnekliği arttırıcı yerleşim sağlar.¹⁷⁴

¹⁷³ Ülkü Kulaç, "Konferanslardan İzlenimler", Yalın Enstitü Derneği, 2007, http://www.lean.org.tr/index.php?option=com_content&task=view&id=205&Itemid=15, par.6

¹⁷⁴ What is Lean Six Sigma and Lean Manufacturing ?, 2009, http://www.sixsigmasystems.com/what_is_six_sigma.htm, s.1.

6.3.1 Yalın Üretimin Altı Sigma Yöntemlerine İhtiyaç Duyduğu Konular:¹⁷⁵

Yalın üretim, elde edilen sonuçların sürekliliği için gerekli kültür ve altyapıyı açıkça tanımlamamaktadır. Yalın üretim yönetimi uygulayan çoğu firmalar Altı Sigma'ya benzer bir altyapı oluşturmak isteseler de sürekli olmayan tek seferlik çalışmalar olarak kalmaktadır. Sadece Yalın Üretim uygulayan firmalar üst yönetimin sahiplenmesi, tasarlanmış ve planlı bir eğitim metodolojisi ve adanmış proje yöneticileri eksiklikleri sebebiyle tüm organizasyon boyunca yayılımda sıkıntı yaşamaktadır. Altı Sigma'da üst yönetimin daha çok katılımını, sahiplenmesini ve projeler için gerekli hem insan hem de maddi kaynağı sağlamasını daha öncelikte tutmaktadır.

Yalın üretimde proseslerde müşteri adına "Katma değer yaratan" adımlar incelenirken VOC – müşterinin sesi, bakış açısı çok fazla yansıtılamamaktadır. Proseste değer katan / katmayan adımın kararı Değer Akış Yöneticisi'nin kararına bağlıdır. Altı Sigma farklı olarak tedarikçi ve müşterilerin sesi ve bakış açısının mutlaka gerekli olduğunu birçok adımda bir kural haline getirmiştir. Altı Sigma CTQ – Kalite Kritiği parametresini anahtar bir metrik olarak müşterinin sesini yansıtmada tanımlama fazı girdisi olarak kullanmaktadır. Altı Sigma müşteri beklenti ve sesine tüm iyileştirme safhaları boyunca daha odaklıdır.

Yalın üretim, değişkenliklerin (varyasyon) azaltılmasına hâkim değildir ve prosesin istatistiksel kontrol altında tutulması ile ilgili etkisi azdır. Altı Sigma değişkenlik üzerine odaklanmakta ve gücünün büyük bir kısmını istatistiksel proses kontrolden deney tasarımı kadar değişkenliğin azaltılmasına harcamaktadır. Değişkenlik artması Yalın'ın hız ve maliyet düşürücü avantajını dezavantaja dönüştürebilmektedir. Hatalarda artış WIP-süreçteki işi ve teslimat süresini olumsuz etkilemektedir. Talepte ya da tedarikte değişkenlik de aynı şekilde çevrim sürecini de olumsuz etkiler.

6.3.2 Altı Sigma'nın Yalın Yöntemlerine İhtiyaç Duyduğu Konular:

Kayıpların tanımlanması: Proses haritalama bir Altı Sigma tekniği olduğu halde ürün geliştirmeden teslimata kadar ürünün tüm proses adımlarında katma değer

¹⁷⁵ Michael L.George, **Lean Six Sigma for Service**, McGraw-Hill, 2003, s.46-50.

yaratmayan adımları ve kayıpları belirlemek amacıyla ayar (set-up) zamanı, çevrim süresi, takt zamanı, taşıma süreleri vb. verilerin toplanması göz ardı edilmektedir. Yalın üretimde beklemeleri, kayıpları ve envanter durumunu metrik olan kullanılan “Değer Akış Haritası” Altı Sigma teknikleri arasında yer almayan güçlü bir tekniktir. Altı Sigma çok nadiren – sadece gerek duyulduğunda- katma değer yaratan / yaratmayan adımların sınıflandırılmasını yapar. Altı Sigma önceliğini değişkenliği azaltmaya verirken, bunun mümkün olmadığı durumlarda prosesi DFSS ile tekrar dizayn etme yoluna gider. Yalın ise sadece çevrim verimliliğinin %10’un altında olması durumunda prosesin yeniden dizaynına sıcak bakar.

Yalın üretimin göz ardı ettiği en büyük kayıp müşterinin kaybıdır. Müşteri kaybı ile birlikte ciro da kaybedilir. Yeni bir müşteri edinme maliyeti genellikle mevcut müşteriye eş miktarda ürün ve hizmet sunmaktan daha yüksektir. Yalın kayıpları dâhili prosesler olarak tanımlarken müşterinin dâhil olduğu harici prosesler genellikle kapsam dışındadır. Dâhili kayıpların azaltılması, hızlı teslimat süreleri, düşük maliyetlerin müşteri kaybını engellediği düşünülse de, müşterinin gerçekte talep etmediği bir hizmet için fazla zaman ve çaba harcanabilir. Bu nedenle Altı Sigma müşterinin sesini sürekli taze tutar ve müşteri kaybını da bir hata olarak nitelendirir.

Proses hızının ve çevrim süresinin iyileştirilmesi: Çevrim süresinde iyileştirmeler genellikle bir Altı Sigma çıktısı olarak değerlendirilirse de kalite ve hız arasında pratik veya teorik bir ilişkiyi ya da WIP – süreçteki işin azaltılması için çekme sistemlerinin uygulama gerekliliğini göz ardı eder. Çevrim süresinin en önemli göstergesi WIP- süreçteki iştir. Yalın üretim metriklerinden olan süreçteki iş düşürülmeden çevrim süresinin düşürme şansı yoktur.

Spesifik hız teknikleri: Ender olarak TPM – Toplam Üretken Bakım, 5S gibi bazı Yalın teknikleri Altı Sigma teknikleri arasında yer almaktadır. Bu teknikler onlarca yıllık tecrübe sonucunda geliştirilen güçlü hızlandırıcı teknikerlerdir. Ancak bu hızlandırıcı teknikler üretim prosesleri için çok uygun iken hizmet proseslerinde kullanımı zordur.

Hızlı iyileştirme metotları (Kaizen DMAIC prosesi): Yalın üretim Kaizen tekniği ile hızlı iyileştirmeler sağlayabilmektedir. Kaizen projeleri, ilgili proses ile yeterli bilgiye sahip

takım üyeleri tarafından probleme yoğun olarak odaklandığı, dört beş gün gibi kısa sürede tamamlanabilen, probleme Yalın teknikleri ile yaklaşıldığı projelerdir. Hızlı ve efektif iyileştirme sonuçların alınması hedeflendiği Kaizen projeleri, yoğunlaşmış enerji ve çalışmalar ile yaratıcı fikirlerin çıktığı projeler olarak ortaya çıkmaktadır. Kısa zamanda gerçekleştirilebilen, aksiyon odaklı ve iyileştirme sonuçlarının kısa sürede alınabildiği bu iyileştirme metodu Altı Sigma DMAIC yöntemi teknikleri arasında hızlandırıcı bir teknik olarak yer alabilir.

Altı Sigma, Yalın üretimin katma değer yaratmayan proses adımlarının kaldırılması durumunda daha hızlı gelişme kaydeder: Motorola Üniversitesi Six Sigma Research Institute yaptığı çalışmada Yalın üretim teknikleri kullanılarak katma değer yaratamayan süreç ya da süreç adımlarının ortadan kaldırılması sonucunda “Toplam Süreç Verimliliği” nin (RTY – Rolled Throughput Yield) arttığını tespit etmiştir. Prosesin her adımı bir hata potansiyeli içermektedir. Toplam süreç verimliliği her bir adımdaki, ıskarta, tamir ve hatadan arınmış ilk defada doğru üretilen ürün oranları olduğundan her adım azalışı toplam süreç verimliliğine olumlu katkıda bulunmaktadır. Bu hesaplama aşağıdaki grafikte şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 9. Yalın Altı Sigma'nın Toplam Süreç Verimliliğine Etkisi Grafiği (Lean Sigma Institute tarafından Motorola Altı Sigma Araştırma Enstitüsü referans alınarak geliştirilmiştir)¹⁷⁶

¹⁷⁶ Lean Six Sigma Overview, 2009, http://www.sixsigmainstitute.com/leansigma/index_leansigma.shtml, s.1.

Çok adımlı, komplike proseslerde yüksek kalite seviyesine ulaşmak daha zordur. Altı sigma seviyesine ulaşabilmek için Altı Sigma teknikleri ile kalite iyileştirilirken, Yalın teknikleri ile de katma değer yaratmayan proses adımlarının aynı anda azaltılması gerekmektedir.¹⁷⁷

Yalın teknikleri ile katma değer yaratmayan proses adımları ortadan kaldırılırken, Altı Sigma teknikleri ile prosesin istatistiksel olarak kontrol altına alınması ve optimize edilmesi Yalın Altı Sigma'nın avantajı olarak ortaya çıkmaktadır.

6.4 Yalın Üretim ile Altı Sigma'nın Entegrasyonu:

Tüm organizasyon ve prosesler müşterilerin isteklerine daha hızlı cevap verebilmeli, Altı Sigma proses yeterliliğine ulaşmalı, dünyada rekabetçi maliyet ile operasyonları gerçekleştirmelidir. Altı Sigma ve Yalın Üretim'in entegrasyonu bu üç hedefe de hizmet edebilir. Yalın Altı Sigma, tüm proseslerde ilgili bir prosesin değer yaratan ve yaratmayan maliyetleri belirleyerek değer akış haritasını oluşturur, müşterinin sesini Kalite Kritiği (Critical to Quality) olarak referans alır.¹⁷⁸

Yalın ve Altı Sigma'nın birleştirilerek entegre edilmiş geliştirme programı Six Sigma eğitiminde birkaç Yalın Üretim tekniğinin paylaşılması ya da Yalın uzmanının Kara Kuşak olarak eğitiminden daha geniş kapsamlıdır. Entegre edilmiş gelişim stratejisi her iki yaklaşımın farklılıklarını göz önüne alarak bunları ortak ve etkili bir şekilde kullanmayı amaçlamalıdır;

- Yalın projeler daha görsel, anlaşılır ve çoğu kez birkaç gün içinde tamamlanır (Altı Sigma projeleri genel olarak minimum birkaç ay sürmektedir). Entegre edilmiş Yalın Altı Sigma yayılımının başlarında heyecanı ve hızı yakalamak için Yalın merkezli projelere öncelik verilmelidir.

- Yalın Üretim'de, iyileştirmeler için pratik tavsiyelerle desteklenen çok sayıda teknik ön plana çıkmaktadır. Buna örnek olarak; Yalın üretim, model değişim süresini

¹⁷⁷ George, Lean Six Sigma for Service, s.53.

¹⁷⁸ Michael George, "What is Lean ?", 2009, <http://www.isixsigma.com/library/content/ask-02.asp>, par.7.

azaltmak için karmaşık analiz ya da teknikler gerektirmeyen teknik içermektedir. Ancak, Yalın teknikler, genellikle ileri seviye analiz gerektiren daha karmaşık problemlerin çözümünde etkisiz kalmaktadır. Bu nedenle, etkin problem çözme teknikleri ile iyileştirme fırsatı veren Altı Sigma metodolojisi yayılımının ilk yılında uygulamaya alınmalıdır.

- Entegre bir Yalın Altı Sigma uygulamasının, gelecek durum vizyonu ile desteklenmesi gerekir. Ardışık spesifik projeler, mevcut ve gelecekteki durum arasındaki farklılıkların kapatılmasında etkili rol oynamaktadır. Yalın Üretim'de Değer Akış Haritalama metodu, bu farklılıkların saptanması ve Yalın ya da Altı Sigma proje uygulamaları ile kapatılması için en merkezi araç olarak ortaya çıkmaktadır.

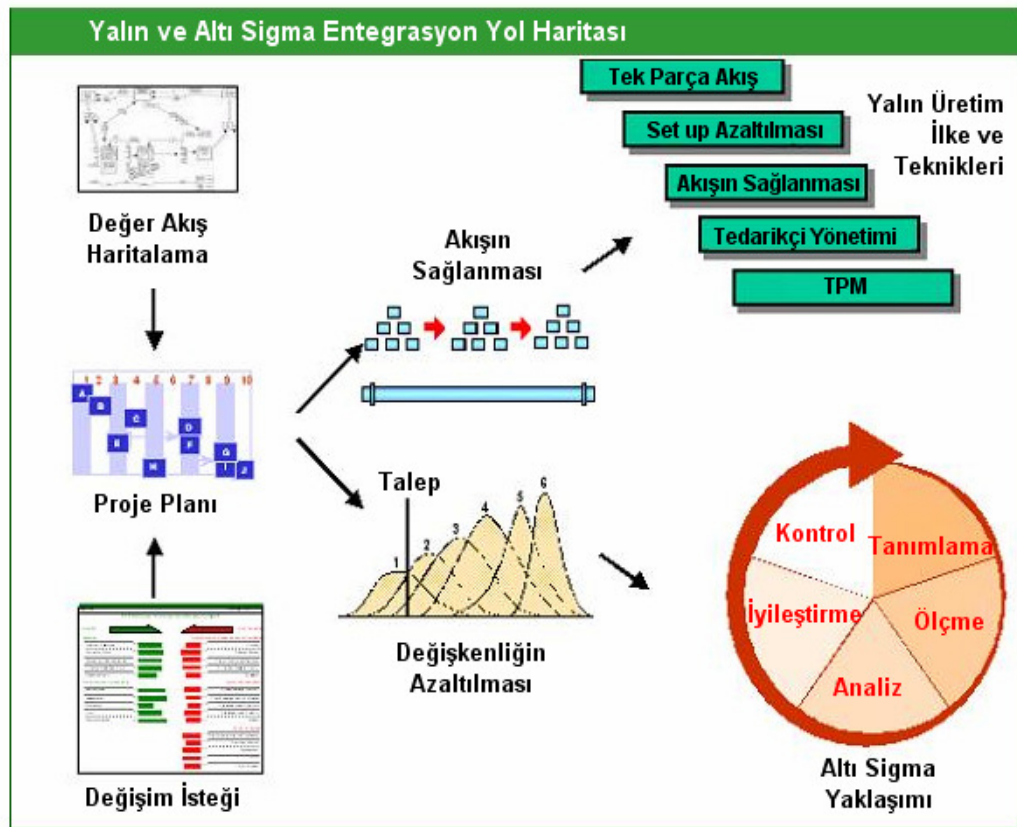
- Altı Sigma metodolojisi ve teknikleri hemen hemen her proses ya da endüstriye uygulanabilirken, Yalın yaklaşımı, daha spesifik prosesler için uygulanabilmektedir. Bu nedenle Yalın, her türlü endüstri ve prosese uygun hale getirilebilmelidir. Örnek olarak; Tek bir ürün tipi üretmekte olan bir işletmede model değişim süresinin azaltılması gibi teknikler anlamsız kalmaktadır. Bu nedenle, Yalın Üretim metodolojisinin spesifik iş ihtiyaçları için gözden geçirilmesi gerekmektedir.

- Eğitim, uygulama ile bir arada etkindir. Yalın Üretim eğitimleri tipik olarak birbirinden ayrı çalıştaylar olarak gerçekleştirilir. Her çalıştay işletmede ilgili Yalın tekniğinin direkt uygulamasının kısa bir eğitimi ile desteklenir. Altı Sigma eğitim tekniği ise DMAIC fazlarına bölüştürülen ve her bir fazın sonunda bir sonraki faza kadar öğrenilenlerin uygulanmasını hedefler. Kapsamlı analiz gerektiren Altı Sigma projeleri için Yalın Üretim'de yapılan çalıştay tarzı eğitim etkin olamayabilir.

Eğitim bakış açısı ile öncelikli olarak Yalın Üretim uygulamaları düşünülmeli, Yalın proje çalıştayları için Değer Akış Haritası'ndan faydalanarak göreceli olarak daha basit projeler seçilmelidir. Kara kuşak Yalın ilkelerini yaşanan somut bir probleme nasıl uygulanacağını öğrenme şansı bulur. Buna ek olarak bir Yalın Kara Kuşak, sertifikalandırma öncesi eğitim boyunca kapsamlı bir Yalın proje tamamlamalıdır. Altı Sigma metodolojisi eğitiminin Yalın tekniklerin en az bir kez uygulanmasından sonra verilmesi uygundur. Eğitime katılanların Değer Akış Haritası'ndan faydalanarak belirlenen spesifik bir proje üzerinde çalışmasında fayda vardır.

Sonuç olarak, bir Yalın Kara Kuşak, toplam 30 günlük sınıf eğitimi alırken beş Yalın çalıştayına katılmış olur. Yalın Kara Kuşak bir yıl içerisinde kapsamlı bir Yalın ve yine kapsamlı bir Altı Sigma projesi tamamlar. Bu eğitim ve projeleri tamamlamış Yalın Kara Kuşak, projelerde farklı türdeki problemler için en uygun Yalın ve Altı Sigma tekniklerini uygulama yeteneğine sahip olur.

Aşağıdaki grafik, Yalın ve Altı Sigma'nın entegre edilmesi aşamasında etkili ve kapsamlı yol haritasına oluşturulmasına örnek teşkil etmektedir.¹⁷⁹



Şekil 10. Yalın ve Altı Sigma Entegrasyon Yol Haritası

İşletmeler tarafından sıkça gündeme gelen konu bir projenin Yalın, Altı Sigma ya da Kaizen projesi olarak adlandırılmasıdır. Projenin adlandırılmasından daha önemli olarak,

¹⁷⁹ Thomas Bertels, "Integrating Lean and Six Sigma: The Power Of An Integrated Roadmap", 2009, <http://www.isixsigma.com/library/content/c030721a.asp>, şek.2.

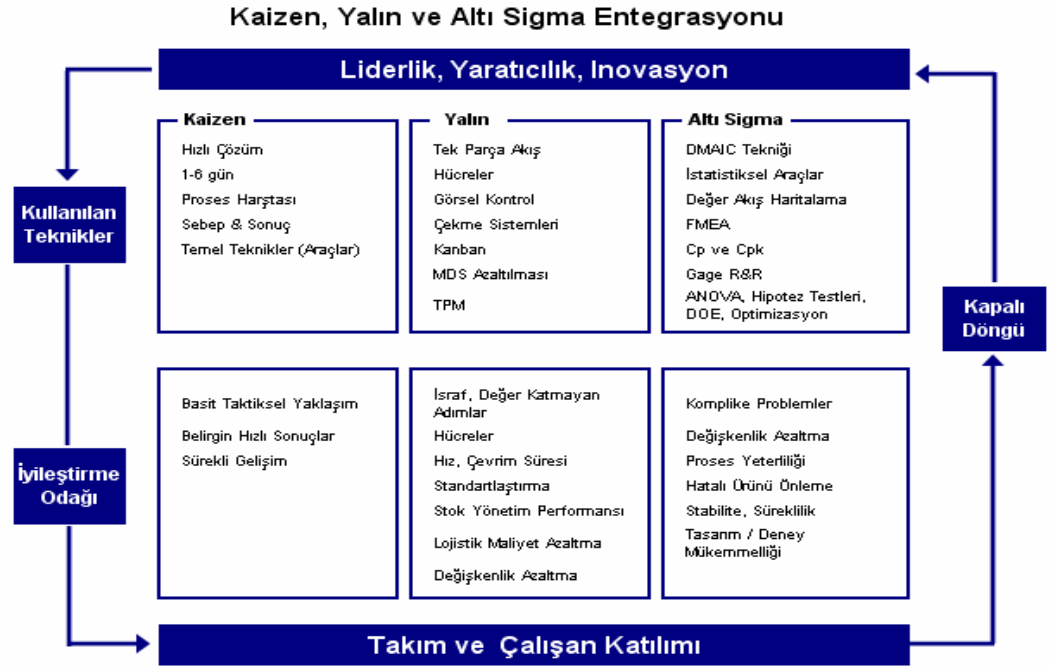
hangi Yalın ya da Altı Sigma teknikleri konusunda işletmenin bilgili olduğudur. Saatin çekiç ile tamir edilemeyeceği gibi, Yalın, Altı Sigma ya da Kaizen tekniklerini doğru ve yerinde uygulanması durumunda olumsuz sonuçlar alınabilir. Ortada bir problem vardır ve bir an önce çözülmesi gerekmektedir. Her iki metodoloji tekniklerinin doğru anlaşılması ve tekniklerin farklı tipteki geliştirme fırsatları için kullanılması başarı için anahtar çözümdür.

Altı Sigma uygulamalarında, organizasyon bir süre sonra her durumu bir Altı Sigma problemi olarak değerlendirmeye başlar. Bu projeye katılanlar için farklı bir deneyim ve bakış açısını beraberinde getirir. Doğal olarak her proseste varyasyon vardır, ancak her problemi yoğun Altı Sigma teknikleri kullanılacak bir şekilde görmek de mantıklı olmamaktadır. DOE – Deney tasarımları ile problemlere yaklaşmak işletmeyi bir süre zorlayabilir ve yorabilir. Diğer bir yandan ise endişeli departman yöneticileri de her türlü karmaşık proses değişkenliğini de bugünden yarına çözülebilecek bir Kaizen projesi olarak da değerlendirme yanılığısına düşebilir. Bu yanılığ ile değişkenliklerin azaltılması, müşteri geri dönüşleri ya da talep tahmin doğruluğu gibi daha karmaşık konularda anlık iyileştirmeleri uygun görebilirler.

Yalın Altı Sigma lideri organizasyonunu doğru hedefler ve yayılım için yönlendirmeli, yönetmeli ve yapılacak iyileştirme çalışmalarını stratejik performansa bağlamalıdır. Kıt kaynaklar, tüm problemleri çözmek yerine en yüksek etkiyi elde edebileceği alanlara yönlendirmelidir. Bunu başarmak için, Yalın, Altı Sigma ve Kaizen iyileştirme tekniklerini öğrenmeli, bu teknikleri genel iş geliştirme stratejisine hizmet edecek şekilde entegre etmelidir.

Aşağıdaki şekil Altı Sigma ve Yalın tekniklerinin ve bakış açısının iş geliştirme stratejisine entegre edilmesi ile ilgili bir akışı sunmaktadır.¹⁸⁰

¹⁸⁰ Terence T.Burton, "Is This a Six Sigma, Lean or Kaizen Project ?", 2009, <http://www.isixsigma.com/library/content/c020204a.asp>, şek.1.



Şekil 11. Altı Sigma, Yalın Üretim ve Kaizen Entegrasyonu

Liderlik, yenilikçilik ve yaratıcılık strateji ve yayılımı bir araya getirerek, organizasyonun doğru yolda ilerlemesine ve kültürel değişime kılavuzluk eder. Üst yönetim (liderler), Yalın Yönetim, Altı Sigma ve Kaizen uygulamalarını sahiplendikçe, karlılık ve rekabetçiliğin geliştirilmesi için yapılacak çalışmalara daha fazla odaklanılmasını sağlar

Takımlarla yönetim ve çalışanların sisteme katılımı kavram ile gerçekler arasındaki bağlantının kurulmasını sağlar. Çalışanlar değişimin ihtiyacını, doğru teknik ve metotlar ile donatıldıklarını ve iyileştirmeler için cesaretlendirildiklerini anlarlar.

Kapalı döngü sistemi sorumluluk ve prosese sahiplenmeyi peçinler. Gerçek zamanlı performans ölçümü çalışanların gerçekleştirdikleri iyileştirme faaliyetleri ile hedefler arasındaki sebep - sonuç ilişkilerini daha iyi anlamasına yardımcı olur.

Bazen iyileştirme fırsatları ağaçtan henüz kopmuş yerde duran meyveler gibidir. Kısa süreli Kaizen projeleri ile hemen sonuçlar (meyveler) alınabilir. Bazen çözümler sanılanın aksine düşünce ya da beceri gerektirmeden başarılabilecek kadar basit, ortak akıl yürütülerek çözülebilecek kadar kolay olabilir. Şekil 11’de soldan sağa ilerledikçe,

iyileştirme fırsatının karmaşıklığı ile kapsamı ve buna bağlı olarak da potansiyel getirileri artmaktadır. Yalın Üretim daha önce de belirtildiği üzere hızı, kayıpların yok edilmesine, standartlaştırmaya, esnekliğe odaklanır. Çoğu Yalın uygulamalar üretim hattında başlarken Yalın teknikler üretim dışı olan yeni ürün geliştirme, tedarik zinciri, lojistik, dağıtım, muhasebe ve müşteri hizmetleri proseslerinde de uygulanabilir.

Şekil 11' in sağında yer alan Altı Sigma, gizli kalan kalitesizlik maliyetlerini (Cost of Poor Quality) maden çıkarırcasına derinlerine inerek en yüksek etki ve getiriyi sağlayan fırsatlar olarak tanımlayabilir. Bu derinliklerdeki çalışmalar sonucunda Altı Sigma'yı başarı ile uygulayan şirketlerde yıllık cironun %2 ile %7 sine denk gelen maliyet indirimi sağlanabilmektedir.

Verilere dayalı bir metodoloji olan Altı Sigma, organizasyonun tüm değer zincirinde mükemmelliği hedefler. Mevcut proseslerde değişkenliği ve kök sebeplerini inceleyen Altı Sigma metodu sadece üretim hattında değil diğer kritik iş proseslerinde de etkilidir. Bu metot ile tüm işletme mikroskop altına yatırılır. Metodoloji ve istatistiksel teknikler, sıçramalı iyileştirmeler için disiplin ve mantıksal ilerleme sağlar. Son yıllarda değişimin çalışan boyutunu, alt yapıyı, müşteri odaklılığı, öğrenen organizasyonları, yenilikçiliği, farklı düşünmeyi, kültürel değişimi sıkça dile getirilmektedir. Liderler, çalışanlarını Yalın ve Altı Sigma eğitimleri ve uygulamaları için desteklemekte ve kaynak ayırmaktadırlar.

6.5 Yalın Altı Sigma'da DMAIC Prosesi:

Altı Sigma'da ise mevcut sistemi iyileştirmek için DMAIC yöntemi, süreç tasarımı iyileştirmek için DMADV ve iyileştirme projelerinden elde edilen getirilerin faydasını raporlamada DMAICR yöntemi kullanılır. Yalın Altı Sigma, Yalın ilkeleri olan müşteri değerini anlama, değer akış analizi, sürekli akış, çekme ve mükemmellik ile Altı Sigma'nın DMAIC döngüsünü kullanmaktadır.¹⁸¹

Yalın ve Altı Sigma metodolojilerinin birleştirildiği ilk pilot uygulamalarda Yalın tekniklerine potansiyel projelerin seçimi ve iyileştirmelerin sürekliliğinin sağlanması ile ilgili proses yönetimi çerçevesi eklenmiştir. Son geline nokta ise üretim çevrim süresinin

¹⁸¹ Öztürk, Arıkan ve M.Öztürk, a.g.e, s.8.

azaltılmasına odaklanan Yalın teknikleri ile hataların azaltılmasını hedefleyen Altı Sigma yöntemleri ortak problem çözme yaklaşımı olan Altı Sigma DMAIC yöntemine entegre edilmiştir.

Yalın Altı Sigma yaklaşımı proses sahiplenmesine odaklanan bir yayılım olarak ortaya çıkmıştır. İlk olarak üst yönetimin diğer deyişle liderlik ekibinin tüm değer akışının haritalanması ve kritik performans göstergelerinin belirlenmesine yönelik iki günlük çalıştay gerçekleştirilir. Bu çalıştayın ardından değer akış haritası ve toplanan veriler incelenip değerlendirilir. Liderlik ekibinin yapacağı ikinci toplantıda gelecekteki değer akış haritası çıkartılarak gelecekteki durumu gerçekleştirmeye yönelik yüksek derecede etkili projeler belirlenir. Bu yaklaşım tüm proses geliştirme projelerinin stratejik bir önemde ve gerçek iş taleplerine dayalı olduğunu garanti eder. Son olarak liderlik ekibi proje listesini gözden geçirerek Altı Sigma veya Yalın yöntemlerinden hangisine uygun olduğu belirler.¹⁸²

Standart iyileştirme modeli olan DMAIC, Yalın Altı Sigma proje ekiplerine çok faydalı bir yol haritası sağlamaktadır. Proje yönetiminde, Altı Sigma ve Yalın Üretim tekniklerinin kombinasyonu aşağıda adım adım yer almaktadır;

6.5.1 Proje ve Proje Metodunun Seçimi:

Proje seçiminde Altı Sigma'da proje seçimi öncesi kullanılan "Kritik müşteri ihtiyaçlarının tanımlanması", "Müşterinin Sesi"–VOC ve SIPOC diyagramları güçlü tekniklerdir. Kalitenin Yayılımı – QFD için kullanılan "Hoshin Kanri tekniği", "Kaizen Öneri sistemi", mevcut ve gelecekteki "Değer Akış Haritası" üzerindeki fırsatlar Yalın Üretim'de öne çıkan tekniklerdir. Yapılması gereken bir iyileştirme / problem havuzu oluşturularak sürekli olarak her iki metodolojiden gelen fırsatları tek bir çatı altında toplamaktır. Projelerin belirlenmesi aşamasında problem ya da önerinin çözüm süresi, zorluğu, müşteriye etkisi, parasal getiri beklentisi, verilerin bulunabilirliğine göre projenin Kaizen ya da DMAIC ile çözümüne karar verilmesidir. Bu noktada proje seçimi ve yönetiminde en etkin kişi Yalın Altı Sigma Şampiyonu'dur.

¹⁸² A Lean Six Sigma Duo for the Office, 2009, <http://europe.isixsigma.com/library/content/c040714b.asp>, par.6.

Problem ya da önerinin tahmini çözüm süresi 3 aydan kısa, yoğun veri toplama ve istatistiksel teknikleri kullanımının gerekli olamayacağına kanaat getirildiğinde Kaizen projesi olarak değerlendirilebilir. Yalın Altı Sigma'nın en büyük avantajlarından biri göreceli olarak daha hızlı ve esnek olan Yalın tekniklerin projenin hızlı bir şekilde sonuca ulaştırılmasında kullanılabilmesidir. Aksi durumda Yalın Altı Sigma tekniklerinin kombine edildiği DMAIC metodolojisi uygulanabilir.

Herhangi bir proje Kaizen projesi olarak değerlendirilip başladıktan bir süre sonra problemin kök sebebinin bulunması aşamasında yoğun istatistikî tekniklerin kullanımına ihtiyaç duyulabilir. Bu noktada proje DMAIC formatına dönüştürülebilir. Bu da Yalın Altı Sigma'nın esnekliğidir.

6.5.2 Tanımlama Fazı:

Projenin çözüm zorluğu ve tahmini süresine göre DMAIC tekniği kullanılması kararlaştırıldıktan sonra, ilk adım olan “Tanımlama” fazında “Proje amaç ve hedefleri” Altı Sigma tekniklerine göre belirlenir. “Proje metrikleri” belirlenmesi aşamasında proje kapsamında yer alan proseslerin mümkün olduğu durumlarda “Katma değer oranları” (VAR-Value Added Ratio) da eklenmektedir. Katma değer oranının projenin girdisi olarak alınması, proje boyunca sürekli olarak çıktılar üzerinde olumlu etkisi olmayan, aksine verim ve kalite kaybına sebep olan gereksiz adımların azaltılmasına da yardımcı olmaktadır. Projenin diğer hedeflerinden biri olarak teslimat süresine bağlı “Çevrim Süresi” de (CT-Cycle Time) Yalın Üretim metodolojisinin önemli bir metriği olarak DMAIC’ e dâhil edilir. Proseslerin çevrim süreleri teslimat süresi üzerinde direkt etkisi olduğundan projede kalite sonuçları dışında maliyet ve teslimat tarihi getiri hedefleri de dâhil edilmiş olur.

6.5.3 Ölçme Fazı:

Proje tanımlama belgesi, Yalın metriklerinin de dâhil olduğu proje metriklerinin analizi, süreç haritasının oluşturulması, hata türleri ve etkileri analizi, sebep – sonuç ilişkilerinin belirlenmesi, ölçüm sistemi analizi, proses yeterliliğinin belirlenmesi, veri toplama planının oluşturulması Altı Sigma DMAIC metot adımlarıdır. Bu aşamada proje metriklerine “Çevrim süresi” ve “Katma değer oranı” vb. gibi Yalın metrikler de dâhil edilir. Süreç haritası

yerine Yalın üretimin daha avantajlı olduğu “Değer akış haritası”nı kullanmak çok daha verimli olmaktadır.

6.5.4 Analiz Fazı:

Analiz teknikleri Altı Sigma’nın Yalın üretim metodolojisine göre çok daha etkin içeriğe sahiptir. Değişkenliklerin teşhis edilmesi, hipotez testlerinin kurulması, ileri istatistiksel analiz yöntemleri, kök sebep analizleri Altı Sigma’da kullanılan başarılı tekniklerdir. Bu faza Yalın tekniklerinden “Katma Değer Oranı” (VAR) analizi eklenebilir.

6.5.5 İyileştirme Fazı:

İyileştirme fazında kullanılan DOE – Deney tasarımı hem Yalın hem de Altı Sigma’nın kullandığı ortak bir tekniktir. Altı Sigma’nın yararlandığı istatistiksel analiz yazılımları Deney tasarım sonuçlarının kısa bir sürede analizi ve optimizasyonuna olanak sağlamaktadır. Etkili sebepler için neden sonuç ilişkileri de Altı Sigma’nın iyi uygulamaları arasında yer almaktadır. Yalın üretim teknikleri olan 5S ve TPM, projenin içeriğine göre iyileştirme fazına dâhil edilir. İyileştirme çalışmalarına katkısı olması amacıyla belirlenen kök sebeplerinin elimine edilmesi için Kaizen etkinliği de düzenlenebilmektedir.

6.5.6 Kontrol Fazı:

Kontrol metotlarının belirlenmesi aşamasında, Yalın teknikleri olan Poka Yoke, (otonomasyon) probleme neden olarak tespit edilen kök sebeplerin kalıcı olarak ortadan kaldırılmasına yardımcı olan tekniklerdir. Hata türleri ve etkileri analizi de bu sürece katkıda bulunmaktadır. Altı Sigma’nın temel tekniklerinden olan Kontrol kartlarının bu fazda kullanılmasında fayda vardır. Yalın üretim uygulamalarından biri olan “Görsel yönetim” ve “Standart iş prosedürleri” (SOP) iyileştirme yapılan konuların organizasyonda eğitimin dışında algılama ve görsel olarak öğrenilmesini kolaylaştırmaktadır. Altı Sigma metodolojisi içinde yer alan kontrol planı, projenin kapatılması, devri ve gerçekleştirme sürecinde izlenmesi proje yönetimi açısından Altı Sigma’nın etkili olduğu çalışmalar olarak Yalın Altı Sigma DMAIC prosesinde yer almaktadır.

Tanımlama	Ölçme	Analiz	İyileştirme	Kontrol	Metodoloji
Hoshin Kanri	Değer Akış Haritası	Katma Değer Analizi	5S	Poka Yoke	Yalın Üretim
Kaizen Öneri Sistemi	Takt Süresi		TPM	Standart İş Prosedürleri	
Değer Akış Haritası	Çevrim Süresi			Görsel Yönetim	
Takt Süresi	WIP - Süreçteki İş				
Çevrim Süresi	Sebepler Sonuç Araçları				
VAR - Değer Katma Oranı					
VOC - Müşterinin Sesi	İleri Temel İstatistik	Hipotez Testleri	FMEA	Kontrol Kartları	Altı Sigma
SIPOC	Ölçüm Sistemi Analizi	Çok Değişkenli Analizler	DOE - Deney Tasarımı	Kontrol Planları	
Mevcut / Hedef Performans	Süreç Yeterlilik Analizi	Korelasyon	Tam ve 2 ^k Faktöriyel DOE		
Temel İstatistik	FMEA	Regresyon	Lojistik Regresyon		
		İleri İstatistik	DOE Optimizasyon		
		ANOVA			

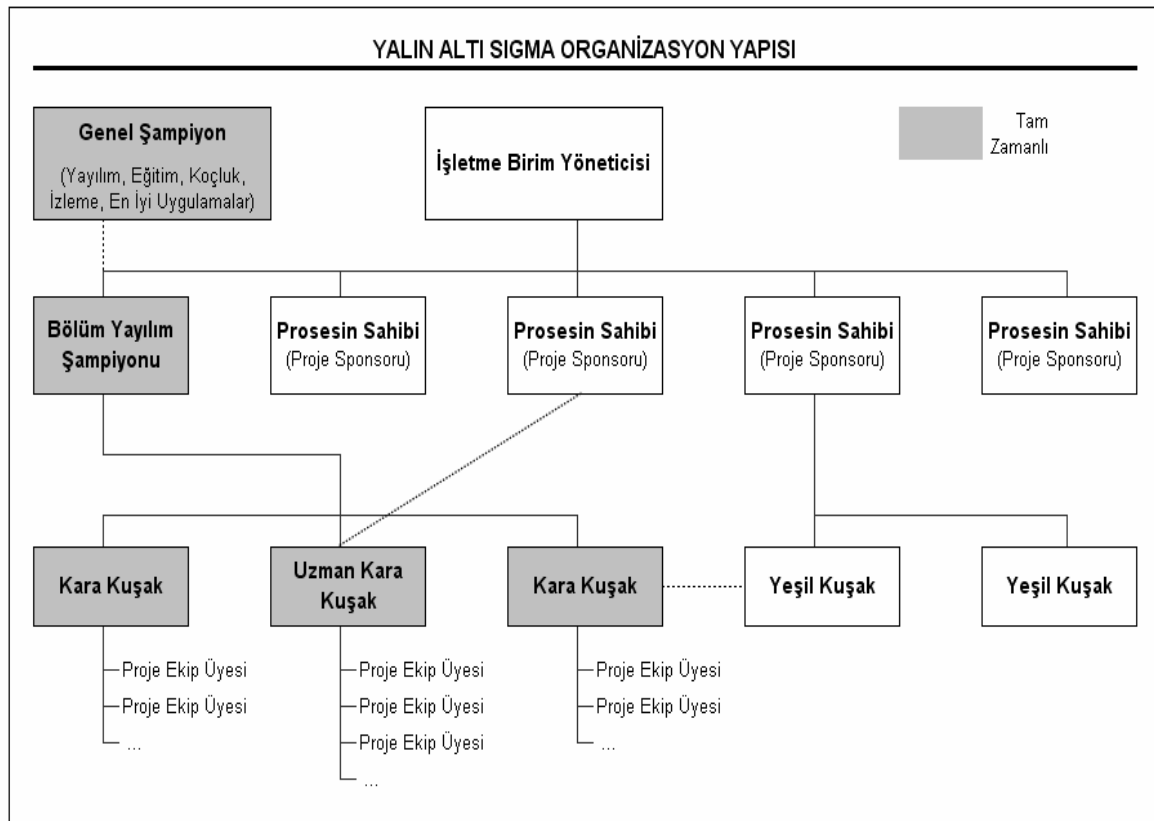
Tablo 7. Yalın Altı Sigma Teknikleri DMAIC Entegrasyonu

6.6 Yalın Altı Sigma'da Roller:

Yalın Altı Sigma uygulamalarında her iki metodolojinin birleştirilmesi kaynaklı olarak organizasyonda yeni bir iş tanımı ortaya çıkmamaktadır. Yalın üretimi uygulamakta olan organizasyonlar Altı Sigma'yı uygulamayı başladıklarında Altı Sigma rolleri olan sponsor, şampiyon, uzman kara kuşak, kara kuşak, yeşil kuşak, beyaz/sarı kuşak (organizasyonlarda farklı isimlerle tanınmakta olan proje ekip üyeleri) tanımları ile tanışmaktadırlar.

Altı Sigma uygulamakta olan organizasyonlar ise, değişim temsilcisi, başmühendis, sensei, değer akış yöneticisi, yalın destek ofisi, grup lideri, takım lideri, Kaizen proje ekip üyesi ve TPM ekip üyesi kavramlarıyla tanışmaktadırlar.

Yalın Altı Sigma metodolojisini uygulayan organizasyonlar bu farklı iki tipteki iş tanımlarını mümkün olarak birleştirmekte ve organizasyonu mümkün olduğu ölçüde yalınlaştırmaktadır. Aşağıdaki şemada bir Yalın Altı Sigma organizasyon şeması yer almaktadır;¹⁸³



Şekil 12. Yalın Altı Sigma Organizasyon Şeması Örneği

¹⁸³ George, a.g.e, s.99.

6.6.1 Liderlik Ekibi:

Yalın üretimde ve Altı Sigma'da yayılım ve iyileştirmeler için liderlik ekibinin rolü büyüktür. Bu iki yönetim şeklinde de sürekliliğin sağlanması, proje ve uygulamalar için kaynak ayrılması, Yalın Altı Sigma organizasyonun kurulması ve yönetilmesi liderlik ekibinin sorumluluğundadır. Liderlik ekibi, üst yönetim (Genel müdür, CEO), sensei / uzman kara kuşak, şampiyon / değişim temsilcisi ve projelerin (ROIC) fayda –maliyet analizi için finans temsilcisinden oluşması beklenmektedir. Sensei / uzman kara kuşak dışındaki rollerin Yalın Altı Sigma tekniklerine hâkim olması zorunlu değildir. Ancak yayılımı sağlamak ve çalışanların değişime katkısını arttırmak amacıyla, liderlik ekibinin de en az bir proje ile Yalın Altı Sigma çalışmalarına katılması, takdir ve ödül sistemi geliştirerek başarılı proje ve iyileştirmeleri motive etmesi, kalite yayılımı (QFD) için gerekli gözden geçirmeleri yapması beklenmektedir.

6.6.2 Değişim Temsilcisi / Şampiyon:

“Değişim Temsilcisi”, Yalın üretimde temel değişimi başlatarak kalıcı olmasını sağlayan irade ve yürütme gücüne sahip yalın dönüşüm lideridir. Değişim temsilcisi, Yalın üretimde yayılımın sağlanması ve iş yapma şeklinin Yalın üretime dönüşümünde öncülük eder. Altı Sigma'da “Şampiyon”un rolü ise; yayılım, alt yapı, projelerin seçimi ve tanımlanması, projelerin yürütülmesi olarak dört ana grupta toplanmaktadır.

“Şampiyon” ve “Değişim Temsilcisi” rolleri benzerlik göstermekte olup, Sensei veya Uzman Kara Kuşak gibi metodolojinin tekniklere tam hâkimiyetine gerek yoktur. Ana görevleri liderlik ekibi içerisinde yer alarak metodolojinin yayılımı ve sürekliliğini sağlamaktır. Yalın Altı Sigma yönetiminde bu iki rol birleştirilmektedir.

6.6.3 Uzman Kara Kuşak / Sensei;

Altı Sigma'da uzman kara kuşak, Altı Sigma uygulamalarında kara kuşak olarak farklı tipte projelerde yer almış, projeleri başarı ile tamamlamış, DMAIC metodolojisine ve organizasyonda farklı alanlarda uygulamalara hâkim proje yöneticisidir. Uzman Kara Kuşak, birkaç yıl farklı tipte (üretim, planlama, tedarik, pazarlama vb.) projeleri yürütürken DMAIC

metodolojisinde yer alan Altı Sigma tekniklerinin tümüne yakınıni kullanarak tecrübe edinmektedir. Başarılı Kara Kuşak'lerden seçilen bu rol, yayılımı sağlamak amacıyla organizasyondaki proje liderleri olan Kara Kuşak ve Yeşil Kuşaklara proje danışmanlığı ve teknik destek vermektedir. Diğer bir görevi de organizasyonda yer alan proje ekip üyelerine temel Altı Sigma kavramları ile ilgili eğitim vererek, proje liderlerinin projelerini başarılı bir şekilde yürütmesi için temel teknikler ile ilgili gelişimini sağlamaktır.

Uzman Kara Kuşak, gerekli olduğu durumlarda organizasyonda Kara Kuşak ve Yeşil Kuşak seçimi ve proje lideri olarak eğitimi için de gerekli yetkinliğe sahiptir. Bu özellikleri ile UKK, organizasyonda eğitim, proje liderinin yetiştirilmesi, projeler yürütülürken gerekli durumlarda Altı Sigma teknikleri ile ilgili proje ekiplerine teknik destek sağlaması ve organizasyonda Altı Sigma'nın yayılımı için önemli bir rol üstlenmektedir. İlk etapta UKK rolünün mutlaka olması gerekmemekle birlikte, projelerin teknik desteğe ihtiyaç duyduğunda yardım alınabilen ve yayılım için bir aktivatör olarak çalışan bir roldür. Bu rol ihtiyacının iç kaynaklardan sağlanamaması durumunda dış kaynaklardan yardım alınabilmektedir.

Yalın uygulamalarında yayılımın sağlanması, Yalın tekniklerin uygulanmasında "Sensei" rolü Altı Sigma Uzman Kara Kuşak'a benzer bir yapı göstermektedir. Sensei, Yalın tekniklerine hâkim, uygulama tecrübesi olan, Yalın üretim rollerine teknik destek veren yöneticidir.

Her iki metodolojide rol benzerdir ve bu rol "Öğretmen ya da usta" olarak adlandırılmaktadır. Yalın Altı Sigma organizasyonunda Sensei ve Uzman Kara Kuşak ayrı olabileceği gibi en verimli uygulama Yalın ve Altı Sigma tekniklerine aynı anda hâkim olan, sentezleyebilen ve Yalın Altı Sigma projelerine teknik destek verebilen bir rol oluşturmak en faydalı uygulamadır. Bu rol için seçilecek kişinin en az birkaç yıl boyunca değişik Yalın uygulamalarında ve Kara Kuşak rolüyle farklı alanlarda Altı Sigma projeleri yürütmüş olması gerekmektedir.

6.6.4 Kara ve Yeşil Kuşak:

Kara Kuşak ve Yeşil Kuşak rolleri Altı Sigma rolleridir. Yalın Altı Sigma uygulamalarında bu proje liderlerinin Altı Sigma DMAIC metodolojisi ile birlikte Yalın üretimin tanımına, Yalın üretimde değer tanımının dâhil olduğu Yalın prensiplerine ve Yalın tekniklerine hâkim olması beklenmektedir. Yalın üretimi uygulamakta ve ardından Altı Sigma'ya geçiş yapan organizasyonlarda Kara veya Yeşil Kuşak olarak genellikle;

- Yalın üretimde Kaizen aktivitelerini yöneten “Proje liderleri”,
- Organizasyonda değeri tanımlayan ve haritalandırarak gelecekteki duruma göre iyileştirme fırsatlarını gözlemleyen “Değer akış yöneticisi”,
- “Grup Lideri”,
- “Takım Lideri” veya
- “Yalın destek ofisi yöneticileri”
- “TPM ekip liderleri”nden seçilmesi daha uygun olmaktadır.

Mevcut durumda Yalın üretim çalışmalarında değişik alanlarda proje yöneticisi olarak çalışmakta olan yöneticiler Altı Sigma DMAIC teknikleri ile tanışarak, mevcut çalışmalarında proje yönetimi ve istatistikî teknikler konusunda daha etkin uygulamalar gerçekleştirmektedirler. Buna örnek olarak “Değer akış yöneticisi” değer akış haritasında sadece “Hata oranı” ile “Çevrim süreleri”ni değil, problemin kök sebepleri olarak bulunan hatalarda ve çevrim sürelerinin değişkenliğinin azaltılmasını da bir fırsat olarak algılamaya ve uygulamaya başlamaktadır. Aynı şekilde TPM uygulamalarında OEE, MTBF gibi metrik ölçümlerinde değişkenliklerinin kök sebeplerinin ortadan kaldırılması esnasında bu metriklerin %100 performansa yaklaştırabilmektedir.

6.6.5 Kaizen / Proje Ekip Üyesi:

Kaizen faaliyetleri takım üyelerinin katılımı ile gerçekleşmektedir. Yalın üretimde Kaizen çalışmaları yöntem olarak Altı Sigma DMAIC metodolojisine en çok benzeyen tekniktir. Kaizen çalışmaları kök sebep analizi için balık kılçığı, FMEA, beyin fırtınası gibi temel istatistikî teknikler kullanılmaktadır. Altı Sigma'nın güçlü yanı olan değişkenlik analizi ve daha geniş istatistikî teknikler ve gerek duyulduğunda ileri istatistikî tekniklerin kullanımı

Kaizen aktivitelerine güç kaçmaktadır. Kaizen aktiviteleri kolay çözülebilen, fazla veri gerektirmeyen, 1 gün ile 3 ay arası bir süreçte tamamlanabilen özelliği ile DMAIC ten daha esnek ve hızlı çözüme gidebilen bir tekniktir. Ancak, kök sebeplerin bulunması ve iyileştirmeler sonrası kalıcılığın sağlanması konusunda DMAIC yaklaşımı daha efektiftir. Bu nedenle Kaizen ekip üyelerine “Sarı Kuşak eğitimi” olarak da adlandırılan temel Altı Sigma eğitimi verilmesinde fayda vardır. Önce Altı Sigma’nın uygulandığı durumlarda “Sarı kuşak” lar Kaizen proje tekniği ile eğitime tabi tutulur.

Projeler belirlenme ve atanma aşamasında Değişim Yöneticisi ya da Şampiyon tarafından her ne kadar veri toplama, çözüm süresi, zorluk derecesine göre önceliklendirilerek Kaizen ya da Altı Sigma ağırlıklı olarak tanımlansa da projenin ilerleyen aşamalarında tahmin edilemeyen kök sebep analizi ya da iyileştirme çalışmaları esnasında her iki yöne doğru gidebilmektedir. Kara ya da Yeşil kuşak olan proje liderine destek veren proje ekip üyelerinin her iki yönetim tekniğine sahip olmasında büyük yarar vardır.

7.TEKSTİL SEKTÖRÜNDE YALIN ALTI SİGMA UYGULAMASINA BİR ÖRNEK ÇALIŞMA:

7.1 Uygulama Çalışmasının Amacı:

Bu bölümde, teorik kısımda yer alan Yalın Altı Sigma metodolojisi ve bu metodolojiye ait tekniklerin bir tekstil işletmesinde uygulama sürecinin incelenmesi hedeflenmiştir. Yalın üretimin esnekliği ve hızlılığı ile Altı Sigma'nın kalite, değişkenlik ve proje yönetimi odaklılığı gibi olumlu yanları son birkaç yılda birleştirilerek Yalın Altı Sigma modeli olarak ortaya çıkmıştır. Bu yeni yaklaşım dünyada henüz yeni yaygınlaşmaya başlamıştır.

Genellikle Yalın ya da Altı Sigma yaklaşımı uygulamakta olan organizasyonlar diğer yaklaşımın da uygulanması ile birlikte en yüksek müşteri memnuniyetini en optimum kar ile başarmayı hedeflemektedirler. Bu çalışmanın amacı dünyada henüz uygulanmakta olan Yalın Altı Sigma metodolojisinin Türkiye'de bir tekstil işletmesinde nasıl bir araya getirildiği, uygulamada her iki metodolojinin en uygun tekniklerinin nasıl birleştirildiği incelemektir.

7.2 Uygulama Çalışmasının Kapsamı:

Emek yoğun olan tekstil sektörü, Yalın ve Altı Sigma uygulamalarına otomotiv sektöründen daha sonra geçmiştir. Modanın sürekli değişim göstermesi, ürün gruplarının sezon içinde bile yenilenmesi, iş akışlarının sürekli olarak ürün tiplerine göre değişik göstermesi tekstil işletmelerini müşteriyi iyi algılamaya, üretim çeşitliliğinde esnekliğe, bunları yaparken küresel olarak maliyet avantajını korumaya ve çalışanların bu sürece dâhil edilmesine zorlamaktadır. Sürekli değişen prosesler ve ürün grupları üretimde esnekliği gerektirmektedir.

Küresel müşteriler ürün geliştirme ve üretim süresinin sürekli olarak kısaltılmasını ve kişiye özel ürün üretimini talep etmektedirler. Üretim hattının bu değişikliğe uygun olarak yeniden düzenlenmesi, model değişim sürelerinin ve teslimat süresinin sürekli olarak kısaltılması, değişen moda ve renk eğilimleri ile maliyet baskısı yüzünden mümkün

olduğunca stoksuz çalışılması tekstil sektörünün en büyük hedefleri haline gelmiştir. 2000’li yılların başında Altı Sigma ve Yalın üretim ile tanışan sınırlı sayıda tekstil işletmesinin bir kısmı gerçek anlamda metodolojinin gerekliliklerini yerine getirebilmiş ve bu uygulamalar ile rekabet avantajını korumuştur.

Yalın Altı Sigma yaklaşımı ise tüm dünyada tüm sektörlerde daha henüz uygulanırken, Türkiye’de çok sınırlı sayıda işletme entegrasyonu tamamlayabilmiştir. Entegrasyon süreci tüm dünyada devam etmekte olup, uygulama örneği olarak incelediğimiz tekstil şirketinde üretim 2008 yılından itibaren Yalın Altı Sigma metodolojisine göre gerçekleştirilmektedir. Uygulamanın incelenmesi aşamasında üretim prosesi ağırlıklı konular ele alınacaktır.

7.3 Uygulama Çalışmasının Önemi:

Yalın Altı Sigma uygulaması dünyada henüz bir metodoloji olarak yeni yeni yerini bulurken, Türkiye’de tekstil sektöründe bir firmada 2008 yılından itibaren başlatılan entegrasyon süreci önemli bir kazanımdır. Yalın Altı Sigma metodolojisi için dünyada uygulama örnekleri sınırlıdır.

Yalın üretimi uygulamakta olan işletmeler Altı Sigma’ya geçiş aşamasında tereddüt yaşarken, Altı Sigma uygulayıcıları proseslerin değişkenliklerinin kontrol altına alınması ve kalitenin iyileştirilmesi sonrasında Yalın üretime geçişi daha uygun bulunmaktadır. Her iki yaklaşımın birbirine göre avantajlı olduğu teknikleri ve metotları bulunmaktadır. Uygulama örneklerinin paylaşılacağı bu çalışmada bu tekniklerin nasıl birleştirildiği dünyada bile yerini yeni alan bu yaklaşımın iş sonuçlarına nasıl yansıdığını göstermesi açısından büyük önem taşımaktadır.

7.4 Uygulama Çalışmasının Sınırlamaları:

Tekstil sektöründe Yalın ya da Altı Sigma çalışmaları otomotiv sektörüne göre daha sonraları başlamıştır. Yalın Altı Sigma uygulaması çalışması ise diğer sektörler için olduğu kadar tekstil sektörü için de yenidir. Çalışmaya konu olan işletme ise tekstil

sektöründe Yalın Altı Sigma uygulamaları olan nadir işletmelerdendir. Çalışmanın ilgili tekstil işletmesi ile sınırlandırılması bu nedenledir.

7.5 Uygulama Çalışmasının Yöntemi:

Uygulama çalışmasının yöntemi örnek olay incelemesidir. Örnek olay incelemesinde, Yalın üretimin kurulması aşamasında sağlanan iş sonuçları, Altı Sigma ile Yalın tekniklerinin birleştirilmesi ve Yalın Altı Sigma'ya dönüşüm aşama aşama proje ve uygulamalardan örneklerle yer verilmesi şeklinde yürütülmüştür.

Uygulama çalışması “Altı Sigma’dan bağımsız Yalın uygulamaları (7.6)”, “Yalın Altı Sigma uygulamaları (7.7)” ve bir “Yalın Altı Sigma proje uygulaması (7.8)” analizi olarak 3 bölümde gerçekleştirilmiştir. Her ne kadar Yalın ve Altı Sigma uygulamalarında birbirinden bağımsız uygulama teknikleri olsa da, proje bazında ve iyileştirmelerde ortak teknikler de kullanılabilmektedir.

7.6 Altı Sigma’dan Bağımsız Yalın Uygulamaları:

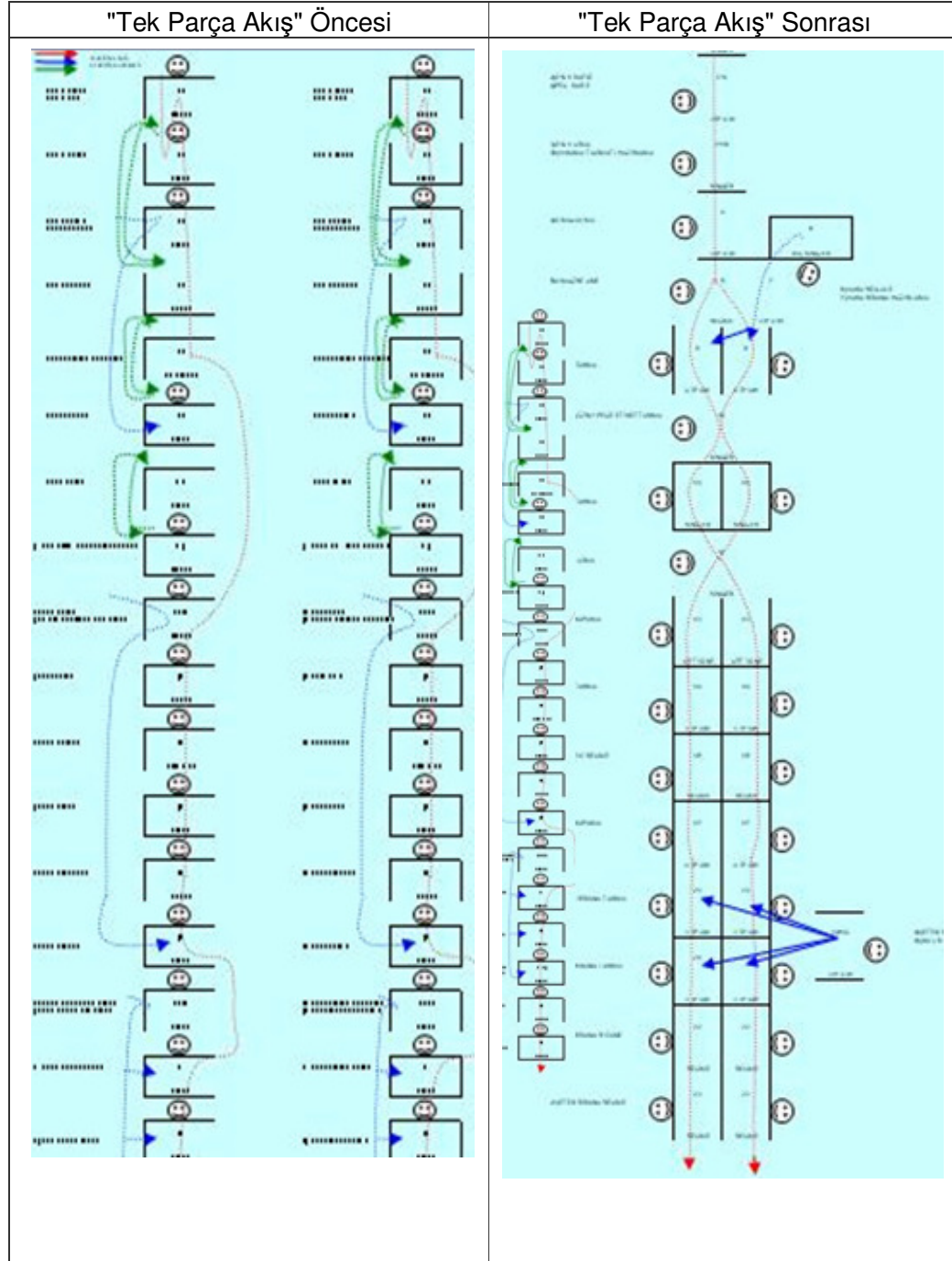
Çalışma kapsamındaki tekstil işletmesi, boyalı kumaş ve aksesuarı tedarik ederek bünyesinde baskı, nakış ve hazır giyim proseslerini gerçekleştirmekte, dünyada en çok bilinen markalar için spor giyim üretmektedir. Ürünlerin tamamı ihraç edilmekte olup, işletme Yalın üretimi 2002 yılında uygulamaya başlamıştır.

Yalın üretime geçişte: “Müşterinin siparişinden yükleme tarihine kadar geçen teslimat süresini katma değer yaratmayan operasyonların azaltılarak kısaltılması” hedef olarak belirlenmiştir. Yalın üretim eğitimi, bağımsız danışman firma tarafından dört aylık Yalın üretim metodolojisi ve teknikleri içeriği ile gerçekleştirilmiş, eğitime işletme lideri bizzat projeleri yürüterek katılmıştır. Yalın üretim eğitimine işletme liderinin katılımı, üst yönetimin kaynak ayırması ve değişimi bir vizyon olarak belirleyerek değişim yönetimini sahiplenmesi açısından önemli bir rol oynamıştır. Yalın üretim eğitiminin ilk fazından sonra yapılan ilk çalışma Yalın yayılım ekibinin kurulmasıdır. Yalın yayılım ekibine işletme lideri tarafından Yalın ilkeleri ve Yalın teknikleri eğitimi verilmiştir.

7.6.1 Tek Parça Akış Uygulamaları:

Yalın yayılım ekibinin ilk uygulaması üretim bantlarının “Tek parça akış sistemi” ne göre tekrar düzenlenmesi olmuştur.

Şekil 13. Tek Parça Akış Sistemine Göre Üretim Bant Düzenlemesi



Tek parça akış sistemine geçiş aşaması ilk etapta tek bir üretim bandına uygulanmıştır. İlk üretim bandına uygulanması sonrası belirgin avantajlar elde edilmiştir. Aşağıda yer alan veriler aynı süre içinde aynı adet ürün üretildiği baz alınarak hesaplanmıştır. Bunlar;

Süreçteki İş (WIP- Work In Process): Herhangi bir anda üretim bandı içerisinde bulunan yarı mamul ürünlerin toplamıdır. Yalın üretim öncesi ilgili üretim bandında ortalama 680 olan süreçteki iş adedi yaklaşık 90% azalarak 60 adede düşmüştür.

Üretim Bandında Üretim Hızı (MLT – Manufacturing Lead Time): Bir ürünün üretim bandında ortalama üretim süresi 336 dakikadan yaklaşık 90% azalarak 30 dakikaya düşmüştür.

Operatör Sayısı: Aynı miktarda ürünü üretmek için gerekli operatör sayısı 15% azalarak 34'ten 29'a inmiştir.

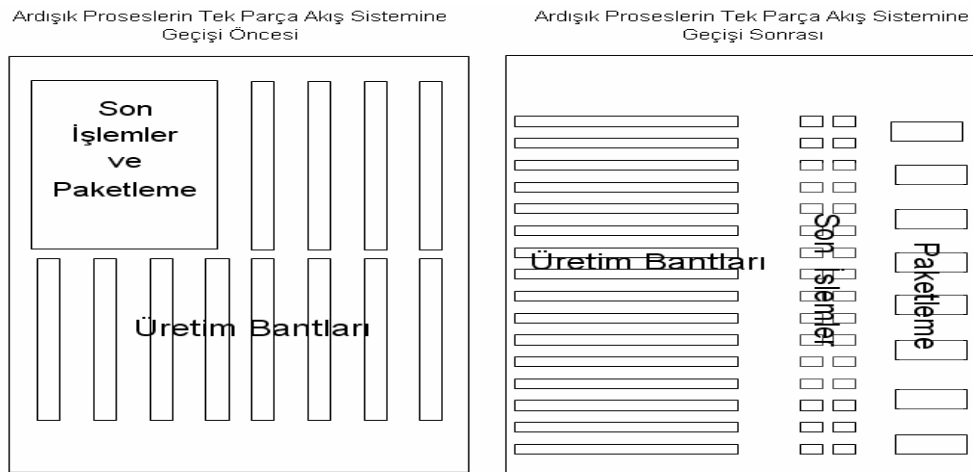
İlk uygulama olan “Tek Parça Akış” sistemine geçişte üretim hızında 90% artış sağlanırken, işletme içi stok aynı oranda 90% civarında azalmıştır. Stokların azalması, stokta bekleyen ürünün işletme şartlarından etkilenerek kalitesinin bozulmasını önlediği gibi, Yalın üretim ilkeleri israfları olan “Bekleme”, “Gereksiz taşıma ve ya aktarma”, “Fazla stoklama”, “Gereksiz hareket” gibi kayıpları da önlemiştir. Tek parça akışa geçişte karşılaşılan en büyük problem işletmede var olan makine arızaları, duruşlar, eleman yetkinliği, malzeme bekleme gibi Kaizen faaliyetleri başlığı altında detaylı incelenen 16 büyük kaybın su yüzeyine çıkmasıdır.

Tek parça akışa geçişte işletmelerin en büyük tereddüdü 16 kayıp dolayısıyla yaşanabilecek üretim kaybıdır. İşletmeler “Tek parça akış” sistemine geçişte Kaizen çalışmaları ve liderlik ekibinin desteği ile bu kayıplar ile baş edebilmesi için yoğun çaba harcamalıdır. Örnek uygulamada tek parça akışa geçişte başlangıçta “Emniyet stoku” olarak da tabir edilen üretim istasyonları arasında tek yerine 2–3 parça ürün bırakılarak 16 kaybın üretime etkisi ilk etapta azaltılmaya çalışılmıştır.

Tek parça akış sistemine geçişte bir diğer çıktı ise operatör gereksiniminin azalmasıdır. Yalın üretime geçişte katma değer yaratmayan proses adımları azaltıldıkça eleman ihtiyacı da buna paralel olarak azalmaktadır. Bu noktada organizasyonda lider “Hiçbir çalışanın Yalın üretim uygulamasından dolayı işten çıkarılmayacağını” taahhüt etmelidir. Bu durum yeni eleman alımı azaltılarak bir dengeye oturtulabilmektedir. Çalışanların Yalın üretime geçişte iş kaybı korkusu yaşamaması hem motivasyonu arttırmakta hem de yayılım için bir avantaj sağlamaktadır. Aksi takdirde Yalın üretime geçişte çalışanların gizli dirençleri ile karşılaşılabilen bir konu gözden kaçırılmamalıdır.

7.6.2 Sürekli Akışın Sağlanması:

“Tek parça akış” sisteminin üretim bantları bazında tüm işletmeye yayılması sağlandıktan sonra ikinci operasyon olarak üretim bandını takip eden “Son işlem” prosesleri de “Tek parça akış” sistemine göre yeniden düzenlenerek prosesler arası sürekli akış sağlanmıştır. Üretim bandından sonraki işlem olan ütüleme, kalite kontrol, etiketleme ve poşetleme aşamalarını içeren son işlem prosesi Yalın üretimde bant akışında yaşanan hızlanmaya cevap verememiştir. İşletmenin son kısmında yer alan son işlem ünitesi merkezi olmaktan çıkartılarak her üretim bandının sonuna dağıtılmıştır. Aynı şekilde son işlem olan “Kolileme” prosesi de tüm Yalın üretim bantlarına dağıtılmıştır. Aşağıdaki şekilde ardışık proseslerde tek parça akış sistemine geçiş şematik olarak gösterilmektedir;



Şekil 14. Ardışık Proseslerde Tek Parça Akış Sistemine Geçiş Şeması

Ardışık proseslerde tek parça akış sistemi sonrası işletme içinde 60 % a varan alan (yer) tasarrufu sağlanmıştır. Üretim bandından çıkan ürünler hiç beklemeden ütüleme, kalite kontrol, etiketleme ve poşetleme adımlarından geçerek son operasyon adımı olarak kolilenmektedir. Bu değişim üretime büyük hız kazandırmıştır.

Tek parça akış sisteminin gözlenen bir diğer avantajı ise; herhangi bir anda üretim hattında meydana gelebilecek herhangi bir değişikliğe çok hızlı cevap verebilme özelliği kazanmasıdır. Tek parça akış uygulaması öncesinde model değişimi için bant içi ve birbirini takip eden ardışık proseslerdeki ürünlerin proseslerini tamamlanması ve mevcut ara stokların bitirilmesi gerekmektedir. Ardışık proseslerde tek parça akış sisteminde modelde müşteri tarafından gelebilecek herhangi bir değişiklikte o anda üretimde olan 60 kadar ürün müşteri ile görüşülerek tamamlanmakta, hızlı bir şekilde modeldeki değişiklik uygulanabilmektedir. Tek parça akış sistemi öncesi üretim bantları ve ardışık proseslerde 1000 adede yakın ürün bulunmakta ve model değişimi için zorlanılmaktaydı.

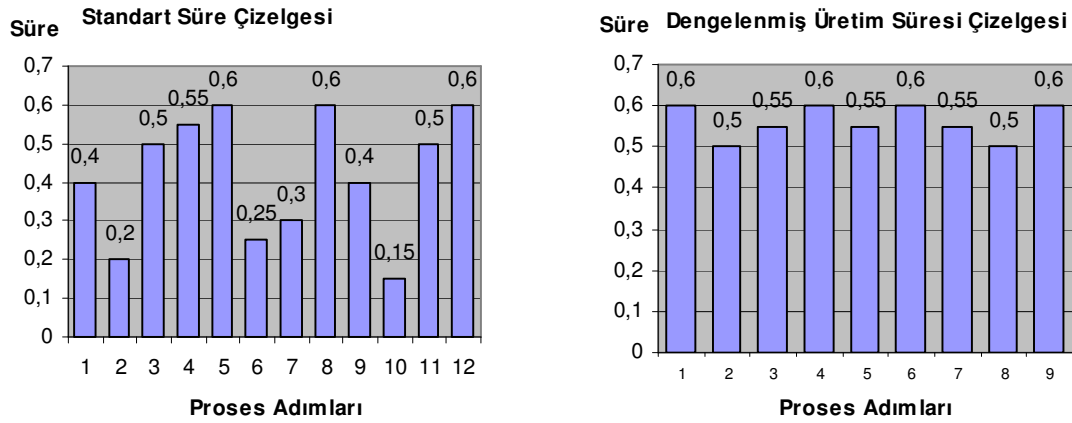
Tek parça sistemi ile sağlanan bir diğer avantaj; tek parça akış sistemi öncesinde herhangi bir proste seri üretim hatası yapılması durumunda bant sonu kalite kontrol prosesinde fark edilebilmekte, geri bildirim ve düzeltici faaliyete geçiş süresinde üretim bandı içinde hali hazırda yüzlerce ürün bulunmaktaydı. Eski sistemde hataların fark edilerek düzeltilmesi zaman almakta ve bu arada üretilen ürünler ıskartaya ayrılmaktaydı.

Tek parça akış sistemi, çevrim süresini, işletme içi stok adedini, hatalı ürün oranını, işletme alan ihtiyacını belirgin oranda iyileştirirken müşteriden gelebilecek değişikliklere tepki süresini müşteri beklentisinin ötesine taşımıştır. Tek parça akış sisteminin başarılı bir şekilde uygulanması bile Yalın üretime geçişte işletmelere büyük faydalar sağlamakta, gerek müşteriler gerekse organizasyonda çalışanların sisteme bağlılığı ve motivasyonunda önemli katkı sağlamaktadır.

7.6.3 Takt ve Çevrim Süresi Uygulamaları:

Sürekli akışın sağlanması aşamasında akış hızın gösteren “Çevrim süresi” (Cycle time) uygulaması başlatılmıştır. Çevrim süresinde hedef, bant dengelemesini sağlayarak süreyi takt süresine eşitlemektir. Bant dengeleme öncesi her bir proses adımının standart

Üretim süresi ölçülmektedir. Operasyonların sürelerine göre standart süre izelgesi oluşturulmaktadır. Operasyonların birleştirilmesi ya da organizasyonu yoluyla proses adımları mümkün olduğunca azaltılarak üretim bandı dengelenmektedir. Aksi takdirde tek parça akış sistemine göre bazı operatörler yarı mamul operasyonu için beklerken diğer operatörler önceki istasyondan gelecek işi beklemek zorunda kalmaktadır. Proses adımları azaltılarak ve dengelenerek oluşturulan üretim bandı planlaması “Dengelenmiş retim izelgesi” (balanced chart) ile yapılmaktadır. Üretim bandı iş dengelemede diğer bir önemli konu çalışanların “oklu yetenek seviyesi”nin mümkün olduğunca yüksek tutulmasıdır.



şekil 15. Dengelenmiş retim izelgesi (Balanced Chart)

şekil 15’de yer alan örnek uygulamada 12 adımlı bant üretim prosesinde tüm adımlar tek bir değer etrafında planlanarak diğer bazı adımlar birleştirilmiş ve proses adımları arası bekleme ya da stok artışı engellenmiştir. Bir retim bandının çevrim süresi en uzun operasyonun çevrim süresine eşittir. Bandın dengelenememesi durumunda en uzun çevrim süresine sahip adımdan daha kısa sürede gerçekleştirilen diğer bir adımda oluşan stok “Kritik proses adımı” olarak da adlandırılan en uzun çevrim süresine sahip adım öncesi beklemeye geçmektedir. Dengelenemeyen bant içinde stok oluşmakta, verim düşmekte, tek parça akış ve çekme sistemi uygulanamaz duruma gelmektedir.

Tek parça sürekli akışın uygulanması için bant (retim) dengelemeye mutlak ihtiyaç vardır. Optimum bant dengeleme için metot veya etüt mühendisliği tarafından operasyon süreleri doğru bir şekilde belirlenmelidir.

Müşteri teslimat süresine tam uyum (tam zamanında üretim) için çevrim süresinin takt süresine mutlaka eşit ve ya biraz aşağısında olması gerekmektedir. Takt süresi müşterinin günlük sipariş miktarının günlük çalışma süresi ve üretim bant sayısına bölümü ile hesaplanmaktadır. Çalışma kapsamında günlük ortalama 20.000 adet olan sipariş miktarı önce 34 üretim bandına, ardından her bir üretim bandının günlük çalışma süresi olan 540 dakikaya bölünerek üretim bandından ardışık ürünün tamamlanma süresi hesaplanmaktadır. Bu örneğe göre;

Üretim bandı başına üretilmesi gereken adet = Günlük sipariş adedi / Üretim bandı sayısı = 20.000 / 34 = 588 adet ürün / gün

Takt süresi (ardışık iki ürünün üretim bandından çıkış süresi) = Üretim bandı başına üretilmesi gereken adet / çalışma süresi = 588 / 540 = 1.09 dakika = 65 saniyedir. Çevrim süresi takt süresine eşit ya da bir miktar altında hedeflenerek bant dengeleme yapılmaktadır.

7.6.4 Kanban Sistemi Uygulamaları:

Çalışma kapsamındaki tekstil işletmesi 2 kattan oluşmaktadır. Yalın işletmelerin mümkün olduğunca tek katlı olması hedeflenmektedir. Birden fazla katlar Yalın ilkelerinden “gereksiz taşıma ve aktarma” ile “gereksiz hareket” israflarına neden olmaktadır. Tekstil işletmesi kuruluşundan 3 yıl sonra Yalın metodolojisine geçiş yaptığı için işletme kurulumu esnasında planlanması gereken tek kat sistemine uyamamıştır. İşletmede birinci katta dikim öncesi işlemler olan kesim, baskı, nakış ve aksesuar depolama operasyonları gerçekleşmekte ikinci katta ise dikim, son işlemler ve paketleme gerçekleştirilmektedir.

Dikime kadar olan prosesler çekme sistemi ile çalışırken dikim sonrası prosesler tek parça akışa göre itme sistemi ile çalışmaktadır. Çekme sistemi uygulama aşamasında işletme için kritik ya da darboğaz (constraint) operasyon belirlenir. Tekstil işletmesinde ana operasyon dikim olması ve bu prosesin tek parça akış sistemine göre çalışması sebebiyle dikime kadar çekme Kanban sistemi uygulanmaktadır. Dikim öncesi tüm operasyonlar alt katta gerçekleştirildiği için dikim için gerekli olan aksesuar ve yarı mamul kanban sistemi ile alt kattan çekilmektedir.

Katlar arası kanban uygulaması Yalın üretim uygulamasının ilk başlarında “Pano” ve kartlar ile gerçekleştirilirken bu çalışmanın Yalın ilkesi ile çelişen “gereksiz taşıma ve aktarma” ile “gereksiz hareket” israflarına neden olduğu görülmüştür. Uygulamanın henüz başında üst kattaki her bir üretim bandının başına bir buton konmuş alt kattaki dikim öncesi son operasyon olan tasnif bölgesinde oluşturulan pano aracılığı ile iletişim sağlanmıştır. Alt kattaki panoda her bir üretim bandına ait lamba yerleştirilmiş, dikim bantlarında emniyet stokunun altına düşüldüğünde grup lideri tarafından butona basılarak ışıklı (görsel) kanban sistemi devreye alınmıştır.

İşletmedeki her bir istasyon girişinde 5S’e göre belirlenmiş alanlarda “Maksimum Stok” ve “Emniyet Stoku” olmak üzere iki tip stok seviyesi belirlenmiştir. Yine bu stok seviyeleri 5S’e göre renklendirilerek işletme içinde her bir operatör ya da yöneticinin stok seviyesini rahatlıkla izleyebileceği bir “Görsel yönetim” tekniği de uygulanmıştır. İş istasyonları arasında maksimum stok ve buna bağlı olarak kullanılan kaset (yarı mamul ürünlerin içine konduğu) sayısı sınırlandırılmış ve her bir istasyon için farklı renkte kullanılarak (bir 5S uygulaması) birbirine karışması önlenmiştir.

Alt katta bulunan aksesuar deposundan üst kattaki dikim bantlarına çekme sisteminin kurulması amacıyla elektronik kanban sistemi devreye alınmıştır. Üst katta bulunan dikim alanında merkezi bir bilgisayar (kiosk şeklinde) yer almaktadır. Bantlarda ilgili sipariş üretime girmesinden kısa bir süre önce grup (üretim bandı) lideri kiosktan aksesuar talebinde bulunmakta, alt katta bulunan aksesuar deponun duvarında asılı elektronik panoda ilgili üretim bandının ve iş emrinin numarası eşzamanlı olarak görülmektedir. Aksesuar depodan ilgili ürüne ait aksesuarlar bir paket ile üretim bandına gönderilmektedir.

Çalışma kapsamındaki tekstil işletmesinde dikimden gelen talimatlara göre alt katta yer alan aksesuar depodan ve dikim öncesi son işlem olan tasnif prosesinden tam zamanında üretim için çekme sistemine göre akış sağlanmıştır. Alt katta yer alan tasnif prosesinde dikime konveyör ile sevk edilen dikime hazır yarı mamullerin emniyet stok miktarının altına düşüldüğünde tasnif bir önceki işlem olan baskı ve nakıştan, baskı ve nakış da önceki prosesler olan kesimden çekme sistemi yarı mamul talebinde bulunmakta ve çekme sistemi ile sürekli akış sağlanmaktadır.

Tek parça akış sistemi uygulanmakta olan dikim bandından sonraki prosesler olan son işlemler ve paketleme itme sistemine göre çalışmaktadır. Dikimi tamamlanan ürün kalite kontrol işleminde geçmektedir. Kalite kontrol işleminde ürünün müşteri teknik şartnamesine uymadığı durumlarda tamir amaçlı olarak hatanın gerçekleştiğı operasyona geri gönderilmektedir. Hatalı ürünü geri alan operatör hatayı tamir ederken, hatanın devam etmemesi için gerekli önlemi almaktadır. Tek parça akış sisteminin önemli avantajlarından biri olan hatalı operasyonu sadece birkaç dakika içerisinde ve sadece birkaç ürünle sınırlı olmak üzere tespit edilebilmektedir. Yalın üretimin ve tek parça akış sisteminin uygulanmadığı işletmelerde her bir operasyon sonrası ara stoklar oluşmakta ve dengelenmemiş bir üretim bandında stok miktarı devam eden hatanın çok sonra fark edilmesine ve hata oranının çok yüksek seyretmesine neden olmaktadır. Bu problem kalite ve karlılığı direkt olarak etkilediğı gibi tam zamanında üretimi de zorlaştırmaktadır.

7.6.5 7S Uygulamaları:

Tek parça akış ve kanban sistemleri ile sürekli akış sağlanırken 5S uygulamaları da eş zamanlı olarak başlatılmıştır. İşletme alışma ortamının daha temiz, daha düzenli, daha çalışabilir, daha güvenli olması ve bunun sürekli hale getirilmesi amacıyla 5S adımları sırasıyla devreye alınmıştır.

Sınıflandırma aşamasında çalışma alanında (Japonca: Gemba) bulunan, işin yapılmasına katkısı olmayan nesneler “Kırmızı Etiket Yöntemi” işaretlenmiş ve bir aylık bir sürede gerekli olmayan nesneler belirlenmiştir. Tek parça akışına geçiş ile birlikte çok sayıda kaset (yarı mamullerin taşındığı ve depolandığı kutular), sehpa vb. teçhizatlar atıl duruma gelmiştir. Tüm gereksiz malzemeler Gemba’dan uzaklaştırılmıştır. Ortak depo sahasını düzenleyecek yetkiler belirlenmiştir. Bu aşamada sadece tek kişinin ihtiyaç duyduğu malzemeler kişisel çalışma alanına yerleştirilmiştir. 1 aydan daha fazla sürede gereksinim duyulan (sezonsal, 6–12 aylık dönemlerde) olan malzemeler ise uzak bir depoya yerleştirilmiştir.

Sıralama / Düzenleme aşamasında tüm malzemeler dışarıdan gelen yeni bir çalışanın rahatlıkla bulabileceğı veya algılayabileceğı şekilde tanımlanmıştır. Malzemeler için pano ve kutular yapılarak her bir ekipman, alet veya malzemenin aynı yerden alınıp

aynı yere bırakılması sağlanmıştır. Bu aşamada depolar tekrar elden geçirilmiş gerekli yerlerde yeni raflar oluşturulmuş, raflarda bulunan malzemeler “yer-göz-raf” sistemi ile tanımlanmıştır. Depodaki malzeme bilgileri bilgisayara girilmiş ve depo malzeme hareketi için barkot sistemi oluşturulmuştur. Malzeme ihtiyacı veya hareketi ilgili departman tarafından network üzerinden rahatlıkla gözlenebilir ve bloke edilebilir duruma gelmiştir.

Bu aşamada işletme içindeki ulaşım koridorlarında malzeme, yarı mamul ve mamul taşıma alanları işaretlenerek gelişigüzel bırakılan eşyaların olduğu yerden geçen çalışanların bu eşyalara takılıp iş sağlığı ve güvenliğini tehdit etmesi önlenmiştir. Açıkta bulunan kablolar kutulara alınmış, tüm panolar tanımlanarak kontrol altına alınmıştır.

Düzenleme aşamasında görsel yönetimi de desteklemek amacıyla renk kodlama sistemi kullanılmıştır. Renk kodlama sistemi ile kalite, iş güvenliği, stok seviyeleri vb. ilgili tüm görsel parametreler işaretlenmiştir. Kanban sistemini desteklemek amacıyla her bir proses öncesi maksimum ve optimum stok seviyesi ile stoklama alanı da renklere göre ayrılarak görselleştirilmiştir. Renk kodlama sistemi ile ilgili çalışanlara eğitim verilmiş, renklere göre algılama ve karar verme yeteneği artırılmıştır.

Silme / Temizleme aşamasında işletme içerisinde (gembada) genel bir temizlik hareketi başlatılmıştır. Temizlik hareketinin kalıcı olabilmesi amacıyla Kaizen aktiviteleri düzenlenmiştir. İşe başlamadan ve iş sonunda temizlik bir prensip haline getirilmiştir.

Temizleme aşamasında tüm alanlarda herhangi bir kir ya da toz olmaması hedeflenmiştir. Bazı noktalarda temizliğin sürekli olarak yapıldığı halde kirlenme ve tozlanmanın kronik hale geldiği görülmüştür. Bu noktada kirlilik kaynakları Kaizen çalışmaları ile tespit edilerek yok edilmeye ya da en azından kontrol altına alınmaya çalışılmıştır. Takip ve kontrol listeleri düzenlenerek temizlik periyodik hale getirilmiştir.

Birinci katta yer alan baskı alanında kimyasallardan kaynaklanabilecek kirlenme ve kokuyu önlemek amacıyla kimyasal malzeme kutu ve bidonlarının kapaklarının sürekli olarak kapalı kalması sağlanmış, işletme içi hava kalitesini belirli seviyede tutabilmek için baskı işletmesine fanlar yerleştirilmiştir.

Standartlaştırma aşamasında sınıflandırma, düzenleme ve temizlik aşamalarında elde edilen kazanımların korunması sağlanmıştır. Özellikle yalın üretim sisteminin ilk aşamasında sağlanan iyileştirmelerin standartlaştırılması ve örgütte kültürün yeni sisteme uyum sağlaması açısından bu aşamaya kadar olan tüm çalışmaların sistem altına alınması gerekmektedir. Sadece gerekli olan eşyalar alanda olmalıdır. Her şeyin bir yeri vardır ve yerindedir. İşletme içinde tüm alanlar, makine ve ekipmanlar temizdir. Bakım ve temizlik planlarına uyulup uyulmadığı kontrol edilmektedir. Anlık stokun görülebilmesi standartlaştırılır.

Sahiplenme / Sistemi Kurma / Sistemi Koruma / Disiplin aşamasında konulmuş olan yeni kuralların ve yeni uygulamaların tüm çalışanlar tarafından alışkanlık haline gelmesi hedeflenmiştir. Sistemin sürekliliği sağlamak amacıyla yoğun eğitim faaliyetleri düzenlenmiştir. 7S panosu oluşturularak çalışanların farkındalığı artırılmıştır.

Yalın üretim metodolojisinde 5S olarak bilinen teknik geliştirilmekte olup, çalışma kapsamındaki tekstil işletmesinde önce 6S ardından 7S uygulamalarına geçilmiştir.

İş Güvenliği, 5S çalışmalarından sonra altıncı S olarak uygulanmıştır. 5S tekniği uygulanırken çalışanların iş sağlığı ve iş güvenliği sıralama (düzenleme) kapsamında değerlendirilirken Yalın üretimde çalışan odaklılığından hareketle tüm proseslere ait, makine, ekipman, koridorlar ve depolama alanlarında iş sağlığı ve güvenliği daha kapsamlı bir düzeye taşınmıştır. Çalışan ergonomisi de bu madde kapsamında değerlendirilmektedir.

Mutlu çalışanın iş motivasyonu yükselmekte, değişimin bir parçası olmak için sürekli iyileştirme çalışmalarına katılmakta ve organizasyona bağlılığı artmaktadır. 6S uygulamalarından sonra yedinci S olan (smile) mutlu çalışan olarak 5S in devamında sağlanan bir geliştirmedir.

7S uygulamasında çalışan mutluluğu formüle edilerek izlenmektedir. Buna göre; Çalışan mutluluğu = 1- (İşe devamsızlık oranı * iş kazası sayısı * işten ayrılma oranı) olarak departman bazında hesaplanmaktadır.

7S çalışmalarının iki önemli Yalın üretim parametresi olan ilk defada doğru üretim ile verimliliğe olumlu etkisi olduğu saptanmıştır. 7S denetimi sonucu en yüksek puanı alan üretim bantları hediye çeki ve üretim bandı başına asılan görseller ile ödüllendirilmektedir. Üstte çalışma kapsamındaki tekstil işletmesinde uygulanmakta olan 7S denetim listesi yer almaktadır.

7.6.6 SMED Uygulamaları:

Yalın üretim uygulamalarında SMED tekniği ile model değişim sürelerinin “Tek basamaklı” veya 10 dakikadan daha az sürelere düşürülmesi hedeflenmektedir.

Üretim (dikim) bantlarında model değişim süre ortalaması 2006 yılı itibarı ile 48 dakikadır. 2006 yılı sonunda üretim bantlarında süreyi kısaltmak amacıyla “Model Değişim Takımı” kurulmuş, ilk olarak “Model Değişim Prosedürü” yayınlanmış ve eğitimi verilmiştir. Çalışma kapsamındaki tekstil işletmesi 2007 yılı itibarı ile hedeften oldukça uzakta olmasına rağmen prosesler bazında model değişim sürelerini 10 dakikanın altına indirmeyi hedef olarak belirlemiştir. Hızlı bir şekilde 10 dakikanın altına inmek mümkün olmasa da Yalın üretimin bir parçası olan sürekli iyileştirmeler ile uzun vadede hedef organizasyon ile paylaşılmıştır. 2007 yılında proses bazında oluşturulan model değişim süre hedefleri aşağıdaki gibidir;

Dikim bandı	< 10 dakika
Baskı	< 10 dakika
Kumaş kontrol	< 10 dakika
Serim	< 3 dakika
Nakış	< 3 dakika

2007 yılı sonunda model değişim uygulamaları ilk sonuçlarını vermiş, dikim bantlarında model değişim süreleri % 33 azalarak 32 dakikaya düşürülmüştür. Model değişim için bir kontrol listesi oluşturularak sürenin daha kısaltılması için kritik kontroller tanımlanmıştır. 2008 yılına kadar sadece MD takımı ve prosedürü ile devam eden organizasyon aynı yıl içinde SMED tekniği ile tanışmıştır. SMED el kitabı oluşturulmuş ve tüm çalışanlara eğitim verilmiştir.

SMED analizi ile iç ve dış faaliyetler belirlenmiş, 2008 yılı itibarıyla iç faaliyet oranı % 40 olarak saptanmıştır. Bu noktadan hareket ile ilk hedef olarak iç faaliyet oranının % 30' a düşürülmesi ve buna göre % 10 luk bir kısmın dış faaliyete dönüştürülmesi planlanmıştır. Plan çerçevesinde mevcut kontrol listesi; model değişim prosesi çalışanları, destek birimleri ve departmanların sorumlulukları gözden geçirilerek yenilenmiştir. Gerçekleştirilen Kaizen çalışması çerçevesinde iç faaliyetlerden zaman alan adımlar listelenmiş ve Pareto analizi sonrası "Makinelerin taşınması" ve "Makinelerin ayarlanması" en uzun adımlar olarak saptanmıştır.

Kaizen projesinde "Makine ayarının" iyileştirilme kapsamında uzun model değişim süresine sahip olan kemer makinesi biye değişimi için bir ekipman geliştirilerek çoklu hale getirilmiştir. Proje öncesi 7,05 dakika olan kemer operasyonunda iç faaliyet süresi, proje sonrası yaklaşık % 90 oranında iyileştirilerek 0,75 dakikaya düşürülmüştür. Kemer makinesinde bunun dışında bobin değişim süresinin azaltılması amacıyla bobin kapasitesi yükseltilmiştir. Biye ve kordon aparatları birleştirilerek her model değişiminde tekrar ayar gereksinimi ortadan kaldırılmıştır. Çift pedal ile çalışan makinelere hava sistemi bağlanarak tek pedala düşürülmüştür.

"Makinelerin taşınması" iyileştirme kapsamında makinenin ayaklarının altına tekerlek eklenerek tek kişinin kolaylıkla hareket ettirebilmesi sağlanmıştır. Pilot bir SMED bandı kurularak makinelerin taşınmasının yanında makine ayarları ile ilgili iyileştirme uygulamaları tatbik edilmiş, yeni üretime girecek ürünlerin hazırlıkları bu bantta tamamlanarak üretime alınmıştır. Ürün ailesi grupları belirlenmiş ve MDS ürün gruplarına göre ayrıştırılmıştır.

SMED ve buna bağlı Kaizen teknikleri ile dikim bantlarında iç faaliyetler 2008 yılı sonunda 12 dakikaya indirilmiştir. Dikim bantlarında yapılan çalışmaların benzeri baskı departmanında da yapılmış, 90 dakika olan MDS (tamamı iç faaliyet iken) 19 dakikaya düşürülmüştür. Baskı departmanında el ile işaretleme yerini lazer ile işaretlemeye bırakırken, baskı prosesinde kullanılan kalıp ve rakle kontrolü dış faaliyete dönüştürülmüştür. Baskıda diğer bir iyileştirme ise üretim öncesi renk tutturma adımı alınan yeni bir numune makinesi ile yapılarak dış faaliyete dönüştürülmüştür.

Nakış prosesi 19 dakika ve tamamı iç faaliyet iken, SMED uygulamaları sonrası 2,7 dakikaya düşürülmüştür. İyileştirme kapsamında yüksek frekansta kullanılan nakış iplikleri belirlenerek bu bobinler sürekli yedekli hale getirilmiş, nakış modeli değişiminde çoklu yeteneğe sahip ekstra çalışan görevlendirilmiş ve nakış sehпасı altında yedek ünitesi oluşturulmuştur.

Model değişim sürelerinde belirlenen hedeflerin bir kısmına ulaşılmış, sürekli geliştirme ve yayılım kapsamında eğitimler sürekli hale getirilerek çalışanların yetkinliği artırılmıştır.

7.6.7 Değer Akışı Haritalama:

Çalışma kapsamındaki tekstil işletmesinde değer akış haritası sürekli akışı sağlamak, süreçteki işi (WIP) azaltmak ve katma değer yaratmayan proses ve ya proses adımlarını ortadan kaldırmak amacıyla kullanılmaktadır.

Değer akış yöneticisi liderliğinde “Değer akış komitesi” oluşturulmuştur. Değer akış yöneticisi, yüksek seviyeli (tedarikçilerin ve müşterilerin de dâhil olduğu) VSM hazırlar ve komiteyi yılda en az iki kez toplantıya çağırarak harita üzerinde fırsatları birlikte değerlendirir. Bu toplantıda ortaya çıkan fırsatlar ile gelecekteki VSM planlanmaktadır. VSM prosesi ile ilgili tüm çalışmalar bir prosedürde toplanmıştır.

VSM ler ürün ailesine göre hazırlanmaktadır. Ürünler proses akışına ve bant dizilimine göre ürün aileleri olarak gruplandırılmıştır. İşletmede polo yaka, tüp kumaştan, basit ve komplike olmak üzere dört ürün ailesi mevcuttur. Her bir ürün ailesinin değer akış haritası ve fırsatları farklılık göstermektedir. Periyodik toplantılar ürün ailesi bazında yapılmaktadır.

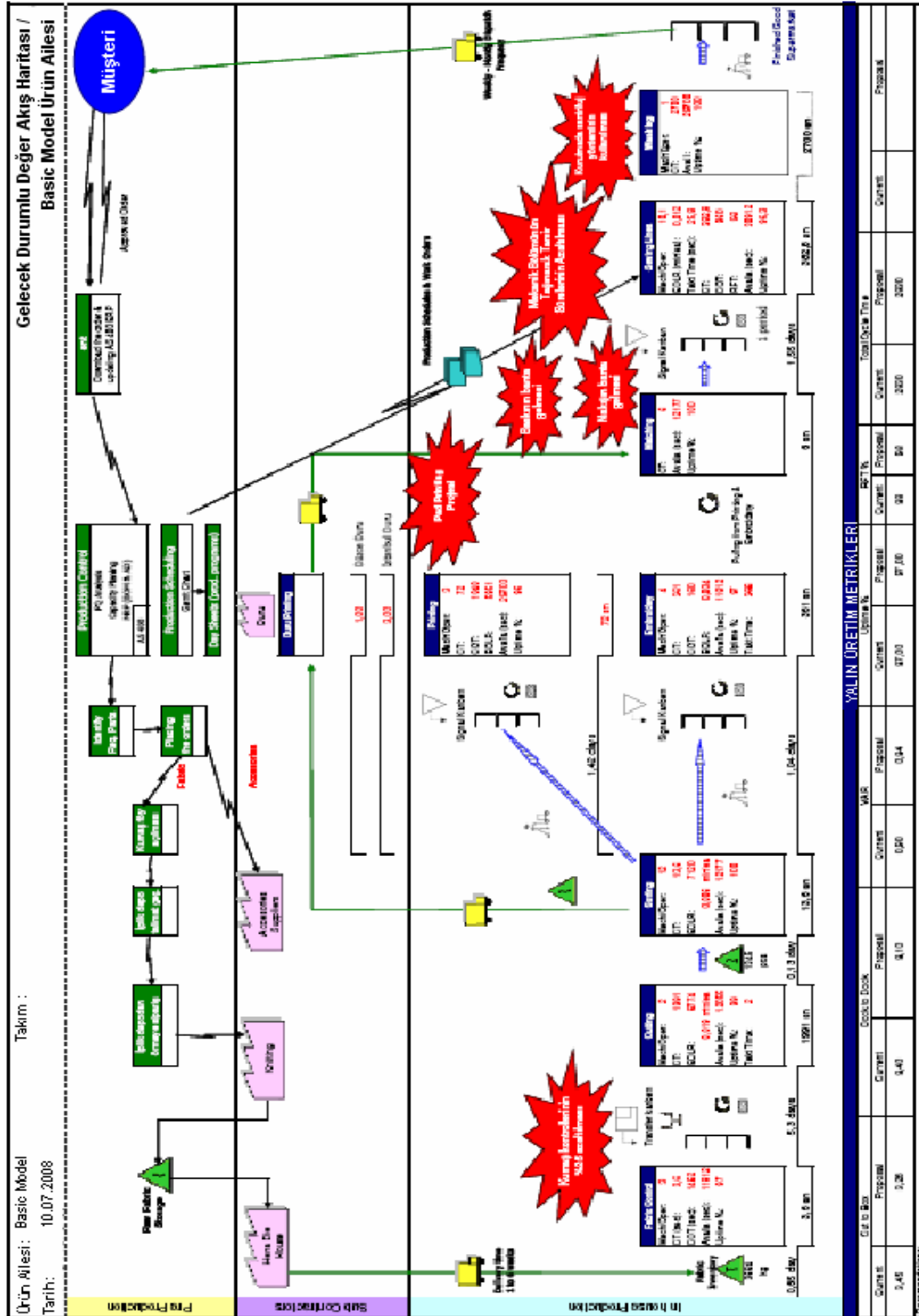
Kumaşın depoya girişinden ürünün müşteriye sevkine hazır hale gelmesine kadar toplam süre D2D (doktan doka) parametresi ile takip edilmektedir. Mevcut değer akış haritasında 11,27 gün olan bu sürenin komite tarafından haritada ortaya konulan fırsatlar ile 10,47 güne düşürülmesi hedeflenmiştir. Değer akış yöneticisi tarafından hazırlanan VSM de dikim öncesi proses olan baskı prosesi 1,25 gün olarak hesaplanmıştır. Baskı prosesinin bir

kısmı şehir dışında bir fason üreticide gerçekleşmekte ve şehir dışına baskı için giden ürünler taşımadan dolayı yaklaşık bir gün kaybetmekte ve bunun sonucu olarak ortalama baskı süresini 1,25 güne taşımaktaydı. Şehir içinde yeni bir fason baskı işletmesinin seçilmesi ve devreye alınması ile birlikte gereksiz taşımanın (yalın ilkelerine göre sekiz israftan biri) ortadan kaldırılması planlanmıştır. Yıl içinde yeni baskı işletmesinin devreye alınması ile birlikte ortalama baskı süresi 0,40 güne düşürülerek D2D süresi hedeften de daha iyi bir seviye olan 10,42 güne düşürülmüştür. VSM, prodesteki iyileştirmeye bağlı olarak güncellenmiştir.

Değer akış haritasında ortaya çıkan diğer bir fırsat ise yurtdışından tedarik edilmekte olan bir aksesuar grubunun yurt içinden temin edilmesidir. Mevcut durumda aksesuar WIP seviyesi ithal ürünler için 4–5 hafta civarındaydı. Bu sürenin büyük bir kısmı yurtdışında üretilen aksesuarın Türkiye'ye getirilmesi için gereken süreden oluşmaktaydı (bir diğer gereksiz taşıma israfı). Müşteri ile görüşmelere başlanarak ilgili aksesuarın yurtiçinde üretilmesi için onay alınmış, bu değişiklikle aksesuar WIP'i % 80 oranında iyileştirilerek 4–5 güne düşürülmüştür.

Değer akış haritasında katma değer yaratmayan proseslerin ortadan kaldırılması ile ilgili olarak dikim ve baskı öncesi üç adımda gerçekleştirilen tasnif, metolama ve kontrol adımları bir iyileştirme fırsatı ile tek bir adımda toplanmıştır. Proses birleştirme sonucunda tüm üç proses çalışanı tek bir masaya toplanmış ardışık proseslerin bir masadan diğer masaya taşınması önlenmiştir. Her üç departman çalışanlarının çoklu yeteneklerinin artırılması çerçevesinde diğer prosesler ile ilgili eğitim verilmiş, üretim esnasında birleştirilmiş prosesi uygulama için teşvik edilmişlerdir. Taşıma ve bekleme zamanları ortadan kalktığı için proses toplam çevrim süresi düşmüştür. Bunun sonucu olarak bu adımlarda WIP (süreçteki iş) % 15 oranında azalmıştır.

Değer akış haritası herhangi bir prodeste, proses adımı, çevrim süresinde, takt süresinde, makine yada çalışan sayısında değişiklik olduğunda ürün ailesi bazında güncellenmektedir. Değer akış yöneticisi, sorumluluk tanımında olan bu değişikliklerde komiteyi periyodik toplantı takviminden bağımsız olarak bir araya getirebilmekte ve yeni fırsatları gözden geçirebilmektedir. Aşağıdaki şekilde fırsatların da belirlendiği bir değer akış haritası örneği yer almaktadır. Kırmızı şekiller fırsatları göstermektedir.



Şekil 16. Mevcut / Gelecek Durumlu Değer Akış Haritası

7.6.8 Hoshin Kanri Hedef Yayılımı:

Politika yayılımı planlaması (PDP) Totoya Üretim Sistemi'nden Yalın üretime uyarlanan Hoshin Kanri matrisi ile gerçekleştirilmektedir. Üst yönetim stratejilerini üç nesil olarak da tabir edilen üst kademe, orta kademe yöneticiler ile grup liderlerine Hoshin Kanri ile yaymaktadır.

[illegible]

Şekil 17. Hoshin Kanri Matrisi

Mevcut politika ve stratejilerin gözden geçirilmesi, yenilerinin belirlenmesi ve buna bağlı olarak da Hoshin Kanri matrisinin oluşturulması amacıyla Hoshin Kanri takımı oluşturulmuştur. Takım her yılın başında toplanarak müşterinin sesi (Altı Sigma'da daha etkin olarak kullanılan ve Yalın üretim yönetimine aktarılan - VOC), müşteri hedefleri, şirket hedefleri, yıllık iş planlarına göre ilgili yılın ana matrisini (birinci nesil) oluşturur.

Politikanın yayılımında üst yönetimin politikası orta kademe yönetim için strateji olarak belirlenir. Politikalar bir alt kademeye strateji olarak referans oluştururken, stratejiler planlar, planlar da taktiklere referans olmaktadır. Bu yayılıma örnek olarak; Üst yönetimin “Kalite değerlerinde sektöründe en iyi olma” politikası, orta kademe yöneticisi için ilgili proseste “Kalitesizlik oranının % 1’i geçmemesi” stratejisi olarak yerini almıştır. Grup lideri kendi prosesinde “Hata oranının %1 in gerçekleştirebilmek için” plan yapar ve buna bağlı olarak taktikler (aksiyon planları) oluşturur.

Hoshin Kanri matrisinde bu bilgilere ek olarak her bir adımın sorumlusu ya da takımı ile yıllık getiri hedefi de yer almaktadır. Yalın Altı Sigma DMAIC prosesinde tanımlama prosesinde bir girdi olarak kullanılmakta olan Hoshin Kanri matrisi bu özelliği ile sadece Altı Sigma uygulamakta olan organizasyonlara göre büyük bir avantaj sağlamaktadır. Yalın Altı Sigma uygulamaları başlığında detaylı olarak açıklanacak proje seçiminde getiri hedefi ve projenin tipi açısından Hoshin Kanri matrisindeki hedef getiri büyüklükleri önem kazanmaktadır.

Hoshin Kanri matrisi tamamlandıktan sonra üç nesil sorumluluklarını içeren o yıla ait operasyon planı oluşturularak organizasyon ile paylaşılmaktadır. Operasyon planı Yalın üretimde sıkça kullanılan A3 (Toyota da geliştirilen adını sayfa ebadından alan görsel uygulama) ile periyodik olarak izlenmektedir.

Tüm organizasyon ile paylaşımda PDP panoları da kullanılmaktadır. Bu panolarda proses bazında strateji, plan, taktik, A3 raporu yer almaktadır. PDP kurallarının açıklandığı bir prosedür de yer almaktadır. Ayrıca hedeflerin günlük, haftalık ve aylık olarak izlenebilmesi için bilgi işlem sistemi ile tüm hedefler tek bir ekranda (daha öncesinde bir A3 de) toplanarak görselleştirilmiştir.

Aşağıda PDP yayılımında üçüncü nesil için kullanılmakta olan A3 formatlı bir aksiyon planı yer almaktadır.

[illegible]

Şekil 18. Hoshin Kanri, A3 Formatlı Yıllık Operasyon Planı

7.6.9 Poka Yoke Uygulamaları:

Poka Yoke uygulamaları iki farklı yapıda gerçekleştirilmektedir. Bunlardan ilki işletme içerisinde kontrol noktalarında bulunan ışıklı düzeneklerdir. Tek parça akış sisteminde devam etmekte olan üretimde hatalı bir ürün tespit edildiğinde kontrol operatörü yanında bulunan butona basmakta ve prosesin gerçekleştiği alanda kırmızı renkli ışık yanmaktadır. Gürültülü çalışan proseslerde ya da ışığın görülmesinin zaman alabildiği durumlarda kırmızı lambanın yanında alarm ikazı da kullanılmaktadır.

Dikim üretim bandında hatanın tespit edildiği durumda “Andon” sistemi kullanılmaktadır. Japonca “Lamba” anlamına gelen andon sistemi ile dikim üretim bandı sonunda kalite kontrol operatörü bant grup liderine haber vermektedir. Bant grup lideri vakit geçirmeden kalite kontrolcünün yanına gelerek hatayı ve hatanın hangi proses ya da operatörden kaynaklandığı tespit eder. Ardından ilgili proses adımına ürün ile birlikte gider ve hatanın devam edip etmediğini kontrol eder. Hatanın devam ettiğinin tespiti durumunda grup lideri ikinci kez andon lambasına basarak bant üretimini durdurur ve hatanın bir an önce giderilmesini sağlar. Gerekğinde bakım ekibine haber vererek makinenin tamir ya da değişimini talep eder. Hatanın devam etmediğini tespit etmesi durumunda kontrol noktasından aldığı ürünü tamir için ilgili operatöre teslim eder. Ardışık ürünlerde hata çıkmadığından emin olana kadar gözleme devam eder. Tek parça akış sistemin avantajı olarak hata son aşamada tespit edildiğinde bile sadece bant içinde bulunan birkaç ürün etkilenmektedir. Bu uygulama “Keşfetmeye (Bulmaya) Yönelik Poka Yoke” dir ve “Durdurma ve Alarm” fonksiyonlarından yararlanılmaktadır.

Baskı ve nakış üretiminde de kırmızı andon lambası kullanılmaktadır. Baskı ve nakış prosesleri durdurması daha kolay olduğu için hatalı ürün tespit edildiğinde yedek eleman olması durumunda durdurmadan, tek operatör çalıştığında durdurarak kalite kontrol noktası ziyaret edilerek hatalı ürün incelenmektedir.

Baskı, nakış ve dikim üretim bantlarında gerçekleşen bu uygulama proses dışında başka bir operatörün (kalite güvence ekibinin) bulduğu hatalı ürünün gözlenmesi şeklindedir. Her ne kadar tek parça akış sistemi ile sürekli oluşabilecek bir hata saniye ya da dakikalar sonra tespit edilse de en istenilen durum operatörün prosesini ve tamamladığı

ürünü kendi kontrol etmesidir. Eğitim ve hata kartelâları ile operatörlerin proseslerini kontrol etmesi için gerekli çalışmalar sürekli olarak devam etmektedir. Dikim üretim bandında bant dengeleme esnasında her operasyonunun çevrim süresi %100 eşit olmamaktadır. Üretim bant dengelemede amaç en optimum çevrim süresini planlamak olsa da operatörlerin tempolarına ve iş akışına göre bir miktar ek süre kalabilmektedir. Operatörlere verilen eğitimler ile otonom kontrol teşvik edilmektedir.

Diğer bir Poka Yoke tipi Kaizen projeleri ve öneri sistemlerinden gelen iyileştirmelerdir. Baskı hatalarının azaltılması için yapılan bir Kaizen projesinde Pareto analizi ile en sık tekrarlanan hatanın baskı prosesinde lekelenme olduğu tespit edilmiştir. Kaizen proje çalışması esnasında ekip üyelerinden gelen öneri ile baskıda lekenin baskı kalıbının periyodik temizliği ile önlenebileceği düşünülmüştür. Baskı prosesinde periyodik kalıp temizlemenin unutulmaması amacıyla zaman ayarlı sesli ve ışıklı ikaz lambası monte edilmiştir. Bu ikaz lambası 15 dakika arayla çalarak operatörün kalıp temizlemesini unutmasını önlemiştir. Bu uygulama “Önemeye Yönelik Poka Yoke” dir ve “Alarm fonksiyonu” na bir örnektir.

Baskıda gerçekleştirilen bir diğer Kaizen faaliyetinde ise önemeye yönelik diğer bir Poka Yoke çalışması gerçekleştirilmiştir. Üzerinde baskının gerçekleştirildiği tablaya operatör el ile baskı pozisyonunu çizmekte ve bazen bu çalışma manüel olduğu için merkezden kaymakta ve baskı pozisyonlama hatası sonucu ürünün baskı eğriliğine sebep olmaktadır. Ayrıca her ürün değişimi öncesi operatörün her bir beden kalıbına göre baskı tablasına çizim yapması iç faaliyet oranını arttırmaktadır. Baskı makinesi üzerine “Lazer” eklenerek hem pozisyonlama hatası ortadan kaldırılmış, hazırlık sebepli iç faaliyet dış faaliyete dönüşmeden ortadan kaldırılarak proses toplam çevrim süresi % 10 oranında düşürülmüştür.

Önemeye yönelik Poka Yoke’ler genel olarak Kaizen, Yalın Altı Sigma projeleri ve öneri sistemlerinden gelen önleyici faaliyetlerdir. Kontrol noktalarında oluşturulan andon sesli ve ışıklı ikaz sistemleri ise hatalı ürünü bulmaya yönelik olarak kullanılmaktadır.

7.6.10 Kaizen Uygulamaları:

Çalışma kapsamındaki tekstil işletmesinde Kaizen projeleri üst yönetim ve sürekli gelişim (CI- continuous improvement) departmanının liderliğinde yürütülmektedir. Problem ya da öneriler sürekli gelişim departmanında periyodik olarak toplanmakta ve problem – öneri havuzu olarak adlandırılan bir tablo ile listelenmektedir.

Kaizen faaliyetleri oluşumuna göre iki farklı şekilde gruplanmaktadır. Bunlar, formal ve formal olmayan Kaizen projeleridir. Formal Kaizen projeleri öneri – problem havuzundan seçilerek yıllık olarak belirlenmektedir. Projenin seçimi, proje liderine atanması ve yürütülme şekli “Yalın Altı Sigma proje seçimi uygulamaları” başlığında detaylı olarak incelenmiştir.

Formal Kaizen proje kaynakları aşağıda yer almaktadır;

- Sürekli gelişim departmanının sorumluluk alanında yer alan “7S, SOP, TPM, WIP, SPC, VSM vb. tekniklerin uygulanması esnasında saptanan problemler,
- Değer mühendisliği uygulamaları “İş, metot ve zaman etütleri”,
- Hoshin Kanri PDP politika yayılım planı.

Formal olmayan Kaizen proje kaynakları ise;

- Üst yönetimden gelen talepler,
- Müşterilerden gelen talepler,
- Çalışan öneri sisteminden gelen talepler,
- 7S ve diğer denetimlerde saptanan uygunsuzluklardır.

Kaizen projeleri tahmini çözüm süresi ve oluşumuna göre de farklı isimler altında toplanmıştır. Bir Kaizen projesinin tahmini çözüm süresi en fazla 90 gündür. Kaizen projelerini Altı Sigma projelerine göre avantajlı kılan özellikleri; daha basit iyileştirmeler, daha az analiz ve daha hızlı sürede sonuca ulaşılabilmesidir. Çözümün daha uzun bir zaman alacağı tahmin edildiğinde ya da daha komplike iyileştirme projelerinde Yalın Altı Sigma DMAIC metodolojisi kullanılmaktadır. Kaizen projeleri çözüm süre tahmini ve şekline göre üç ana grupta adlandırılmaktadır. Bunlar;

- Kısa süreli Gemba veya Blitz Kaizen (Tahmini çözüm süresi 30 günün altında ve bazen bir iki gün alabilen iyileştirmeler); Blitz ve ya Gemba Kaizen'ler genellikle yöneticinin işletme içerisinde yaptığı günlük ziyaret ya da bir proses alanından geçişi esnasında kendisi, o alanda çalışan operatör veya grup/takım lideri tarafından anlık olarak ortaya atılan fikirlerden doğan formal olmayan Kaizen iyileştirmeleridir. Gün sonu üretim hattında kalan yarı mamullerin işletme içerisindeki toz vb. dış etkenlerden etkilenmemesi için yapılan kaset kılıfları, dikim hattında konfeksiyon sektörü için kritik bir parametre olan kırık iğne araması amaçlı süpürgeli mıknatıs vb. çözümü basit ve analiz gerektirmeyen kısa süreli iyileştirmeler bu grupta yer almaktadır. Bu Kaizen'ler genellikle formal olmayan yapıdadır.

- Orta süreli Kaizen (Tahmini çözüm süresi ortalama 60 gün alabilen iyileştirmeler); Genellikle formal ya da formal olmayan yapıdaki bu Kaizen ler 30–90 gün arasında gerçekleştirilmektedir. Problem – öneri havuzundan gelebileceği gibi işletme ziyaretinde de başlatılabilmektedir. Çözümü hemen mümkün olmayan, bazen basit iyileştirme teknikleri bazen de ekipman alımını bekleyen iyileştirme Kaizenleridir. Kumaş depo girişinde stok kontrol amacıyla hassas bir terazi alınması, kalite kontrol noktalarında ergonomi amaçlı mevcut kontrol masalarının yüksekliği ayarlanabilir hale dönüştürülmesi bu grupta yer alan Kaizen projeleridir.

- Uzun süreli - Kobetsu Kaizen (Tahmini çözüm süresi ortalama 90 gün alabilen iyileştirmeler) Genellikle formal olarak problem – öneri havuzundan üst yönetim ile birlikte seçilen planlı ve anlık olmayan Kaizen'lerdir. Çözümü için birkaç departmanın bir araya gelmesi, bazı istatistikî analiz tekniklerinin kullanılması, çözüm için veri toplanması gerekebilmektedir. Kobetsu Kaizen planlı toplantılar ile yürütülen proje liderinin atanmış olduğu projelerdir. Projenin gelişimine göre ilerleyen safhada DMAIC metodolojisini gerektirebilir. Bu tip projeler Sigma Kaizen ya da Yalın Altı Sigma DMAIC projelerine yakındır ve dönüşümü açıktır. Değer akış haritalama başlığı altında yer alan farklı bir şehirde devam eden fason baskı prosesinin yerine daha yakın bir bölgede gerçekleştirilmesi bir Kobetsu Kaizen proje örneğidir. Bu iyileştirme üst yönetimin onayı, aktif katılımı ve de müşteri onayını gerektirmiştir. Herhangi bir proses alanının Yalın ilkelerine göre yeniden düzenlenmesi, makine dizilim hattının ve operasyonların yeniden oluşturulması da uzun süreli Kobetsu Kaizen projeleri olarak yer almıştır.

Üst yönetim, bizzat lideri olarak yürüttüğü yıllık on Kaizen proje hedefi ile organizasyona Kaizen iyileştirmelerine olan inancı ve desteğini göstermektedir. Üst yönetim genellikle formal olan problem – öneri havuzundan gelen, işletme alanında yeniden organizasyon, müşteri odaklı iyileştirme ve çevre konularında projeler üstlenmektedir. Üst yönetim her ayın bir gününde, devam eden ve de kapanmış Kaizen proje özetini gözden geçirmektedir. Bu bakış açısı sistemin sürekliliği açısından önemli bir adım olarak gösterilmektedir.

Her altı ayda bir en başarılı Kaizen projeleri seçilerek Kaizen ekibine ödül verilmektedir. Kaizen projeleri ile ilgili özetler, görseller ve ödüller oluşturulan Kaizen panosu ile çalışanlar ile paylaşılmaktadır.

7.6.11 TPM Uygulamaları:

Yalın üretime 2001 yılında geçen işletmede 2008 yılına kadar bakım uygulamaları sürekli iyileştirilmiş ancak resmi TPM uygulamaları bu yıl içinde başlatılmıştır. TPM kapsamına kesim, baskı, nakış ve dikim makineleri alınmıştır. TPM' e geçiş tüm organizasyona slogan ve posterler ile duyurulmuştur. 2008 yılı başında dört yıllık TPM master plan oluşturulmuş ve otonom bakım ile ilgili ilk çalışmalar başlatılmıştır.

TPM master planı 5 adımı ve dört yıllık bir planlamayı içermektedir. Beş adım; Hazırlık, Otonom Bakım, Etkin Bakım, Eğitim, Ofis TPM. Dört yıllık planlama ise;

- 1.yıl: TPM' e geçiş, ilk eğitimler, yayılım
- 2.yıl: Duruşların azaltılması / yok edilmesi
- 3.yıl: Hataların azaltılması / yok edilmesi
- 4.yıl: Verimliliğin artırılması

İlk uygulama olarak TPM ekibi kurulmuş, "TPM" ve "Otonom bakım" el kitapları oluşturulmuştur. Kırmızı Hata Kartı (F-tag) ve bu kartların yer aldığı pano organize edilmiştir. Öncelikle TPM ekibi olmak üzere tüm çalışanlara Otonom bakım, TPM ve F-tag eğitimleri verilmiştir.

F-tag (hata kartı) kaza ve anormallik riskini önlemek, farkındalığı arttırmak, uyarı sistemini kurmak amacıyla uygulanmıştır. Herhangi bir arızanın gerçekleşmesi durumunda ilgili operatör hata kartını doldurmakta ve geliştirilen bir yazılım ise bu kartlar bilgisayara işlenmektedir. Hata kartının bilgisayara girişinden sonra kart makine üzerine asılmaktadır. Uzun dönemli girilen veriler arızaların analizi ve iyileştirme amacıyla TPM ekibi, grup ve üretim yöneticileri tarafından izlenmektedir.

TPM panoları oluşturulmuştur. Bu panolarda;

- Anormallik testi
- Kobetsu Kaizen
- Ekipman kontrol listesi (BEC- Basic Equipment Care)
- Tek nokta dersleri (One point lesson)
- Kaizen örnekleri
- TPM el kitabı
- Otonom bakım el kitabı yer almaktadır.

Otonom bakım kapsamında ilk etapta 35 çalışana eğitim verilmiştir. Otonom bakım eğitiminde; Günlük makine kontrolleri, yağlama, parça değişimi, temizleme, ayar, tamir ve yağ değişimi metotları paylaşılmıştır. İlk safha otonom bakım eğitiminin tamamlanmasından sonra bazı firma dışı servisler de dâhil olmak üzere bakım ünitesinin daha önce yapmakta olduğu bakımları yapabilir duruma gelmiştir. Hava kompresörlerinde 3.000 saat bakımı TPM takımı tarafından otonom bakım kapsamında gerçekleştirilmeye başlanmış yılda iki kez olan bakım periyodu bire düşürülmüştür. Sayısal ve mali olarak ölçülebilen bu iyileştirmelerin haricinde etkileşimi ölçülemeyen birçok iyileştirme de sağlanmıştır.

TPM çalışmaları çerçevesinde yeni uygulamaya alınan yazılım ile yedek parça yönetimi ve planlı bakım da sistemden takip edilebilir duruma gelmiştir. Yedek parçaların kullanım ve arıza sıklığına göre emniyet stokları gözden geçirilerek yeniden belirlenmiş ve yazılım ile bu stok miktarına düşüldüğünde ikaz vermesi sağlanmıştır. Ürün proseslerinden sonra bakım proseslerinde de tam zamanında üretim veya diğer ifadeyle çekme sağlanmıştır. Baskı prosesinde ara kurutma ünitesinde yüksek frekanslı kurutucuların

otonom bakım sayesinde hem kullanım ömrü uzatılmış hem de yazılım ile emniyet stok miktarı % 50 oranında azaltılmıştır.

TPM öncesinde dikiş makinelerinde bir süre kullanılan aparatlar atılmakta ve yenisi monte edilmektedir. Bu aparatların tamir veya modifiye ile tekrar kullanımı sağlanmıştır. Dış satın alma yapılan bazı aparatlar da mekanik ekibi tarafından yapılmaya başlanmıştır.

TPM parametreleri olarak MTBF, MTTR, OEE ölçülmekte ve işletme içindeki panolarda çalışanlar ile paylaşılmaktadır. Otonom bakım uygulamasına geçiş ile birlikte planlı günlük bakımlar sonucu kesim makinesinin toplam ekipman etkinliği (OEE) % 73' den % 87' ye yükselmiştir. Uygulamaya alınan yazılım programı sayesinde MTTR, MTBF ve OEE anlık olarak takip edilebilir hale gelmiştir. Gerek Kaizen gerek Yalın Altı Sigma DMAIC projelerinde kullanılmak amacıyla aylık olarak rapor alınarak analiz edilmektedir.

Yaka pat makinesinde sistemden alınan arızayı çözme süresi (MTTR) 24 dakika iken, operatöre verilen TPM ve otonom bakım eğitimleri sonucunda makine operatörünün tamir esnasında bakım operatörüne yardımı sonucu 12 dakikaya indirilmiştir.

Kesim makinesinin arızalar arası geçen süresi (MTBF) % 52 oranında iyileşmesi sonucu sözleşmeli dış bakım hizmetinin periyodu değiştirilmeden bakım kapsam olarak daraltılmıştır.

TPM verileri ışığında Kobetsu Kaizen faaliyetleri gerçekleştirilmiştir. Bir Kobetsu Kaizen projesi ile kesim makinesi bıçak ömrü % 25 oranında uzatılmıştır. Kaizen projeleri, otonom bakım iyileştirmeleri ve yazılım sayesinde makine, yedek parça ve ekipmanın kullanım ömrü uzatılmış ve kullanımı boyunca daha sağlıklı hale getirilmiştir.

Makine arızaları ve duruşları kademeli olarak azalmış, tek parça akış ve çekme sisteminde makine kaynaklı yaşanan duruş ve buna bağlı gecikmeler de önlenmiştir. Yedek parça ve ekipman stok alanı azaltılmıştır. Bakım ekibi "Kritik operasyon" olarak tabir edilen kısıt makinelerin bakım ve arızası için daha fazla vakit harcama şansı bulurken üretimde yaşanan bakım ekibi bekleme kaynaklı duruşlar azalmıştır.

7.7 Yalın Altı Sigma Uygulamaları:

Çalışma kapsamındaki tekstil işletmesinde Yalın üretimin esnekliği ve hızlılığı ile Altı Sigma'nın kalite, değişkenlik ve proje yönetimi odaklılığı gibi olumlu yanları 2008 yılında entegre edilerek Yalın Altı Sigma metodolojisi uygulamasına geçilmiştir.

2001 yılında uygulamaya alınan Yalın üretim ile tek parça akış sistemi, çekme sistemi, değer akışı vb. birçok Yalın uygulamasında etkin iş sonuçları elde edilmiştir. "Kalite kontrol" fonksiyonu öncelikle "kalite güvence" ve ardından "sürekli gelişim" fonksiyonuna dönüştürülmüştür. Sürekli gelişim departmanı Yalın metodolojisinin dışında Altı Sigma yaklaşımı ile iş sonuçlarında mükemmelliğe yaklaşılabileceğini öngörmüş ve üst yönetimin de kararıyla 2006 yılında Altı Sigma uygulamalarına geçilmiştir. Altı Sigma yönetimine geçişte Yalın üretime geçişte olduğu gibi müşterinin de tavsiyesi etken olmuştur. Gerek Altı Sigma, gerekse Yalın Üretim'e geçişte üst yönetimin, orta kademenin, yönetim kurulunun sahiplenmesi ve sisteme adanmışlık dışında müşteriden gelen talep veya tavsiyenin de etkili olduğu gözden kaçırılmaması gereken bir konudur.

Altı Sigma'ya geçişte sistem eğitimi dış kaynaklı bir danışman firmadan sağlanmıştır. Altı Sigma yaklaşımında bünyesinde Uzman Kara Kuşak barındırmayan organizasyonlarda ilk eğitim genellikle dış kaynaklardan temin edilmektedir. Altı Sigma'ya geçişte iki günlük orta ve üst kademe yöneticileri eğitimi alınmış ardından liderlik ekibinin (üst yönetim) de bizzat katıldığı 18 kişiden oluşan ve beş ay süren ilk dalga Kara Kuşak eğitimi tamamlanmıştır. Eğitimin tamamlanması ile birlikte üst yönetim de dâhil olmak üzere katılımcılar Kara Kuşak olarak sertifikalandırılmıştır.

2006 yılındaki ilk dalga Kara Kuşak eğitiminden sonraki yıllarda her 6 ayda iki ya da üç Kara Kuşak daha yetiştirilmiştir. Mevcut durumda (2009) Kara Kuşak sayısı çalışan sayısının yaklaşık % 2 sini oluşturmaktadır. 2007 yılı itibarı ile beş günlük bir dış eğitim ile mevcut Kara Kuşaklardan biri (sürekli gelişim departman yöneticisi) Uzman Kara Kuşak olmuştur. Aynı yıl itibarı ile ilk dalga Yeşil Kuşak eğitimi başlatılmış olup üç aylık bir iç eğitim ile 10 kişilik bir Yeşil Kuşak ekibi yetiştirilmiştir.

Altı Sigma proje liderleri olarak toplam Yeşil Kuşak ve Kara Kuşak sayısı çalışan sayısının yaklaşık % 2,5 una yükselmiştir. Yeşil Kuşak eğitimi ve projeler 2008 yılında tamamlanmıştır. Yaklaşık iki yıllık Altı Sigma uygulaması Yalın üretimden bağımsız olarak devam etmesine rağmen projenin bazı aşamalarında Yalın üretim tekniklerinden faydalanılmıştır. Bu durum itibarı ile işletme hem Yalın üretimi hem Altı Sigma uygulamalarını bir süre ayrı ayrı yürütmüştür. Bu bir modeldir. Yeni yaklaşımlarda Yalın Altı Sigma'nın ilk aşamada bir model olarak uygulandığı görülmektedir. Yalın ve Altı Sigma metodolojisinin uygulanması ve yayılımı ayrı ayrı yapılmasına karşın teknikler zaman içinde ortak kullanılmaya başlanmıştır. 2008 yılında üst yönetimin aldığı karar ile Yalın ve Altı Sigma uygulamaları sadece teknikler ile değil, stratejik hedefleme, yayılım ve iş akışı olarak da birleştirilmeye başlanmıştır.

Yalın Altı Sigma uygulamasına geçişte ilk değişimler mevcut organizasyon şeması, proje seçim kriterleri, proje uygulaması tekniklerinde gerçekleşmiştir. Bu değişimler maddeler halinde incelenerek bir Yalın Altı Sigma proje uygulaması örneği ile açıklanmaya çalışılmıştır.

7.7.1 Yalın Altı Sigma Organizasyonu:

Yalın üretim uygulamaları aşamasında “Kalite kontrol” fonksiyonu öncelikle “Kalite güvence” ve ardından “Sürekli gelişim” fonksiyonuna dönüştürülmüştür. Sürekli gelişim departmanı bünyesinde “Değer akış yöneticisi”, “İş, metot ve zaman etüdü uzmanı”, “Mühendislik ekibi” yer almaktadır. Üretim bantlarından “Takım liderleri” ve “Grup liderleri” sorumludur.

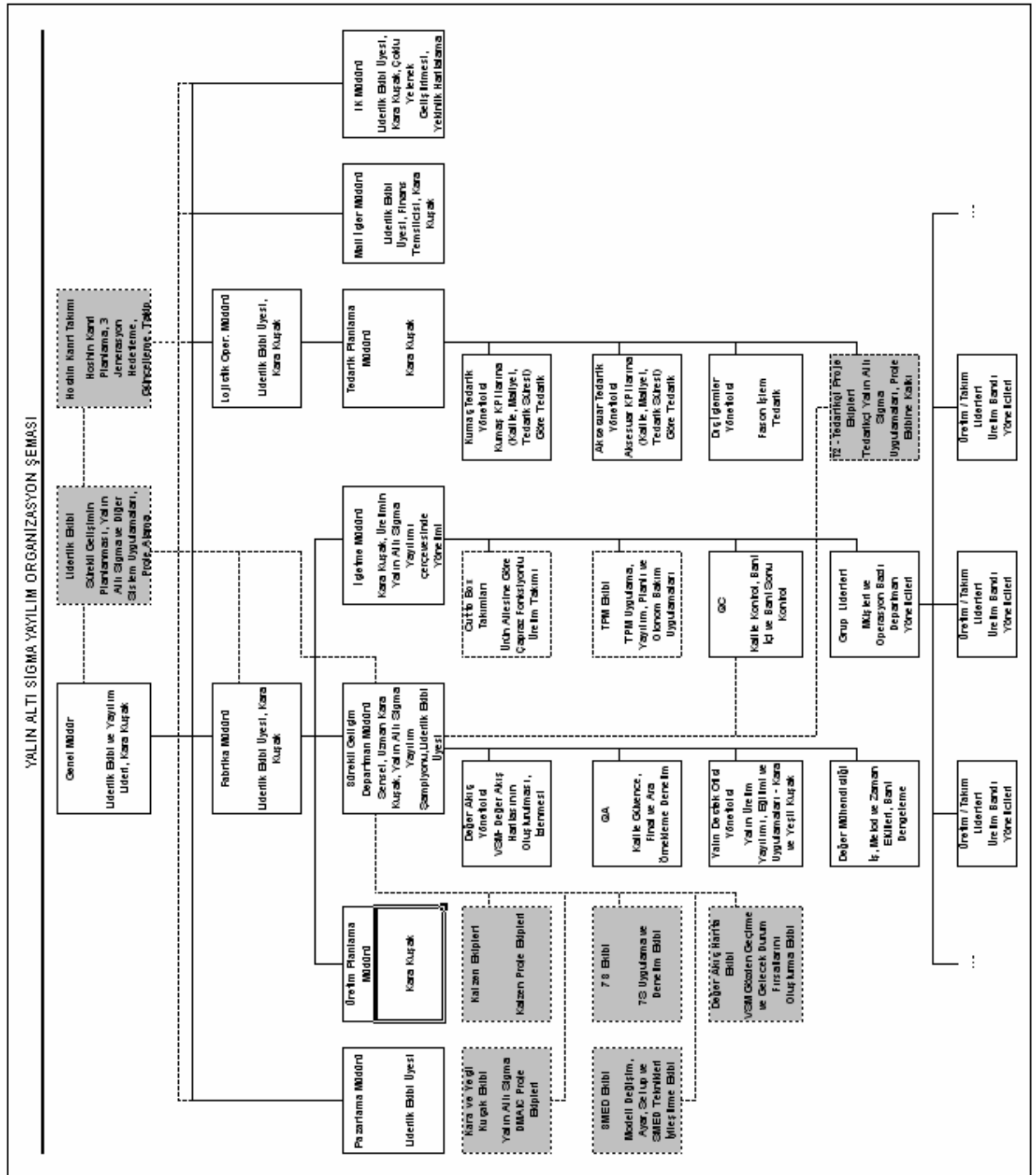
Yalın üretim ve Altı Sigma uygulamalarında öne çıkan konu klasik hiyerarşiden yoğun çapraz fonksiyona geçiş yaşanmasıdır. Altı Sigma uygulamalarında şampiyon, kara ve yeşil kuşak, takım üyeliği iş tanımları genellikle çapraz fonksiyondur. Kara Kuşak görevini tam zamanlı belirlemiş olan işletmelerde kara kuşak genel hiyerarşide yer alırken tam zamanlı olmayan proje bazlı uygulamalarda çapraz fonksiyonda yer almaktadır. Yalın üretimde ise TPM, Hoshin Kanri, Kaizen vb. ekipler de temelinde çapraz fonksiyonu barındırmaktadır.

Yalın üretimde “Değer akış yöneticisi”, “İş, metot ve zaman etüdü uzmanı ”, “Mühendislik” ekibi dışında Yalın Altı Sigma bünyesindeki hiçbir iş tanımı klasik hiyerarşide yer almayıp tamamen çapraz fonksiyonlar ile yürütülmektedir. Çapraz fonksiyonların yanında öne çıkan bir diğer yönetsel kavram ise “Baştan sona - E2E (end to end) yönetim” şeklidir. Baştan sona yönetim şeklinde proje yöneticisi atanmakta ve bu lider çapraz fonksiyonlu olarak ürünün tasarımından müşteri sevkıyatına, maliyetine, kârlılığına, ürün pazar payına dek belirli bir ürün ya da ürün grubundan sorumlu olarak ilgili departmanlardan proje ekip üyesi belirlemektedir. Toyota üretim sisteminde bu iş tanımı karşılığı başmühendistir. Çalışma kapsamındaki tekstil işletmesi başmühendislik fonksiyonuna henüz geçiş yapmaktadır.

Altı Sigma ve Yalın üretimde çapraz fonksiyonlar ile yönetim Yalın Altı Sigma metodolojisinin en önemli yapıtaşını oluşturmaktadır. Çapraz fonksiyonlarda yetki ve sorumluluklar ilgili departman yöneticisi ile paylaşılmaktadır. Proje ekip üyelerinin tam zamanlı değil günlük çalışma saatinin bir kısmını ayırması bir prensip olarak belirlenmiştir. İş önceliklendirme ve projeye katılım Yalın Altı Sigma ‘nın organizasyonel yapısında önemli bir konudur ve liderlik ekibini mutlak desteğini ve katılımını gerektirmektedir.

Yalın Altı Sigma’ya geçişte yeni bir iş tanımı oluşmamış sadece çapraz fonksiyonlar ve buna bağlı olarak iş tanımları değişmiştir. Yalın Altı Sigma’ya geçiş aşamasında Kara veya Yeşil Kuşak olarak Yalın üretimde Kaizen aktivitelerini yöneten “Proje liderleri”, “Değer akış yöneticisi”, “Grup Lideri”, “Takım Lideri”, “Yalın destek ofisi yöneticileri”, “TPM ekip liderleri”nden seçilerek entegrasyon tamamlanmıştır.

Proje liderleri ve proje ekibinin Yalın ve Altı Sigma metodolojisi ile tekniklerine hâkim olması için gerekli eğitim programı da tamamlanmıştır. Aşağıdaki tabloda çalışma kapsamındaki tekstil işletmesi Yalın Altı Sigma organizasyon şeması yer almaktadır.



Şekil 19. Yalın Altı Sigma Organizasyon Şeması

7.7.2 Yalın Altı Sigma Proje Seçimi Uygulamaları:

Yalın üretim uygulamalarında hedefler ve buna bağlı projelerin yayılımı Hoshin Kanri matrisi ile sağlanmaktaydı. Altı Sigma uygulamalarına geçildiğinde Altı Sigma metodolojisinde proje seçiminde ilk aşama ham problemlerin belirlenmesi olmuştur. Ham problemlerin belirlenmesi için, süreç sahipleri orta ve üst düzey yöneticilerin katılımı ile yapılan toplantılarda ana proseslerin başlıkları altında geçmiş dönemde en çok yaşanan ya da diğer bir tabirle kronik hale gelen problemler beyin fırtınası yöntemi ile belirlenerek flipchart ya da diğer görsellerin kullanımı ile listelenmiştir. Bu çalışmanın ardından en etkin fikirlerin bulunabilmesi amacıyla ilk seansta toplanan fikirlerin gözden geçirilmesi sonucu etkileşim ve çağrışımlarla oluşan yeni fikirlerin toplandığı daha kısa süreli ardışık ikinci bir seansla tekrarlanmıştır. Ardışık iki toplantı sonucunda yüze yakın ham problem fikri elde edilmiştir.

Yalın Altı Sigma uygulamasına geçiş ile birlikte projelerin seçildiği bir problem-öneri havuzu oluşturulmuştur. Problem – öneri havuzunun yönetimi sürekli gelişim departmanındadır. Sürekli gelişim departman yöneticisi uzman kara kuşak ve yalın uygulamaları konusunda sensei olarak da tabir edilen Yalın uygulama öğretmeni ve danışmanıdır. Proje seçiminde ve uygulamasında proje tipinin seçimi ve Yalın Altı Sigma tekniklerinin uygulanması konusunda organizasyonda yön göstericidir.

Problem – öneri havuzu değişik kaynaklardan beslenmektedir. Her yeni problem, öneri ve fikir bu havuzda listelenmektedir. Bu listenin beslendiği kaynaklar;

- Müşteri stratejileri, ihtiyaçları, proje hedefleri, memnuniyet anketi uygulamaları, şikâyet ve önerileri (müşterinin sesi – VOC),
- Üst yönetimden gelen çeşitli iyileştirme talep ve önerileri,
- Hoshin Kanri takımı ve Hoshin Kanri matrisinden gelen vizyon, misyon, politika, strateji, plan ve taktikler (Politika yayılım planı - PDP),
- Sürekli gelişim departmanının sorumluluk alanında yer alan “7S, SOP, TPM, WIP, SPC, VSM vb. tekniklerin uygulanması esnasında saptanan problemler,
- 7S ve diğer iç denetimlerde saptanan uygunsuzluklar, gözlem ve öneriler,
- Müşteri denetimlerinde saptanan uygunsuzluklar, gözlem ve öneriler,

- Çalışan öneri sisteminden gelen talep ve öneriler.

Her yeni gelen öneri, fikir, problem, uygunsuzluk, gözlem, talep, iyileştirme fırsatı problem – öneri havuzuna sürekli gelişim departmanı tarafından girilmektedir. Yılda iki kez yapılan toplantıda her madde beş kriter ile değerlendirilmektedir. Bunlar;

- Müşteri memnuniyetine etkisi,
- PDP deki stratejiye etkisi,
- Tahmini proje tamamlanma süresi,
- Verilerin bulunurluğu ve ulaşılabilirliği
- Getiri / maliyet tahmini.

Beş kriter 100 puan üzerinden organizasyonun beklentilerine göre dağıtılmaktadır. Çalışma kapsamındaki tekstil işletmesinde müşteri memnuniyeti ve getiri hedef kriterlerinin ağırlığı diğer üç kritere göre daha fazla puana sahiptir. Problem – öneri havuzundaki ilgili her bir madde yukarıda belirtilen beş kritere göre puanlandırıldıktan sonra ağırlıklı ortalaması bulunmaktadır.

Ağırlıklı puanı çıktıktan sonra bu puana göre büyükten küçüğe sıralanır. Bu noktada müşteri öncelikli proje beklentileri ilk sıralarda tutulur. Sonraki aşama projenin ya da iyileştirme fırsatının hangi metodolojiye göre ilerleyeceğine karar vermektir. Sürekli gelişim departmanı yöneticisi uzman kara kuşak ve yalın öğretmen olarak geçmişte tamamlanan benzer proje sonuçlarından faydalanarak liderlik ekibini yönlendirir. Problem – öneri havuzundan kriterlere göre puanlanan ve önceliklendirilen proje veya iyileştirme fırsatı çıktısı aşağıda yer almaktadır;

- Yalın üretim projesi,
- Altı Sigma projesi,
- Yalın Altı Sigma projesi,
- Araştırma – geliştirme projesi,
- IK ya da diğer projeler.

Projelerin seçiminden sonra organizasyondaki insan kaynağı kısıdı bir diğer önemli konudur. Seçili projelerin atamasında organizasyondaki kara kuşak, yeşil kuşak ve yalın takım lider sayısı ile Yalın Altı Sigma takım üyelerinin sayısı önemli bir etkindir. Tekstil işletmesinde devam eden projeler dışında yeni proje atama kapasitesi mevcut tecrübeli insan kaynağına göre 20 ile 30 arasında değişmektedir. Aynı anda yürüyebilen yirmi –otuz Yalın Altı Sigma projesi organizasyona sürekli iyileştirme ve müşteri memnuniyetine önemli bir katkı sağlamaktadır.

7.7.3 DMAIC ya da Kaizen Seçimi Uygulamaları:

Yalın Altı Sigma uygulamasında önceliklendirme matrisi ile belirlenen projeler hedefine, içeriğine ve tahmini çözüm metoduna göre Yalın / Altı Sigma / Yalın Altı Sigma projesi olarak sürekli gelişim departmanı tarafından yönlendirilmektedir. Henüz tanımlama aşamasında çözümü bilinmeyen ancak gelişimi tahmin edilen proje, aşağıdaki kriterlere göre sınıflandırılmaktadır.

a. Tahmini çözüm süresi; Çok fazla veri ihtiyacı olmayan, tahmini çözüm süresi üç ayın altında tahmin edilen, bir departman ya da belirli bir proseste uygulanabilecek proje Yalın ya da Kaizen projesi olarak değerlendirilmektedir. Kaizen projesi olarak da kısa (otuz günün altında) veya orta süreli Kaizen olarak tanımlanmaktadır. Çözüm süresinin üç aydan fazla olması durumunda yoğun veri analizi ve istatistikî teknik kullanımını gerektirmiyorsa Kobetsu Kaizen, aksi takdirde Altı Sigma DMAIC projesi olarak değerlendirilir.

b. Proje içeriği; Yalın üretimin esnekliği ve hızlılığı ile Altı Sigma'nın kalite ve değişkenlikteki avantajı proje içeriği olarak öne çıkmaktadır. Genel olarak aşağıda Yalın ve Altı Sigma proje seçimi ayrımı belirtilmektedir;

Yalın projeler; Müşteriye teslimat süresi, depo stok miktarları, bakım uygulamaları, 7S uygulamaları, ürün geliştirme uygulamaları.

Altı Sigma projeleri; Kalitenin geliştirilmesi, fire ve hurdaların azaltılması, değişkenliğin azaltılması, finans, insan kaynakları (Yalın üretimin dezavantajlı olduğu

konular üretim hattının dışında tekniklerin yoğun olmamasıdır), yoğun veri içeren ve veri analizi ile sonuca gidilmesi hedeflenen uygulamalar.

Yalın Altı Sigma projeleri; Verimliliğin artırılması, ilk seferde doğru üretimin artırılması (RFT), TPM metriklerinin iyileştirilmesi, çevrim süreleri, üretim bandı dengeleme ve iş-zaman-metot mühendisliği uygulamaları.

c. Tahmini çözüm metodu; Veri analizi, deney tasarımı (DOE) gerektiren çok faktörlü projeler Altı Sigma projesi olarak değerlendirilirken, işletmede (gembada) proses adımı, poka yoke ve ya görsel uygulamalar ile çözüm tahminli projeler Kaizen projesi olarak değerlendirilmektedir.

Projenin henüz başında kök nedeni ve dolayısıyla çözümü bilinmeyen bir projenin seyrinin nasıl olacağını kestirebilmek hayli güçtür. Çözümü bilinen bir problemin de proje olmayacağı çok açıktır. Yalın Altı Sigma uygulamasına geçiş öncesinde tamamlanmış Kara ve Yeşil kuşak projeleri ile Kaizen projelerinden referans alarak proje tipine karar verilebilmesi bir avantajdır. Projenin tahmini çözüm metodolojisinin seçimi sonucu projenin ilerleyen safhalarında kök sebep ve gelişmelere göre projenin Kaizen'den DMAIC'e olduğu gibi DMAIC'ten Kaizen'e geçişi de mümkündür. Yalın Altı Sigma projelerinde ise birleştirilmiş Yalın Altı Sigma DMAIC teknikleri kullanılmaktadır.

Proje tipinin DMAIC ya da Kaizen olarak seçimi projenin ataması için de önemlidir. Yalın Altı Sigma'ya geçişte Kaizen proje liderlerinin bir kısmı Kara ya da Yeşil Kuşak olarak yetiştirilmiş olsa da organizasyonda sadece Kaizen ya da DMAIC'e hâkim proje liderleri yer almaktadır. Proje liderleri atamasından sonra proje tipi seçimine göre lider, ekip üyelerini de bu yönde belirlemektedir.

7.8 Yalın Altı Sigma Proje Uygulaması:

Yalın Altı Sigma projeleri entegre edilmiş Yalın Altı Sigma DMAIC teknikleri kullanılarak yürütülmektedir. DMAIC prosesi Yalın üretimden gelen katma değer oranı (VAR), değer yaratan (VA), değer yaratmayan (NVA) proses adımları, değer akış haritası (VSM), çevrim süresi (CT), Poka Yoke, TPM, 7S, Hoshin Kanri matrisi, standart iş prosedürleri (SOP), görsel yönetim teknikleri ile zenginleştirilmiştir. Entegrasyon DMAIC tekniğine değer katmıştır.

Çalışma kapsamında bu bölümde bir Yalın Altı Sigma proje uygulaması incelenmiştir. Proje aşamasında DMAIC metodolojisinde Yalın teknikleri kullanımı da gözden geçirilmiştir.

7.8.1 Tanımlama Fazı:

a. Problem tanımı; Bir Yalın tekniği olan Hoshin Kanri matrisinde maliyeti ve müşteri teslimat süresini etkileyen dikim kaynaklı ikinci kalite oranı % 0,5 hedefinden yüksek bir değer olan % 1,2 seviyesinde gerçekleşmiştir.

Problem tanım itibarıyla kalitenin artırılması, veri analizi içermesi ve tahmini olarak üç aydan uzun bir süre alacağı tahmini ile Yalın Altı Sigma DMAIC metodu ile projelendirilmesi kararlaştırılmıştır. Kalite oranının artırılması projeleri genellikle organizasyonlarda uzun vadeli bir trend izleyen birden fazla faktöre bağlı projelerdir. Özellikle kalitenin %100 e yaklaştığı durumlarda Sigma seviyesi çok hızlı bir artış gösterdiği için yüzde yüze yakın her yüzde birlik bir artış Sigma seviyesinde çarpıcı artışa neden olmaktadır. Yalın üretimde ilk uygulama esnasında kalite oranı hızlı bir şekilde artsa da kalite oranı yükseldikçe kalitesizliğe neden olan faktör sayısı ve buna bağlı veri ihtiyacı da artmaktadır. Problem bu temel özellikleri ile Yalın Altı Sigma DMAIC'e daha uygundur.

b. Proje tanımı / hedefi; Dikim üretim bantlarında dikim kaynaklı ikinci kalite oranını % 1,2'den % 0,5'e düşürmek.

c. Mevcut / hedef performans; İkinci kalite oranını $\sigma=3,25$ (%98,8) seviyesinden $\sigma = 3,58$ (% 99,5) seviyesine çıkartmak.

d. Proje getiri hedefi; Dikim kaynaklı ikinci kalite oranını % 0,7 oranında arttırmak, proje getirisi itibarı ile Kara kuşak projesi olarak değerlendirilmektedir.

e. Tahmini proje tamamlanma süresi; Bir kara kuşak projesi olarak 3–6 ay arası sürmesi tahmin edilmektedir.

f. Proses çevrim süresi; Bir Yalın parametresi olan çevrim süresi ürün gruplarına ve modellere göre değişkenlik göstermektedir. Bu proje belirli bir ürün ve ya ürün grubuna değil genele yönelik olduğu için çevrim süresi metriği kapsam dışı tutulmuştur.

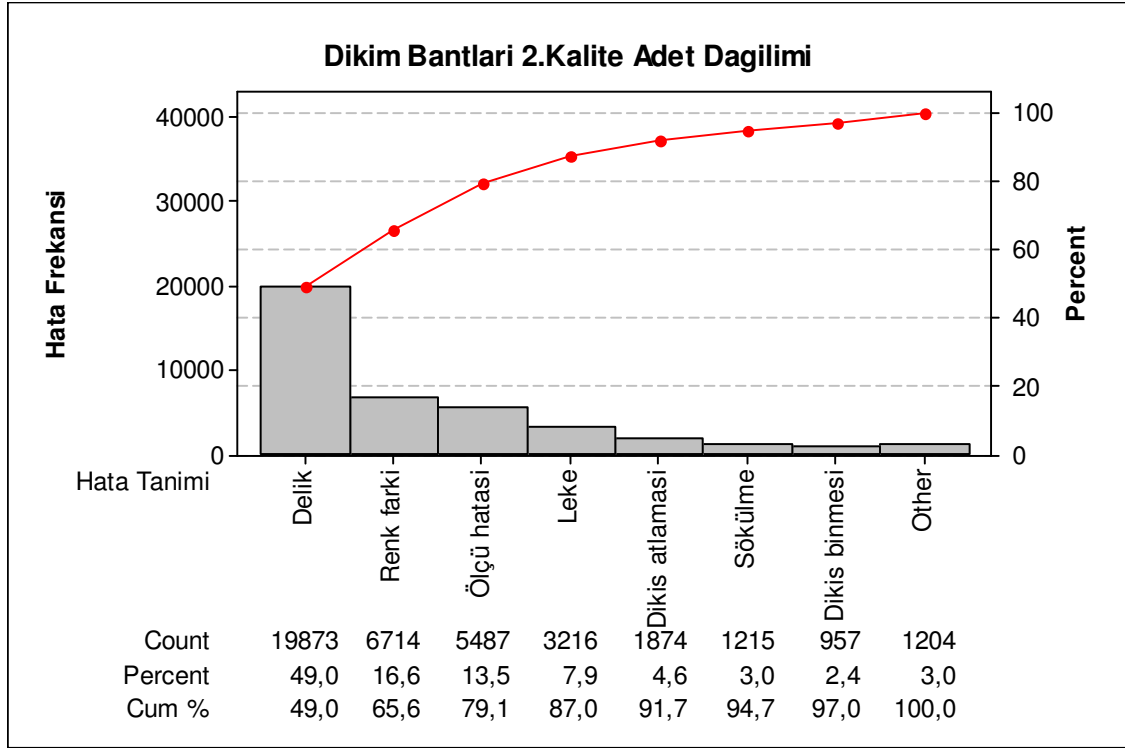
g. Katma değer oranı; Bir Yalın parametresi olan kata değer oranı (VAR), çevrim süresi gibi ürün gruplarına ve modellere göre değişkenlik gösterdiği için bu projede kapsam dışı tutulmuştur.

Kara kuşak projeye atandıktan sonra proje ekibini oluşturmuş ve yukarıda tanımlanan proje metriklerini proje tanımlama belgesinde raporlamıştır. Proje ekibi ile yaptığı ilk toplantıda (kick-off) proje hedeflerini ve proje metriklerini paylaşmıştır.

7.8.2 Ölçme Fazı:

Ölçme fazında dikim bantlarında geriye yönelik olarak bir yıllık sürede ikinci kalite adetleri raporu incelenmiş ve bu verilere dayanarak pareto analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda en çok çıkan hataların öncelikle delik, renk farkı ve ölçü hataları olduğu ve bu üç hatanın toplam ikinci kalitenin % 80 ini oluşturduğu gözlenmiştir. Renk farkı, devam etmekte olan başka bir projenin önceliğinde olması nedeniyle sürekli gelişim departmanının onayı ile bu projede kapsam dışında tutulmuştur. Ölçü hatası da tek başına bir proje konusu olarak proje – öneri havuzuna kaydedilmiştir.

Proje kapsamı dikim prosesinden kaynaklanan delik hatasının önlenmesi olarak daraltılmıştır. Mevcut verilere göre bu hata toplam ikinci kalitenin % 50 sini oluşturmaktadır.



Tablo 9. Dikim Bantları İkinci Kalite Pareto Analizi

Ölçme fazında pareto analizi dışında delik hatası ile ilgili beyin fırtınası yapılarak kök nedenler bulunmaya çalışılmıştır. Beyin fırtınası sonucunda 6M (insan, metot, makine, malzeme, çevre ve ölçüm) başlıklarında balık kılçığı oluşturulmuştur. Kök sebepler listelenmiş ve ardından tüm sebepler proje ekibi üyeleri tarafından önceliklendirilmiştir. Buna göre muhtemel kök sebepler önem sırasına göre aşağıdaki gibi listelenmiştir;

- Dişli ayarı,
- Dikiş iğne ucunun kütleşmesi,
- Baskı ayağının çok yukarıda ya da aşağıda olması,
- Reçme bıçak ayarı,
- Reçme bileziği,
- Dişlinin çok yukarıda ya da aşağıda olması,
- Tuşenin sert olması,
- Bilye uçlu dikiş iğnesi kullanımı,
- Yanlış dikiş iğnesi seçimi,

- Uzun süre kullanımdan dolayı ayakta çapak,
- Müşterinin isteği doğrultusunda ince kumaşta kalın iplik kullanımı,
- Reçme dikişlerinin sökülmesi,
- Kesimde çıtın derin atılması,
- Dikimde eğitim eksikliği,
- Dikişte iğne kalitesinden dolayı iğnenin kırılması,
- Kumaş ipliği mukavemeti,
- Çıma ayağının düzgün olmaması,
- Yanlış makine seçimi,
- Dikişte yanlış iğne numarası seçimi nedeniyle kırılma,
- Kalite kontrolde esnetme.

Proje ekibi tarafından önceliklendirilen dikiş iğne ucunun kütleşmesi, baskı ayağı ayarı, reçme bıçak ayarı, singer dişli ayarı, reçme bıçak ayarı, reçme bileziği muhtemel faktörleri ile ilgili hipotez testleri oluşturulmasına karar verilmiştir.

Bu proje kapsamında çevrim süresi, katma değer oranı gibi değerler olmadığı için değer akış haritasına başvurulmamıştır.

7.8.3 Analiz Fazı:

Analiz fazında ölçme fazında dikim prosesi kaynaklı delik hatasına etkisi olduğu tahmin edilen altı muhtemel faktör ile ilgili analiz yapılmıştır. Her bir faktörün seviyeleri belirlenmiştir. Tüm faktörlerde her bir seviye için 20–50 adet arası örnekleme yapılmıştır. Tüm örnekler aynı tip kumaşta, aynı makine, aynı operatör ve aynı günde yapılarak operatör, zaman ve malzeme gibi faktörlerin etkisi en aza indirilmiştir.

Her bir faktörün seviyelerine göre yapılan örneklemelemlerde ikili oran testi uygulanmıştır. Analiz sonuçlarına göre altı muhtemel faktörün dikim bandında delik hatası oluşumuna etkisi gözlemlenmiştir.

a. Dikiş iğne ucunun kütleşmesi:

Test and CI for Two Proportions

Sample	X	N	Sample p
Düzgün uçlu iğne	0	24	0,000000
Küt uçlu iğne	17	17	1,000000

Difference = p (1) - p (2)

Estimate for difference: -1

95% CI for difference: (*; *)

Test for difference = 0 (vs not = 0): Z = -6,40 P-Value = 0,000

b. Baskı ayağı ayarı:

Test and CI for Two Proportions

Sample	X	N	Sample p
Baskı ayağı ortada	0	24	0,000000
Baskı ayağı yukarıda	18	24	0,750000

Difference = p (1) - p (2)

Estimate for difference: -0.75

95% upper bound for difference: -0,604614

Test for difference = 0 (vs < 0): Z = -8.49 P-Value = 0.000

c. Reçme bıçak ayarı:

Test and CI for Two Proportions

Sample	X	N	Sample p
Bıçak ortada	0	50	0,000000
Bıçak yukarıda	0	50	0,000000

Difference = $p(1) - p(2)$

Estimate for difference: 0

95% CI for difference: (*, *)

Test for difference = 0 (vs not = 0): $Z = *$ P-Value = *

d. Singer dişli ayarı:

Test and CI for Two Proportions

Sample	X	N	Sample p
Dişli ortada	3	40	0,075000
Dişli yukarıda	24	45	0,533333

Difference = $p(1) - p(2)$

Estimate for difference: -0,458333

95% CI for difference: (-0,625394; -0,291273)

Test for difference = 0 (vs not = 0): $Z = -4,53$ P-Value = 0,000

e. Reçme bileziği:

Test and CI for Two Proportions

Sample	X	N	Sample p
Bilezik var	0	50	0,000000
Bilezik yok	0	50	0.000000

Difference = $p(1) - p(2)$

Estimate for difference: 0

95% CI for difference: (*, *)

Test for difference = 0 (vs not = 0): $Z = *$ P-Value = *

Analiz sonuçlarına göre $P < 0.05$ olan

- Dikiş iğne ucunun kütleşmesi,
- Baskı ayağı ayarı
- Singer dişli ayarının dikim prosesinde delik hatasının oluşumunda etkili olduğu saptanmıştır.

Diğer faktörler olan;

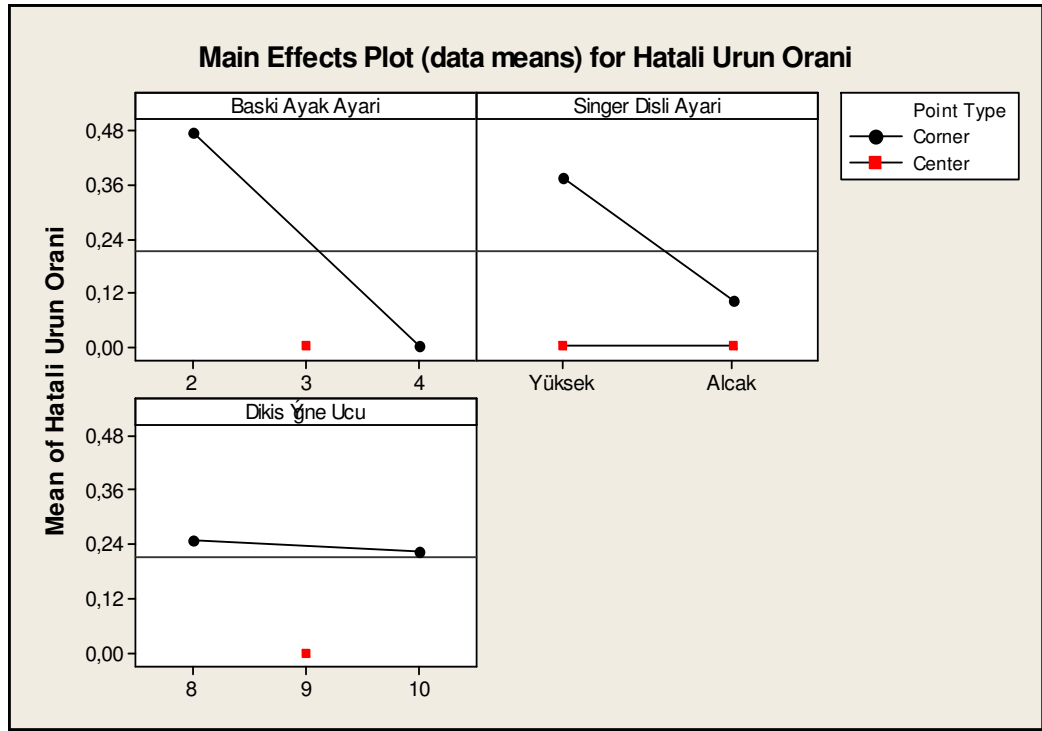
- Reçme bıçak ayarı
- Reçme bileziği faktörlerinin etkili olmadığı görüldüğü için muhtemel faktörlerden elenmiştir.

7.8.4 İyileştirme Fazı:

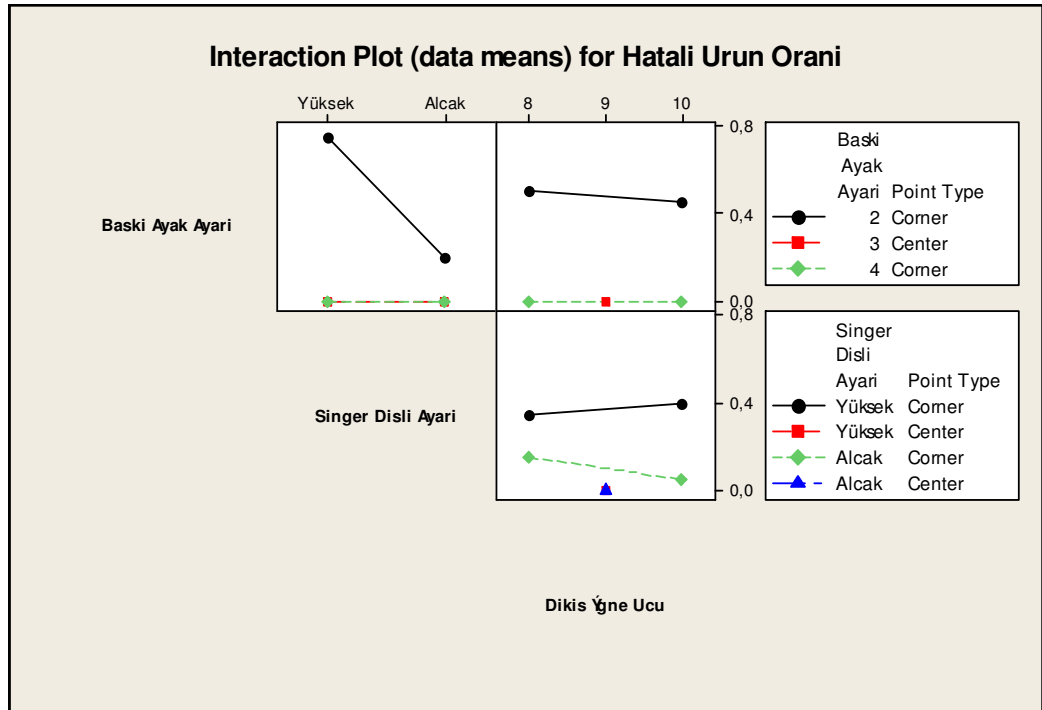
İyileştirme fazında analiz sonuçlarına göre dikim prosesinde delik hatasının oluşumunda etkili olduğu saptanan “Dikiş iğne ucunun kütleşmesi”, “Baskı ayağı ayarı” ve “Singer dişli ayarı” ndan oluşan deney tasarımı (DOE) planlanmıştır.

Deney tasarımı sonucunda ana etken olarak “Baskı ayağı ayarı” ve “Singer dişli ayarı”nın probleme etkisi olduğu gözlenirken, etkileşimlerde (interaction) “Baskı ayağı ayarı” en önemli etken olarak gözlenmiştir. Dikiş iğne ucunun kütleşmesinin sonuç üzerinde etken olduğu bilinmekle beraber bu deney tasarım aralığında etken olmadığı ortaya çıkmıştır. Dikiş iğne ucunun az kütleşmesi delik hatasına direkt olarak etken değilken, kütleşmenin artması durumunda delik hatasında etkili olmaktadır. Kontrol fazında iğne kütleşmesinin kontrolü ve önlenmesi için yapılan çalışmalar incelenecektir.

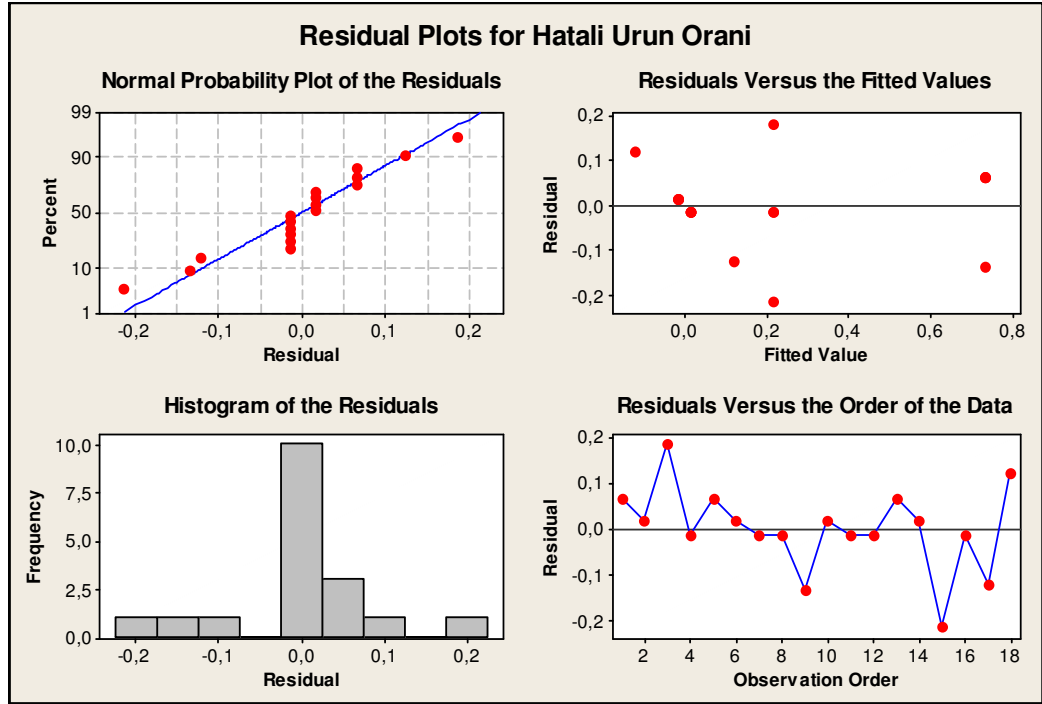
Dikim bandında delik hatası için en önemli 2 etken olarak belirlenen “Baskı ayağı ayarı” ve “Singer dişli ayarı” faktörleri için DOE optimizasyon çalışması uygulanmıştır. Singer dişlisi için yüksek ve alçak olarak 2 seviye belirlenirken baskı ayağı ayarında 2,3 ve 4 ayar tipinden oluşan 3 seviye belirlenmiştir.



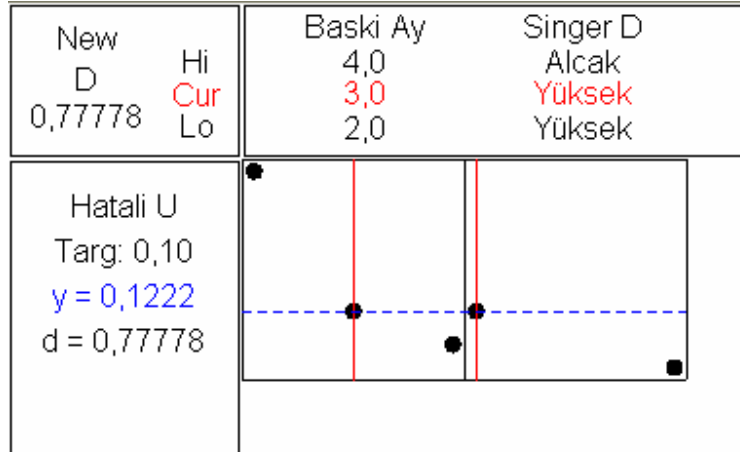
Tablo 10. DOE - Ana Etken Grafiği



Tablo 11. DOE - Etkileşim Grafiği



Tablo 12. DOE – Artık (Residual) Analiz Grafiği



Tablo 13. DOE – Optimizasyon Grafiği

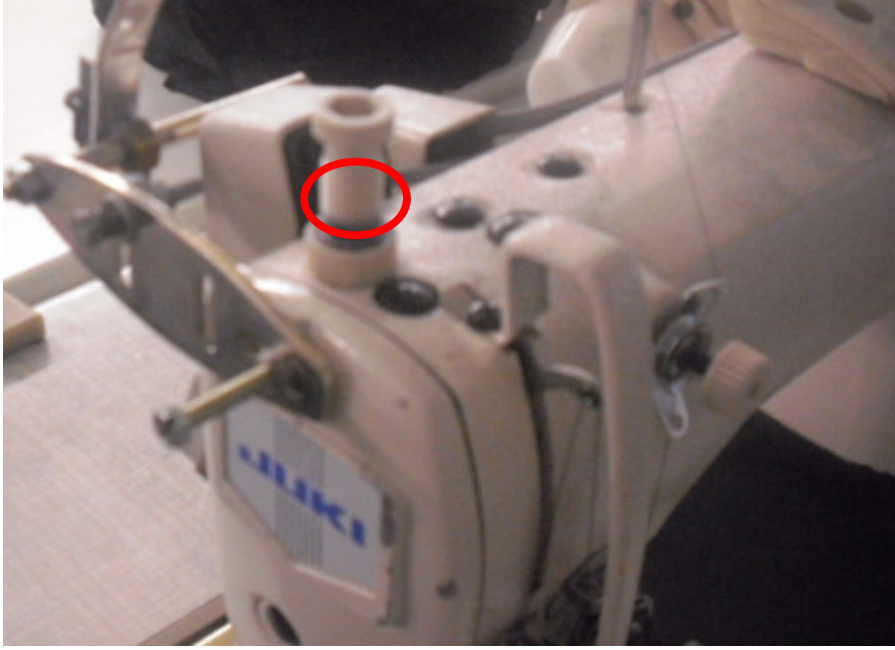
Optimizasyon çalışması sonucunda etkileşimli olarak baskı ayağı ayarı için en uygun seviyesinin 3 iken singer dişlisinin de alçak konumda olması delik hatasının oluşumunu % 80 oranında azalttığı saptanmıştır. Ayarların standardizasyonu ve dikiş iğne ucunun kütleşmesinin önlenmesi kontrol fazındaki iyileştirmeler ile sağlanmıştır.

7.8.5 Kontrol Fazı:

Dikim kaynaklı ikinci kalite oranının azaltılması projesinde öne çıkan delik hatasının oluşumunda dikiş iğne ucunun kütleşmesi, singer dişli ayarı ve baskı ayağı ayarının etkili olarak çıkmasından sonra Yalın Altı Sigma teknikleri ile bu etkenlerin iyileştirilmesi ve kontrol altına alınması planlanmıştır.

Dikiş iğnesi kullanım esnasında kumaş, iplik ve makinede oluşan sürtünme ve ısınmadan dolayı deforme olmaktadır. Belirli bir seviyeye kadar delik hatasına etkisi yoktur. Ancak ilerleyen deformasyonda delik hatası oluşturmaktadır. Bu nedenle dikiş iğnelerinin belirli periyotlarda dikim operatörü tarafından kontrol edilmesi gerekmektedir. Yalın üretim tekniklerinden olan TPM - toplam üretken bakımın toplam olarak adlandırılma sebeplerinden biri kullanılan ekipmanın verimliliğini/etkinliğini artırıcı çalışmaların, ekipmanın “tüm” ya da “toplam” ömrü boyunca sürdürülmesidir. Bu noktadan hareketle iğnenin kullanım ömrü boyunca etkinliği operatör tarafından kontrol edilmelidir ki bu da diğer bir Yalın tekniği olan “Otonom bakım”dır.

Diğer etken faktörler olan Singer dişli ayarı ile baskı ayağı ayarının optimizasyonu sonucunda bir Yalın tekniği olan Poka Yoke ile makineler üzerinde ayar aralıkları sınırlandırılmış ve renklendirilmiştir. Makineler üzerindeki ayar olanağının delik hatasına neden olabilecek kısmı bakım operatörleri tarafından sabitlenerek etkisi azaltılmıştır. Operatör istese bile belirli bir seviyeye kadar ulaşabilmektedir. Bu seviye hataya sebep olmayan optimum seviyedir. Bu seviye yeşil renk ile boyanarak “Görsel kontrol” de sağlanmıştır. Aşağıdaki resimde sabitlenen maksimum ayar seviyesi yer almaktadır;



Şekil 20. Poka Yoke Uygulama Örneği

Otonom bakım ve ayar aralıkları Yalın üretim 7S tekniğinin standartlaştırma başlığında sıkça kullanılan SOP – standart iş prosedürüne eklenmiş ve operatörlere eğitim verilmiştir.

Proje kara kuşak ve ekibi tarafından yaklaşık dört ayda tamamlanmış ve şampiyonun onayı ile kapatılmıştır. 3 aylık izleme sonucunda dikim kaynaklı ikinci kalite oranının % 1,2 den % 0,75 e düşmüştür. Proje hedefi olan % 0,5 yakalanamamış olsa da % 0,45 oranında iyi bir iyileştirme gerçekleştirilmiştir. Proje, pareto analizi ile ortaya çıkan ve ayrı proje olarak düşünülen renk farkı ve ölçü hatası problemleri ile ilgili kapsam daraltılmasına gitmiş olmasına rağmen iyi bir performans sergilemiştir. Proje gerçekleştirme fazında kontrol şemaları ile izlenmiştir.

8. SONUÇ:

Yalın Altı Sigma Türkiye’de olduğu gibi dünyada da son yıllarda model olarak gelişmekte olan bir yaklaşımdır. Yalın üretim Toyota Üretim sisteminden gelmektedir. Yalın üretimde bilgi, deneyim ve kültür arttıkça Yalın üretim yaklaşımının Toyota Üretim Sisteminin dışı dönük bir parçası olduğunu görmek mümkündür. Toyota çalışanları Yalın üretimi resmi olarak dile getirmezken sistemlerini kendine özgü olarak tanımlamaktadırlar.

Yalın üretim uygulayan organizasyonlar; müşteriye teslimat süresi, üretim hattında hatanın kısa süre içinde fark edilmesi, müşterinin ürün ve sipariş adedi ile ilgili değişiklik taleplerine çok hızlı yanıt verme özelliği kazanmaktadır. Süreçteki işler azaltılırken sermaye ve üretim alanı ihtiyaçlarında belirgin azalmalar yaşamaktadır. Tam zamanında üretim sayesinde depo stoklarında süreçteki işlerdeki benzer kazanım sağlamaktadır.

Yalın üretimde 7S uygulaması daha verimli, temiz ve düzgün bir çalışma ortamı sağlarken iş sağlığı, iş güvenliği ve en önemlisi çalışan mutluluğu ile ilgili sürekli iyileştirmelere olanak vermektedir. Çalışanlar Kaizen ve diğer proje ekiplerine katılım ile sürekli bir eğitim şansı yakalamaktadırlar. Sürekli eğitim, başarılı projelere ödül sistemi, önerilerin üst yönetim tarafından değerlendirilerek gerektiğinde projeye dönüştürülmesi bile çalışanın motivasyonunu çok ciddi oranda arttırmaktadır. Yoğun hataların yaşandığı, düzensizliğin hâkim olduğu, karmaşık proseslere sahip olan ve eğitimden yoksun bir işletmede çalışanın ne kadar verimli ve motive olduğu tartışılır.

Yalın üretim çalışanlar olduğu kadar müşteri ve şirket paydaşlarına da olumlu etki yapmaktadır. Müşteri açısından bakıldığında, her türlü istek ve önerisinin hemen sisteme alındığı, teslimat sürelerinin kısaltılmasının öncelikli olduğu ve konunun projeler ile desteklendiği, sipariş adedi ya da üründe bir değişiklik talebinde hızlı süre içinde cevap aldığı bir işletme ile çalışmakta olmak memnuniyet vericidir. Şirket paydaşları da müşteri ve çalışanın mutlu olduğu, maliyetin, çevrim süresinin ve işletme için gerekli alan ve sermayenin azaldığı bir organizasyona sahip olma şansına sahiptir.

Altı Sigma uygulanan işletmeler ise Yalın üretimden farklı olarak proje yönetiminde daha güçlü hale gelmektedir. Veriler daha ulaşılabilir ve doğrudur. Müşterinin sesi

proseslerde daha çok yer bulmaktadır. Bazen veriler çok şeyi göstermektedir. Altı Sigma ile verilere dayalı iyileştirme fırsatı vardır. Değişkenlik, ortalamadan daha büyük bir problemdir ve bazen problem değişkenlikte gizlidir. Değişkenlik sürekliliğin önünde en büyük engeldir. Yalın üretimin hızlandırıcı teknikleri, Altı Sigma'nın değişkenlik üzerine çözümleri ile daha etkili olmaktadır. Kalitenin iyileştirilmesinde Altı Sigma'nın etkisi büyüktür.

Altı Sigma daha çok işletme alanı (shop floor veya gemba) ile sınırlı olan Yalın üretime göre satış, finans, insan kaynakları, lojistik gibi departmanlara da hizmet verebilmektedir.

Yalın Üretim ve Altı Sigma'nın birbirine göre avantajlı olduğu yanları bu araştırmada detaylı olarak incelenmiş ve mükemmelliğe yolculukta Yalın Altı Sigma yaklaşımının en iyi özellikleri bir araya getirilerek bir entegrasyon modeli oluşturulmuştur. Yalın Altı Sigma entegrasyonunda Türkiye'de modelleme örneği henüz yok denecek kadar azdır. Dünyada da durum çok farklı değildir, çünkü Yalın Altı Sigma son yıllarda gündeme gelen entegrasyonu tamamlama aşamasında olan bir modeldir.

Bu çalışmada Türkiye'de yaklaşık Yalın üretimde yaklaşık sekiz yıl, Altı Sigma'da dört ve Yalın Altı Sigma entegrasyonu modellemesinde iki yıllık bir geçmişi olan bir tekstil işletmesinde modelleme şekli örnek olay ve projelerle incelenmiştir.

KAYNAKÇA

- Acar, Nesime. **Tam Zamanında Üretim**. 6.Basım. Ankara: MPM Yayınları, 1997.
- Çevikcan, Emre. **Üretim Sistemlerinin Performansının Arttırılması**. İstanbul: İstanbul Sanayi Odası Yayını, Yayın No.2009–12, 2009.
- Eskin, Tiryakioğlu ve H.Deha Yüceil. **Sanayide Sürekli Gelişme için: Kaizen**. İstanbul: İstanbul Sanayi Odası Yayını, Yayın No.2007–15, 2007.
- George, Rowlands ve Bil Kastle. **Yalın Altı Sigma Nedir?**. 1.Basım. Ankara: S.P.A.C., 2005.
- George, Michael L. **Lean Six Sigma**. McGraw-Hill Yayınları, 2002.
- George, Michael L. **Lean Six Sigma for Service**. McGraw-Hill Yayınları, 2003.
- Gürsakal, N. ve Ayşe Oğuzlar. **Altı Sigma**. Bursa: VİPAŞ Yayınları, 2003.
- İşığışok, Erkan. **Altı Sigma Karakuşaklar İçin Hipotez Testleri Yol Haritası**. 1.Basım, Bursa: Sigma Center Yönetim Hizmetleri Yayınları, 2005.
- Liker, Jeffrey K. **Toyota Tarzı: 14 Yönetim İlkesi**. 1.Basım. İstanbul: Yalın Enstitü Derneği, 2005.
- Marchwinski, Chet ve John Shook. **Yalın Kavramlar Sözlüğü**. 3.Basım. İstanbul: Yalın Enstitü Derneği, 2007.
- Tiryakioğlu, Uran. **Yaratıcı Bireyler için Kaizen Kılavuzu**. İstanbul: İstanbul Sanayi Odası Yayını, Yayın No.2007-16.,2007

Tiryakioğlu, Utaş ve Hatice Savaş. **Toplam Verimli Yönetim: TPM**. İstanbul: İstanbul Sanayi Odası Yayını, Yayın No.2007-23.,2007

Womack, James P. ve Daniel T. Jones. **Lean Thinking**. Free Press Yayınları, 2003.

Womack, James P. ve Daniel T. Jones. **Yalın Düşünce**. O. Yamak (çev.). 1.Basım. İstanbul: Optimist, 2007.

Arçelik Bulaşık Makinesi İşletmesi. (1998). **Otonom Bakım**. Yayın No.2.

Arçelik Bulaşık Makinesi İşletmesi. (1998). **TPM Genel Tanıtım**. Yayın No.1.

Arıtürk, Tümer. “Başarıyı Gösteren En Önemli Metrik Elde Edilen Kazançlar ve Sürdürülebilirliğin Sağlanmasıdır”, **Altı Sigma Forum**. Sayı 7: Nisan Mayıs Haziran, 2006.

Byrne, George ve Bob Norris. “Baldrige Seviyesi Performansını Yönetmek”, **Altı Sigma Forum**. Sayı 2: Ocak Şubat Mart, 2005.

Doğruyol, Ali. “300’den Fazla Altı Sigma Projesini Hayat Geçirdik”, **Altı Sigma Forum**. Sayı 8: Temmuz Ağustos Eylül, 2006.

Durak, Turgay. “Üründe Varyasyon Olmasının Affedilemeyeceği Bir Sektör Olarak Otomotivde 6 Sigma Kesinlikle Uygulanmalı”, **Altı Sigma Forum**. Sayı 2: Ocak Şubat Mart, 2005.

Eren, İhsan. “Bir Yeşil Kuşak Adayının Proje Hikâyesi”, **Altı Sigma Forum**. Sayı 2: Ocak Şubat Mart, 2005.

- Eren, Volkan. "Altı Sigma'yı Sistematik Biçimde Şirketlerimize Yayımayı Planlıyoruz", **Altı Sigma Forum**. Sayı 8: Temmuz Ağustos Eylül, 2006.
- Finn, Lynda ve Sue Reynard. "Altı Sigma Ve Mobil İşgücü Süreçleri", **Altı Sigma Forum**. Sayı 7: Nisan Mayıs Haziran, 2006.
- Folaron, Jim. "Değişim Liderliğinin İnsan Yönü", **Altı Sigma Forum**. Sayı 4: Temmuz Ağustos Eylül, 2005.
- Garcia, Antonio Villegas. "Ölçüm Sisteminizi Doğrulamak İçin Farklı Yöntemler", **Altı Sigma Forum**. Sayı 8: Temmuz Ağustos Eylül, 2006.
- Hariharan, Arun. "Yöneticinin Altı Sigma Yolundaki Başarı Rehberi", **Altı Sigma Forum**. Sayı 7: Nisan Mayıs Haziran, 2006.
- Kanat, Seher ve Mücella Güner. "Tam Zamanında Üretim Sisteminin Tekstil ve Konfeksiyon Sanayine Uygulanabilirliği". **Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi**. 4/2006, 2006.
- Kaya, Dr. Sezai. "Altı Sigma Çalışmalarımızı Ağırlıklı Olarak Proses Yeterliliğinin Zayıf Olduğu Alanlarda Kullanıyoruz", **Altı Sigma Forum**. Sayı 5: Ekim Kasım Aralık, 2005.
- Köksal, Gülser ve Aysun Taşeli. "Muayene Hatasının Kalite Kaybına ve Üreticiye Etkileri", **Altı Sigma Forum**. Sayı 2: Ocak Şubat Mart, 2005.
- Nilakantasrinivasan, Neil ve Arun Nair. "DMAIC Hata Modları", **Altı Sigma Forum**. Sayı 4: Temmuz Ağustos Eylül, 2005.
- Parr, William C. "Altı Sigma'yı Sürekli Kılmak", **Altı Sigma Forum**. Sayı 8: Temmuz Ağustos Eylül, 2006.
- Phadnis, Shree. "Süreciniz Optimum Seviyesinde mi ?", **Altı Sigma Forum**. Sayı 6: Ocak Şubat Mart, 2006.

Praveen, Gupta. “Yenilikçilik: Başarılı Projenin Anahtarı”, **Altı Sigma Forum**. Sayı 5: Ekim Kasım Aralık, 2005.

Ravichandran, J. “Kalite Spesifikasyonlarını Belirlemek”, **Altı Sigma Forum**. Sayı 7: Nisan Mayıs Haziran, 2006.

Robinson, Bill. “Altı Sigma’ya Dayalı Bir Yönetim Sistemi Oluşturmak”, **Altı Sigma Forum**. Sayı 8: Temmuz Ağustos Eylül, 2006.

Roth, Gregory. “Yeterlilik Endeksleri”, **Altı Sigma Forum**. Sayı 4: Temmuz Ağustos Eylül, 2005.

Sall, John ve Bradley Jones. “Anormallikten Mantıksız Şekilde Korkmak”, **Altı Sigma Forum**. Sayı 6: Ocak Şubat Mart, 2006.

Weigang, Fritz W. “Uzun Vadeli Başarı İçin İkili Kavram”, **Altı Sigma Forum**. Sayı 5: Ekim Kasım Aralık, 2005.

“5S Ne Demektir?”. MESS Eğitim Vakfı Eğitim Seminer Notları. <http://www.endustri.muhendisim.net/post/2008/06/5-S-Yonetimi-Nedir--7c-Seiri-Seiton-Seiso-Seiketsu-Shitsuke.aspx> (2008).

“5S Nedir ?”. <http://erp.karmabilgi.net/5s-nedir/> (2008).

“A Lean Six Sigma Duo for the Office”. <http://europe.isixsigma.com/library/content/c040714b.asp> (2009).

“About LeanSigma”. <http://www.leansigma.com/about.php> (2009).

Başar, H.Merve. “Kaizen Felsefesi”. <http://www.biymed.com/makaleler/> (2007).

Bay, Murat ve E. Çiçek. “Tam Zamanında Üretimde Hata Önleyiciler: Poka–Yokeler”. Selçuk Üniversitesi, Karaman İ.İ.B.F. iibfdergi.kmu.edu.tr/userfiles/file/mayis2007/5.pdf (2007).

Bedel, Osman. “Yalın Üretim Nedir?”. http://www.biymed.com/forum/forum_posts.asp?TID=21848 (2009).

Bertels, Thomas. “Integrating Lean and Six Sigma: The Power Of An Integrated Roadmap”. <http://www.isixsigma.com/library/content/c030721a.asp> (2009).

Burton, Terence T. “Is This a Six Sigma, Lean or Kaizen Project?”. <http://www.isixsigma.com/library/content/c020204a.asp> (2009).

Cebeci, Ufuk. “Verimlilik ve Yalın Üretim”. <http://www.ias.com.tr/enterprise/articles/20070910-yalin-uretim.html> .(2007).

“Düzenleme / Yerleştirme, 5S – Yönetimi Nedir ?”. MESS Eğitim Vakfı Eğitim Seminer Notları. <http://www.endustrimuhendisim.net/> (2009).

- Erkek, Seyida “Yalın Üretim Anlayışı”. Konya Ticaret Odası Etüt Araştırma Servisi. Yayın No: 2008.36.465. www.kto.org.tr/dosya/rapor/yalin_uretim.pdf (2008).
- George, Michael L. “What is Lean ?”. <http://www.isixsigma.com/library/content/ask-02.asp> . (2009).
- Hamurkanoğlu, Canan. “IST 483 Kalite Yönetimi: Kalite İyileştirmede Temel Araçlar”. [www.huist.org/KaliteYonetimi/4 Grup kalite %20iyilestirmede temel araclar.doc](http://www.huist.org/KaliteYonetimi/4_Grup_kalite_%20iyilestirmede_temel_araclar.doc) (2008).
- “Kanban Üretim Yönetim Sistemi”. [http://tr.wikipedia.org/wiki/ Kanban](http://tr.wikipedia.org/wiki/Kanban) (2007).
- Kozak, Meryem Akoğlan ve Oya Yazıcılar. “İş Analizinin Yönetim Yaklaşımları İçindeki Önemi”. A.Ü, Eskişehir M.Y.O. <http://www.isgucdergi.org/?p=makale&id=25&cilt=5&sayi=1&yil=2003> (2003).
- Kulaç, Ülkü. “Konferanslardan İzlenimler”. Yalın Enstitü Derneği. http://www.lean.org.tr/index.php?option=com_content&task=view&id=205&Itemid=15 (2007).
- Kulaç, Ülkü. “Yalın Üretim Felsefesi”. Yalın Enstitü Derneği. <http://www.yalinenstitu.org.tr/> (2009).
- “Lean Six Sigma Overview”. http://www.sixsigmainstitute.com/leansigma/index_leansigma.shtml (2009).
- “O.E.E (Toplam Ekipman Etkinliği - Overall Equipment Efficiency)”. <http://www.tpm-danismanlik.com/default.asp?id=69051&lng=1> (2009).
- “Otonom Bakım Nedir?”. www.tpm-danismanlik.com/otonom_bak_m.pdf (2009).
- Öztürk, Ahmet, Vesile Sinem Arıkan ve M. Umut Öztürk. “Süreç İyileştirme Yöntemleri ve Yöneylem Araştırması”. Uludağ Üniversitesi, İ.İ.B.F. iletisim.atauni.edu.tr/eisemp/html/tammetinler/129.pdf (2009).

- Parılı, Nurettin. "Müşteri Memnuniyetinin Sağlanmasında Hatasız Üretim Aracı: Poka Yoke". G.Ü, İ.İ.B.F. http://dergi.iibf.gazi.edu.tr/yayinlanmis_ciltler_c5_s1.htm (2003).
- Savaş, Orhan. "Tam Zamanında Üretim Sisteminin Gerektirdiği Maliyet Muhasebesinin Temel Nitelikleri". <http://iibf.erciyes.edu.tr/dergi/sayi20/osavas2.pdf> (2003).
- "SMED Nedir?". http://www.tpmdanismanlik.com/kaizen/smed_nedir.pdf (2009).
- "Sürekli Gelişme: Kaizen". <http://www.tpmdanismanlik.com/default.asp?pid=11&lng=1> (2009).
- Sütçüoğlu, Serkut ve Vedat Zeki Yenen. "5S'in Önemi ve Bir Firmada Uygulanması". İstanbul Ticaret Üniversitesi. www.qfdturkiye.org (2009).
- "Toyota Üretim Sisteminin Doğuşu ve Tarihsel Gelişimi: Kanban Sisteminin Gelişimi". http://www.endustrimuhendisim.com/article_read.asp?id=27 (2007).
- "Toyota Üretim Sisteminin Doğuşu ve Tarihsel Gelişimi: Poka Yoke ya da Otonomasyon". http://www.endustrimuhendisim.com/article_read.asp?id=27 (2007).
- "TPM Nedir?". TMMO Makine Mühendisleri Odası. <http://www.mmorize.org/tpm.htm> (2009).
- Ulukanoğlu, Ceren. "Toplam Kalite Yönetimi ve Kaizen Felsefesi". <http://www.biymed.com/> (2006).
- "What is Lean Six Sigma and Lean Manufacturing ?". http://www.sixsigmasystems.com/what_is_six_sigma.htm (2009).
- "Yalın Düşüncenin İlkeleri: Çekme". Yalın Enstitü Derneği. <http://www.yalinenstitu.org.tr/> (2009).

“Yalın Düşüncenin İlkeleri: Mükemmellik”. Yalın Enstitü Derneği. <http://www.yalinenstitu.org.tr/> (2009).

“Yalın Düşüncenin İlkeleri”. Yalın Enstitü Derneği. <http://www.yalinenstitu.org.tr/> (2009).

“Yalın Üretim Yöntemleri: Kanban Kuralları”. <http://erp.karmabilgi.net/yalin-uretim-yontemleri/> (2008).

“Yalın Üretim Yöntemleri: Kanban ya da Çekme Sistemi”. <http://erp.karmabilgi.net/yalin-uretim-yontemleri/> (2008).

“Yalın Üretim Yöntemleri: Tek Parça Akış Sisteminin Faydaları”. <http://erp.karmabilgi.net/yalin-uretim-yontemleri/> (2008).

“Yalın Üretim Yöntemleri: Tek Parça Akışı”. <http://erp.karmabilgi.net/yalin-uretim-yontemleri/> (2008).

“Yalın Üretim Yöntemleri: TPM Kavramının Oluşumu”. <http://erp.karmabilgi.net/yalin-uretim-yontemleri/> (2008).

“Yalın Yaklaşım”. Yalın Enstitü Derneği. http://www.yalinenstitu.org.tr/index.php?option=com_content&task=view&id=9&Itemid=13 (2009).

Yönel, Ali Rıza. “Yalın Üretim ile Altı Sigma Arasındaki İlişki”. <http://www.yalinenstitu.org.tr/> (2010).

