YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÜRETİM YÖNETİM SİSTEMİNDE YENİ YAKLAŞIMLAR VE UYGULAMALARI

Makine Müh. Serkan ŞAHLIOĞLU

FBE Makine Mühendisliği Anabilim Dalı İmal Usulleri Programında Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. M. Numan DURAKBAŞA (YTÜ)

İSTANBUL, 2010

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ viii

KISALTMA LİSTESİ x

ŞEKİL LİSTESİ xi

ÇİZELGE LİSTESİ xiii

ÖNSÖZ xiv

ÖZET xv

ABSTRACT xvi

1. GİRİŞ 1

2. STRATEJİ SÜRECİ 1

2.1. Verimlilik 1
2.2. Üretim Stratejisi 1
2.3. Üretim Stratejisinin Geliştirilmesi 3
2.4. Proses Seçimi 4
2.5. Ürün-Proses Matrisi 6
2.6. Proses Akış Tasarımı 6
2.7. Üretim Alt Yapısının Geliştirilmesi 9
2.8. Üretimde Operasyonel Stratejinin Çatısının Tasarlanması 10
2.9. Ürün Tasarımı 10

3. KALİTE YÖNETİMİ SÜRECİ 12

3.1. Toplam Kalite Yönetimi Felsefesi 12
3.2. Kalite Spesifikasyonu Ve Kalite Maliyeti 13
3.3. Sürekli İyileştirme 15
3.4. İstatistiki Proses Kontrol 15
3.4.1. Veri Toplama Süreci 15
3.4.2. İstatistiki Proses Kontrol' De Merkezi Eğilim Ve Dağılım Ölçüleri 17
3.4.3. Proses Yeterlilik Analizi 17
3.4.3.1. Proses Yeterliliğinin Hesaplanmasında Çift Spesifikasyonun Kullanılması 19
3.4.4. Makina Yeterlilik Analizi 21
3.5. Tedarikçinin Kalite Gerekliliklerindeki Payı 24
3.5.1. Genel Gereklilikler 25
3.5.1.1. Kalite Organizasyonu 25
3.5.1.2. Kalite Faaliyetleri 25
3.5.1.3. Proje Kalite Planı 25
3.5.1.4. Malzeme, Proses Ve Ürün Kontrolü 25
3.5.1.5. Makina, Alet, Ekipman Bakımı Ve Günlük Kontrolleri 27
3.5.1.6. Alt Tedarikçiler 27
3.5.1.7. Kalıp, Aparat Ve Fikstür Kontrolü 27

3.5.1.8. Kalibrasyon 28
3.5.1.9. Hata Kontrolü Ve Analizi 28
3.5.1.10. Tedarikçi Kalite Güvence 29
3.5.1.11. Performans Ve Ömür Testleri 30
3.5.1.12. Sürekli İyileştirme Ve Gelişme 30
3.5.1.13. Kalite Hatalarını Önleme Çalışması 31
3.5.1.14. Kritik Parça Ve Güvenlik Parçası İçin Proses Gereklilikleri 31
3.5.1.15. Eğitim 31
3.5.1.16. Çalışma Ortamı Düzeni, Temizlik, Çalışma Disiplini, Görsel Fabrika 32
3.5.1.17. Arşiv 32
3.5.2. Prototip Parça Gereklilikleri 32
3.5.3. Seri İmalat Öncesi Gereklilikler 32
3.5.3.1. Numune Parça 32
3.5.3.2. Döküm Kalıpları, Aparatlar, Kalıplar Ve Modeller 33
3.5.3.3. Tedarikçi Parça Onay Proses Standardı Ve Ürün Sevkiyatı 33
3.5.3.4. Ön Seri Üretim (Deneme Partisi / Pilot Partisi) 33
3.5.4. Seri Üretim 34
3.5.4.1. Final (Sevkiyat Kontrol) Raporu 34
3.5.4.2. Proses Değişikliği 34
3.6. Tedarikçi Parça Onay Prosesi 35
3.6.1. Tedarikçi Parça Onay Prosesinin Uygulanacağı Durumlar 35
3.6.2. Tedarikçi Parça Onay Prosesinde Revizyona Gerek Olmayan Durumlar 37
3.6.3. Üretim Parçası Onayı İçin Tedarikçiden İstenenler 37
3.6.4. Tedarikçiden Parçaya Ait İstenen Döküman Ve Prosesler 38
3.7. İlk Numune Onay Sürecine Bir Örnek Çalışma 43
3.7.1. Proses Akış Şeması 43
3.7.2. Ürün Ağacı 44
3.7.3. İlk Numune Onay Süreci Ana Hatları 45
3.7.3.1. Deneme Üretim Raporu 45
3.7.3.2. Deneme Üretimi Kontrol Listesi 46
3.7.3.3. Tedarikçi Seri Üretim Denemesi Hazırlığı Kontrol Listesi 47
3.7.3.4. Çevrim Süresi Ve Birim Saat Başına Hedef Üretim Miktarı Hesabı 49
3.7.3.5. Üretim Performans Analizi 50
3.7.3.6. Deneme Üretimi Analizi 50
3.7.3.7. Seri Üretim Denemesi Sonuç Sayfası 52
3.7.3.8. Problem Takip Çizelgesi 52
3.7.4. Parça Gözetim/Denetim Standardı 53
3.7.4.1. Taslak Çizimin Hazırlanması, Referans Yüzey Ve Ölçülerin Nasıl Alınacağı 53
3.7.4.2. Referans Yüzey Detayları 54
3.7.4.3. Ölçü Detayları 54
3.7.4.4. Görünüm 54
3.7.4.5. Performans 54
3.7.4.6. Ağırlık 54
3.7.4.7. Üretim Kalite Planlaması 55
3.7.4.8. Proje Aşamasında Karşılaşılan Problemler 55
3.8. İleri Ürün Kalite Planlaması Ve Kontrol Planı 55
3.8.1. Ürün Kalite Planlamasının Esasları 55
3.8.2. Ürün Kalite Planlamasının Zamanı 55
3.8.3. Projenin Tanımlanması Ve Planlanması 56
3.8.4. Ürün Tasarımı Ve Geliştirilmesi 56

3.8.5. Üretilebilirlik Ve Montaj İçin Tasarım 57
3.8.6. Tasarımın Doğrulanması 57
3.8.7. Tasarımın Gözden Geçirilmesi 57
3.8.8. Prototip Yapımı-Kontrol Planı 58
3.8.9. Teknik Çizimler 58
3.8.10. Teknik Şartnameler 58
3.8.11. Malzeme Şartnameleri 59
3.8.12. Çizim Ve Şartname Değişiklikleri 59
3.8.13. Yeni Ekipman, Araç Ve Tesis Gereksinimleri 59
3.8.14. Ürün Ve Proses Karakteristikleri 59
3.8.15. Ölçüm Cihazları/Test Ekipmanı Gereksinimleri 59
3.8.16. Ekibin Ürün Yapabilirlik Kabulü Ve Yönetim Desteği 59
3.8.17. Proses Tasarımı Ve Geliştirme 60
3.8.17.1. Ambalajlama Standartları 60
3.8.17.2. Ürün/Proses Kalite Sisteminin Gözden Geçirilmesi 60
3.8.17.3. Proses Akış Şeması 60
3.8.17.4. Atölye Planının Düzenlenmesi 61
3.8.17.5. Özellikler Matrisi 61
3.8.17.6. Seri Üretim Öncesi Kontrol Planı 61
3.8.17.7. Operasyon Talimatları 61
3.8.17.8. Ölçme Sistemlerini Analiz Planı 62
3.8.17.9. Proses Yeterlilik Çalışması Ön Planı 62
3.8.17.10. Ambalajlama Talimatları 62
3.8.17.11. Yönetimin Desteği 62
3.8.18. Ürün Ve Prosesin Geçerlilik Kazanması 63
3.8.18.1. Deneme Üretimi 63
3.8.18.2. Ölçme Sistemlerinin Değerlendirilmesi 63
3.8.18.3. Proses Ön Yeterlilik Çalışması 63
3.8.18.4. Üretilen Parçanın Onayı 64
3.8.18.5. Üretimin Geçerli Kılınma Testleri 64
3.8.18.6. Ambalajlamanın Değerlendirilmesi 64
3.8.18.7. Üretim Kontrol Planı 64
3.8.18.8. Kalite Planlamasının Sonu Ve Onayı, Yönetimin Desteği 64
3.8.19. Geri Bildirimin Değerlendirilmesi Ve Düzeltici Faaliyetler 65
3.8.19.1. Değişimin Azaltılması 65
3.8.19.2. Müşteri Memnuniyeti 65
3.8.19.3. Teslimat Ve Servis 66
3.8.20. Kontrol Planı 66
3.8.20.1. Kontrol Planında Yer Alan Kavramların Tanımları 67
3.8.21. Proseste Önem Arz Eden Faktörler 69
3.8.21.1. Kurulum 69
3.8.21.2. Makina 70
3.8.21.3. Fikstür/Yardımcı Ekipman 70
3.8.21.4. İşleme Takımı 70
3.8.21.5. Operatör 71
3.8.21.6. Malzeme Veya Komponent 71
3.8.21.7. Önleyici Ve Koruyucu Bakım 71
3.8.21.8. Ortam Şartları 71
3.8.21.9. Kontrol Planının Uygunluğunun Teyit Edildiği Faktörler 72
3.8.22. Dizayn Fmea' Nın Uygunluğunun Teyit Edildiği Faktörler 72

3.8.23. Yeni Ekipmanın Uygunluğunun Teyit Edildiği Faktörler 73
3.8.24. Proses Akış Şemasının Uygunluğunun Teyit Edildiği Faktörler 74
3.8.25. Proses Fmea' Nın Uygunluğunun Teyit Edildiği Faktörler 74
3.9. Shingo Sistemi (Hata-Emniyet Tasarımı) 74
3.10. 5 S 77
3.10.1. 5 S' İn İşletmeye Sağaldığı Faydaları 78
3.11. Görsel Fabrika 79
3.11.1. Görsel Fabrikada 5 Anahtarın Kullanımı 81
3.11.2. Görsel Panolar 82
3.11.3. Görsel Kontroller 82
3.12. Altı Sigma 82

4. LOJİSTİK SÜRECİ 87

4.1. Tedarik Zinciri Yönetimi 87
4.1.1. Tedarik Zinciri Yönetiminde Anahtar Faktörler 89
4.2. Lojistik Ağının Tasarımı 89
4.3. Envanter Yönetimi 90
4.3.1. Envanterin Görevi 92
4.3.1.1. Transit Stok 92
4.3.1.2. Çevrim Stoğu 92
4.3.1.3. Emniyet Stoğu 93
4.3.1.4. Öngörü Stoğu 93
4.3.2. Envanter Sistem Performansının Tayini 93
4.3.3. Talep Yönetimi 94

5. ÜRETİM YÖNETİM SÜRECİ 96

5.1. Toyota Üretim Yönetim Sistemi 96
5.1.1. Tam Zamanında Üretim 97
5.1.2. Otonomasyon (Otokontrole Sahip Otomasyon) 98
5.1.3. Maliyeti Düşürmek Temel Hedeftir 98
5.1.4. Toyota Üretim Sisteminin Gelişimi 98
5.1.5. Malzeme Akışını Yönetmek Temel Şarttır 102
5.1.6. Kanban Gelişimi Hızlandırır 105
5.1.7. Kanban Mantığında Taşıma Sepetleri 106
5.1.8. Organizasyon İçinde Otonom Sistemi 106
5.1.9. Toyota Tarzı Bilgi Sistemi 106
5.1.10. Kayıpların Zararlarının Yeniden Gözden Geçirilmesi 107
5.2. Yalın Üretim 109
5.2.1. Yalın Düşünce Faktörleri 111
5.2.1.1. Değer 111
5.2.1.2. Değer Akışı 112
5.2.1.3. Değer Akışı Haritalandırma 113
5.2.1.4. Değer Akışı Haritalandırma İçin Bir Uygulama 115
5.2.1.5. Sıfır Hata Yaklaşımı 118
5.3. Yalın Tedarik Ağının Kurulması İçin Yol Haritası 118
5.3.1. Vizyonun Tanımlanması 119
5.3.2. Tedarik Zinciri Stratejik Planının Geliştirilmesi 120
5.3.3. Yalın Kültür Ve Altyapının Kurulması 121
5.3.4. Yalın Uygulama Planının Yaratılması Ve Güncellenmesi 122
5.3.5. Yalın Uygulamaların Devreye Alınması 123

5.3.6. Sürekli Gelişimin Teşvik Edilmesi 124
5.4. Yalın Üretim Ölçütlerinin Tanımlanması 125
5.4.1. İlk Seferinde Doğru Üretim (İdü) 126
5.4.2. Toplam Ekipman Verimliliği (Tev) 128
5.4.3. Hammaddeden Bitmiş Ürüne Geçişteki Toplam Süre (Hbt) 129
5.4.4. Plana Uygunluk (Pu) 130
5.5. Yalın Üretim Tasarımı 131
5.5.1. Üretim Tesisi Bazında Stratejiler 133
5.5.2. İlgili Bölümler Bazında Stratejiler 136
5.6. Tam Zamanında Üretim 136
5.6.1. Üretim Planlama Ve Kontrol Faaliyetlerinde Tam Zamanında Üretim 137
5.6.2. Tam Zamanında Üretimin Üretim Planlama Kontrol Faaliyetlerine Etkisi 137
5.6.3. Tam Zamanında Üretim Kapsamında Montaj Hattında Farklı Modellerin Planlaması 139
5.6.4. Tam Zamanında Üretimde Tedarik Zincirinin Koordinasyonu 141
5.6.5. Tam Zamanında Üretim Modelinde Kurulum Zamanlarının Azaltılması 142
5.6.6. Kanbanın Optimal Miktarının Kararlaştırılması 148
5.7. Üretimde Kontrol Teknikleri 148
5.7.1. Sabit Arastok Kontrol Sistemi 152
5.7.2. Baz Stok Kontrol Sistemi 153
5.7.3. Kanban Kontrol Sistemi 155

6. OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE ÜRETİM YÖNETİM SİSTEMİNE DAİR YENİ YAKLAŞIM UYGULAMASI 157

6.1. Üretim Yönetim Modelinin Temel Felsefesi 157
6.2. Kalite Kontrol 157
6.2.1. Hat İçi İnceleme Sistemleri 158
6.2.2. Standartlara Göre Çalışma 158
6.2.3. 100% Hat İçi İnceleme 158
6.2.4. Hızlı Geri Bildirim 161
6.2.5. Diğer Faaliyetler 161
6.2.6. Dışarıdan Ya Da İçeriden Tedarik Edilen Parçaların Kalite Güvencesi 161
6.2.7. Tork Kalite Yönetimi 167
6.2.8. Standartlara Göre Çalışma 168
6.2.9. Hatanın İletilmemesi 168
6.2.10. Hata Yapmama 171
6.2.11. Hata Yapamama 171
6.2.12. Diğer Hususlar 171
6.2.13. Denetim Toplantıları 172
6.2.14. Son Kontrol 172
6.2.15. Müşteri Gözü İle Denetim 172
6.2.16. Üretim Yönetim Sisteminin Başarı Göstergeleri 178
6.2.16.1. Güvenlik Göstergeleri 178
6.2.16.2. Kalite Göstergeleri 178
6.2.16.3. Maliyet Ve Verimlilik 179
6.2.16.4. Lojistik 180
6.2.16.5. Makina Doğruluk Değerlendirmesi 180
6.3. Lojistik Süreci 183
6.3.1. Alt Montaj Yaklaşımının Yeni Üretim Sistemindeki Yeri 183
6.3.2. Malzemelerin Üretim Hatlarına Kitler Halinde Teslimi 185

6.3.3. Tedarikçi Nezdinde Yapılan Faaliyetler 192
7. SONUÇLAR 194
KAYNAKLAR 195
ÖZGEÇMİŞ 197

SİMGE LİSTESİ

Bi	"i" istasyonu emniyet stoğu çıktısı.
c	Bir sabit arastok kartı
c	Sınıf aralığı
C	Sistemdeki Sabit Arastokların sayısı
C_p	Proses yetenek katsayısı (prosesin dağılımı hakkında bilgi verir)
C_{pk}	Proses yetenek katsayısı (hem prosesin dağılımı ve hem de prosesin meydana getirilişi hakkında bilgi verir)
C_m	Makina yetenek katsayısı (prosesin dağılımı hakkında bilgi verir)
C_{mk}	Makina yetenek katsayısı (hem prosesin dağılımı ve hem de prosesin meydana getirilişi hakkında bilgi verir)
d	Bir talep
D_i	"i" istasyonu üretimini tetikleyen talep bilgilendirmesini içeren "i" istasyonu talep sırası.
DK_i	Sondan başa doğru gelen talep bilgilendirmesi ile tetiklenen "i" istasyonu kanbanlarını içeren etkin kanban sırası
f	Frekans
i, j	Bir imalat istasyonunu tanımlayan tekil sayı
$J_{i,j}$	"i" ve "j" istasyonlarını birleştiren senkronizasyon istasyonu
k	Bir kanban kartı
k_i	"i" istasyonundaki kanban kartı
K_i	"i" istasyonu serbest kanbanlarını içeren "i" istasyonu kanban sırası
MP_i	"i" istasyonu imalat prosesi
N	Ana kütle
n	Örnek
$NQ(Q)$	Q sırası içindeki parça sayısı
p	Parça
R	Değişim aralığı
S	Sınıf sayısı
$Sü$ / USL	Üst spesifikasyon limiti
Sa / ASL	Alt spesifikasyon limiti
s_i	"i" istasyonundaki baz stok seviyesi

T	Spesifikasyon limitlerinin genişliği
V	Varyans
X_{max}	Veriler arası en büyük değer
X_{min}	Veriler arası en küçük değer
X_{ort}	Ortalama değer
σ / s	Standart sapma

KISALTMA LİSTESİ

ADS	Aparat değişim süresi
ÇS	Çevrim süresi
DFMEA	Tasarım Hata türü ve etkileri analizi
DPU	Birim başına hata miktarı
EKB	En küçük birim
ERP	Kurumsal kaynak planlaması
FIFO	İlk giren ilk çıkar
FMEA	Hata türü ve etkileri analizi
HBT	Hammaddeden bitmiş ürüne geçişteki süre
İDÜ	İlk seferinde doğru üretim
PFMEA	Proses Hata türü ve etkileri analizi
PU	Plana uygunluk
PPM	Milyonda parça sayısı
TEV(EEO)	Toplam ekipman verimliliği

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Operasyon föyü 8
Şekil 2.2 Kalite proses sayfası 8
Şekil 2.3 Müşteri ihtiyacından sipariş gerçekleşmeye kadar olan stratejik çerçeve 10
Şekil 3.1 Kritik parça tanımlaması için kullanılan etiketlere örnekler 31
Şekil 3.2 Kauçuk esaslı bir otomotiv parçasının proses akış şeması 44
Şekil 3.3 EPDM kauçuk profil 44
Şekil 3.4 Çift katlı yapıştırıcı bant 45
Şekil 3.5 Uç bantı 45
Şekil 3.6 Taslak çizim ile referans ve kritik ölçü detayları 53
Şekil 3.7 Görsel fabrikanın unsurları 80
Şekil 4.1 Üretim yönetiminde talep yönetimi 94
Şekil 5.1 Hat dengeleme panosu 105
Şekil 5.2 Değer akışı haritası-mevcut durum 117
Şekil 5.3 Değer akışı haritası-gelecek durum 117
Şekil 5.4 Dört istasyonlu bir üretim prosesinde ilk seferinde doğru üretim faktörü hesabı 128
Şekil 5.5 Üretim planlama kontrol sistemi ile tam zamanında üretim 137
Şekil 5.6 Esnekliğin arttırılması 143
Şekil 5.7 Proses adımlarının belirlenmesi 145
Şekil 5.8 Proses adımlarının ayrıştırılması 145
Şekil 5.9 Proses adımlarının dahiliden hariciye dönüştürülmesi 145
Şekil 5.10 İyileştirme fırsatlarının paydaşları 146
Şekil 5.11 Kurulum süresi analizi 147
Şekil 5.12 Çekme üretim sistemleri 150
Şekil 5.13 Tandem düzeninde iki istasyonlı bir imalat sistemi 151
Şekil 5.14 Sabit arastok tarafından kontrol edilen iki istasyonlu üretim hattı 152
Şekil 5.15 Baz stok tarafından kontrol edilen iki istasyonlu üretim hattı 154
Şekil 5.16 Kanban tarafından kontrol edilen iki istasyonlu üretim hattı 155
Şekil 6.1 Kalite kontrol faaliyetlerinin temel prensibi 158
Şekil 6.2 Hat içi inceleme döngüsü 158
Şekil 6.3 Hat içi inceleme döngüsü 159
Şekil 6.4 Proses tork denetim listesi 170
Şekil 6.5 Makina yeterlilik analizinin sonucu 183
Şekil 6.6 CNC torna tezgahı makina doğruluk tayini grafiği 183

Şekil 6.7 Alt montaj kontrol formu 184
Şekil 6.8 Klasik parti ikmali ve birebir ikmal sonrası hat kenarı 187
Şekil 6.9 Birebir ikmal öncesi hat düzeni 187
Şekil 6.10 Birebir ikmal sonrası hat düzeni 188
Şekil 6.11 Mobil el terminali görüntüsü ve kullanımı 189

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1 Beceri/yapabilirlik matrisi 9
Çizelge 3.1 Tasarım kalitesinin özellikleri 13
Çizelge 3.2 Önerilen derece değerlendirme kriteri (tasarım/proses FMEA için) 41
Çizelge 3.3 Başlangıç çalışması için kabul kriterleri 43
Çizelge 5.1 Değer akışı haritalandırmasında takip edilecek metotlar 114
Çizelge 5.2 İlk seferinde doğru üretim 127
Çizelge 5.3 Toplam ekipman verimi 129
Çizelge 5.4 Hammaddeden bitmiş ürüne toplam süre 130
Çizelge 5.5 Programa uygunluk 131
Çizelge 5.6 Komponent ihtiyaçları 140
Çizelge 6.1 Hata önem dereceleri ve açıklamaları (sadece proses kontrol (DPU) için geçerlidir) 160
Çizelge 6.2 Ana montaj hattı altıncı istasyon hat içi kontrol listesi 163
Çizelge 6.3 Ana montaj hattı dokuzuncu istasyon hat içi kontrol listesi 164
Çizelge 6.4 Ana montaj hattı dönemlik DPU 165
Çizelge 6.5 Ana montaj hattı dönemlik DPU detayları 166
Çizelge 6.6 Kontrolde dikkat edilecek hususlar 166
Çizelge 6.7 Temin edilen parçaların kontrol listesi 167
Çizelge 6.8 Standart civataların sıkma torku değerleri cetveli 169
Çizelge 6.9 Parça bazında sıkma torku kontrol çizelgesi 169
Çizelge 6.10 Hat bazında tork performansı denetim takip çizelgesi 170
Çizelge 6.11 Son kontrol süreci kontrol karakteristikleri 173
Çizelge 6.12 Son kontrol süreci dönemlik DPU takibi 174
Çizelge 6.13 Müşteri gözü ile denetim 175
Çizelge 6.14 Sorumlu bölümlere göre hata dağılımı 176
Çizelge 6.15 Müşteri gözü ile denetimlerde eski üretim ile yeni üretim sisteminin karşılaştırılması 177
Çizelge 6.16 Örnek kampanaların ölçüm listesi 182
Çizelge 6.17 Frekans dağılımı 182
Çizelge 6.18 Birebir ikmal kontrol listesi 191

ÖNSÖZ

Bu tezin hazırlanmasında değerli desteğini esirgemeyen en başta Sn. Prof. Dr. Numan DURAKBAŞA olmak üzere, Anadolu Isuzu Otomotiv San. ve Tic. A.Ş. çalışanlarından Satınalma Şefleri Sn. Ufuk YÜKSEKKAYA ve Sn. Sinan COŞKUN, Kalite Kontrol Şefi Sn. Emirhan İRFANOĞLU, Stok Kontrol Mühendisi Sn. Bilal GECÜ, Akkardan San. ve Tic. A.Ş. çalışanlarından Üretim Direktörü Sn. Taha GÜRCAN, Kalite Kontrol Müdürü Sn. Ayhan ÖZTÜRK, Kalite Mühendisi Sn. Seçkin BARLAS, Ersan Kauçuk San. ve Tic. A.Ş. çalışanlarından Firma Sahibi Sn. Sabri GÜNATA, Teknik Müdür Sn. Aygün AKGÜN, Pazarlama Müdürü Sn. Zafer ELBİR ve Mühendislik Lideri Sn. Rahmi Gürkan YILDIZ, Supsan Motor Parçaları A.Ş. çalışanlarından Planlama ve Satınalma Müdürü Sn. Atınç OCAK, Satış Sorumlusu Sn. Mert ALTUĞ ile burada adı anılmayan diğer tüm kişilere sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

ÖZET

Günümüz teknolojisi ve küreselleşen dünya ile ürünlerin artık birbirlerine göre çok farklılık arz etmemesi ve alternatiflerin bolluğu sebebi ile herhangi bir ürünün pazardaki fiyatı üretici tarafından değil, tüketici tarafından tayin edilmektedir. Bu kısıtı öncesinden sezinleyebilmiş olan ticari kurumlar, eğer kendi kontrolleri dışında gelişen pazar koşullarına müdahil olamıyorlarsa, ticari varlıklarını idame ettirebilmeleri açısından son derece kritik hale dönüşmüş diğer koşulları etkimeye yönelmeyi başarmışlardır.

Bu koşullardan en önemlisi üretim yönetim sisteminin yeniden organize edilmesidir. Hatalar ve ihtiyaç fazlası envanterler kaynaklı mevcut kayıpların tespiti, bunların önüne geçme ve bir daha hata yapmamak gibi temelde çok basit ve "yalın" bir anlayışa sahip olan bu yeni yaklaşımlar dizgisinin kurgulanıp devreye alınması ile verimlilik ve kalitede çok kısa sürede artışlar gözlenmiştir.

Bu yaklaşımın kurgulanmasının üç ana bacağı vardır: stratejik yapılanma, lojistik süreçlerin yeniden senaryolanması ve kalite süreçlerinde hata yapamamak fiiline dayalı metotların geliştirilmesidir. Kalite birimi hata kontrol edici bir uzuvken lojistik ve üretim birimleri ise iş yapış modellerindeki yeni yaklaşımları sayesinde hata olasılığını ortadan kaldıracak mekanizmalara geliştirecektir.

Dolayısı ile verimlilik ve kalitede artışın sağlanabilmesi için üretim stratejileri, lojistik ve kalite süreçleri tek bir potada değerlendirilmelidir.

Bu tez çalışması yukarıda bahsi geçen fikre dayalı olarak üretim yönetim sisteminin böylesi bütünsel bir bakış açısı ile nasıl yeniden değerlendirilebileceği hakkında uygulamalı bilgiler vermektedir.

Anahtar Kelimeler: Yalın üretim, kalite süreci, hata önleyici sistemler, lojistik, tedarik zinciri, üretim yönetimi.

ABSTRACT

By means of technological improvements and globalization in all economies there are not any differences among the products presented into the same market which are respectively alternative to each other so that the price is assigned by the customer, not the manufacturer or reseller. If the enterprises which were able to realize this restriction earlier than everyone cannot control or manage the market situation occurring around them, then they managed to control the other conditions which were too critical for their commercial existence.

One of the most important portion of them is re-organizing the manufacturing management. Defining defects and losses which are caused by unnecessary inventories, eliminating them and "never allow to make mistake" principles are basis of the new chain methodologies of this approach. It helps the production facilities to improve quality and productivity.

This approach has three sub-issues: strategic structuring, rebuilding of logistics and developing new methods controlling defects in the process. While quality control unit has controlling responsibilities, logistics and production facilities are to create new mechanisms for removing defect possibilities with the help of new model of the production management.

In the end in order to improve quality and efficiency, manufacturing strategies, logistics and quality processes have to be re-evaluated in the same melting pot.

This thesis statement gives information with application practices about how a production management will be re-evaluated with an integrating viewpoint according to the ideas mentioned above.

Key words: Lean manufacturing, quality process, defect proof systems, logistics, supply chain, production management.

1. GİRİŞ

1980’ lerden sonra gelişen küreselleşmeyi takip eden serbest piyasa ekonomisi ile birlikte her alanda kendisini hissettirmeye başlayan rekabet, endüstride de ağırlığını koymaya başlamıştır. O andan itibaren, endüstrileşmiş toplumların çoğunda, ekonominin temel dinamiklerini oluşturan kurumların var olma mücadelesi temel kaygı haline dönüşmüştür. Zira 1980’ ler, 1960’ lar ya da 1970’ lerden birçok yönü ile farklılıklar arz ederken, 1990’ larda da farklılaşma hızla devam etmiş; 2000’ li yıllara gelindiğinde de, gelişen bilim ve teknolojinin sunduğu imkanlar çerçevesinde, değişim çizgisi artan ivme nispetinde gelişim göstermiştir.

Birçok yönü ile imalat sanayinde üretim kararlarının alınmasında kullanılan yöntemler, bu yeni değişimlerden henüz tam olarak nemalanamamıştır. Batılı birçok şirkette üretim yönetimi hala pazarlama ya da finans fonksiyonlarına bağımlıdır. Ancak bilinmelidir ki, eğer bir kuruluş uzun vadede varoluşunu devam ettirmeyi planlıyor, iç ve dış pazarda verimli bir şekilde rekabet gücüne sahip olmayı hedefliyor ise, üretim yönetimine dair stratejik bir yaklaşımın kurgulanması ve derhal uygulamaya geçilmesi son derece önemlidir.

2. STRATEJİ SÜRECİ

2.1. Verimlilik

Ulusal refah her bir ülkenin sahip olduğu rekabetçi verimliliğe bütünüyle bağlıdır. Büyüme oranında diğer sanayileşmiş ülkelerinkine nispeten azalmaların olduğu bir ülkede öncelikli olarak yaşam standartları düşmeye başlar ve ardından şirketler kendilerini yoğun rekabetin yaşandığı bir ortamda ciddi dezavantajlara sahip olurlar. Bu sorunun üstüne gidilmez ise, zaman içinde geri dönüş zorlaşır.

Verimlilik girdiler ve çıktılar arasındaki ilişkiyi ölçer ve yorumlar. İki çeşit verimlilik vardır: çalışan verimliliği ve toplam-faktörler verimliliği. Çalışan verimliliği çalışma saatleri süresince üretilen çıktıları ölçümlerken, toplam-faktörler verimliliği ise sadece işçilik girdisi değil, aynı zamanda bir üretim tesisi dahilindeki bina, ekipman, enerji ve malzemelerin tümünü içermektedir. Bu alt etmenlerin toplam verimlilik içindeki önemi ülkeden ülkeye, sektörden sektöre ya da fabrikadan fabrikaya değişim gösterebilmektedir.

Verimlilik ülkeler bazında olduğu kadar, şirketler için de anahtar faktör olma özelliğini her zaman için koruyacaktır.

2.2. Üretim Stratejisi

1980’ lerden bu yana, Japonya, Almanya ve İtalya’ nın yanı sıra, endüstrileşmede hızlı yol

almış Kore, Çin ve Tayvan gibi ülkeler, dünya ekonomileri arasında söz sahibi olmuşlar ve bu üstünlüğe imalat sektöründeki gelişimleri sayesinde ulaşmışlardır.

Üretim sayesinde bu başarıya ulaşmanın anahtarlarından bir tanesi de, üretimi kurumsal strateji seviyesinde ele almaktır. Bu sayede kurum, pazarda eşine az rastlanır bir üstünlük sağlayacak üretim süreçlerine sahip olacaktır. Sonuç olarak imalat süreçleri, rakiplerin karşılık vermekte zorluk çekeceği üretim yöntemlerinin yanı sıra, ayırt edici teknolojik gelişimler ile sürekli olarak desteklenecektir. Bu koordinasyon ile yönetilen üretimin verdiği destek altında kurum, ürünlerinin pazara sunulmasında rakiplerine göre daha etkin ve hızlı davranabilecektir.

Üretimden ziyade pazarlama fonksiyonunun kurumsal stratejinin temelini oluşturması gerektiğine inanan kuruluşlarda, bu inanış gereği, üretimin rolü her zaman için sadece taleplerin karşılanması olarak algılanmaktadır. Bunun sonucu olarak taleplerin karşılanamaması söz konusu olabilmekte ve orta vadede pazar kayıpları gündeme gelebilmektedir.

Üretim stratejisinin oluşturulması ve devreye alınması yapısal olan ve daha sonradan değiştirilemeyecek nitelikteki kararların alınmasında etkin rol oynar. Bu karalar üretim prosesine dair olan yatırımlardan, insan kaynakları yönetimine kadar uzanabilmektedir. Kuruluşun gerçek ihtiyaçlarına hitap etmeyen kararlar başarısızlığı körükleyen ana nedenlerden bir tanesidir. Kararların değiştirilmesi süreci hem yüksek maliyet ve kayıpları içerir. Dahası değişim gerekliliği çoğu zaman geç fark edilir ve geri dönüş için yeterli imkan ve kabiliyet kalmamıştır. Sadece pazarlama faaliyetlerine dayalı kurumsal stratejiler geride istenmeyen sonuçlar bırakır.

Üretimin temel objektiflerden biri olarak algılanmadığı kuruluşlarda, bu fonksiyon ihtiyaçlara bütünsel olarak hitap etmekte güçlük yaşar.

Sonuç olarak üretim için tercih edilen proses ve altyapı gelişimi tamamıyla kuruluşun hizmet vermekte olduğu pazarın ihtiyaçlarına cevap verebilecek nitelikte olmalıdır. Bu noktada seçilen strateji tüm kurum bünyesince iyice tartışılmalı, anlaşılmalı ve kabul görmelidir.

Ticari kuruluşlar kar elde etmek amacı ile birçok işlev için yatırım yapmak zorundadır. Üretim dahilindeki süreçlere ve alt yapıya yapılacak yatırımın hacmi son derece kritik bir konudur. Yatırım için verilen kararların doğruluğu, kurumun genel başarısı ile doğrudan ilintilidir. Bir kuruluşun üretim süreç ve alt yapılarındaki değişimi gecikmesiz ve yüksek maliyetler gerektirmeden gerçekleşmesi idealde istenen bir durumdur. Ancak gerçekte bu

değişim her zaman için sancılı gerçekleşir. Zira her zaman için finansal zorluklar, sistem iyileştirme çalışmaları, eğitim ihtiyaçları gibi faktörler bu değişim adımlarının hızlıca atılmasına birer engel teşkil ederler. Bu süreci en az zararla atlatabilmenin yolu, bu süre zarfında üretimin pazar ihtiyaçlarını ne kadar sağlıklı karşılamaya devam edebileceği ve mevcut durumun değiştirilmesi için harcanacak yatırım ve zamanın boyutları hakkında yeterli ve doğru öngörülere sahip olmaktan geçmektedir.

2.3. Üretim Stratejisinin Geliştirilmesi

Ticari kuruluşlarda pazarlama ve üretim fonksiyonlarının her ikisi de kurumun dahil olduğu pazarın tanımı hakkında fikir birliğine varmak zorundadır. Ancak bundan sonra pazarlama stratejisi ve onu destekleyecek üretimin imkan ve kabiliyetleri arasındaki uyum kurumsal bir yapı içinde çözünecektir.

Bunun gerçekleşebilmesi için kuruluş dahilinde üretimin imkan ve kabiliyetlerini tanımlayan bilgiler ile ürün gamının sunduğu pazar fırsatları ve müşteriyi konu alan geleneksel pazarlama bilgileri beraber değerlendirilmelidir.

Üretim ve pazarlama fonksiyonlarını birbirine stratejik olarak bağlayan ve bütünleştiren beş ana adım ve bu adımların alt faktörleri aşağıda açıklanmaktadır:

Adım 1: Kurum hedeflerinin açıkça tanımlanması: Büyüme, devamlılık, kar, yatırımın geri dönüşü, diğer finansal ölçütler.

Adım 2: Bu hedeflerin karşılanabilmesi için pazarlama stratejilerinin tayin edilmesi: Ürün pazarları ve segmentler, ürün gamı, ürün çeşitleri, hacim, standart ya da özel yapım ürünler, yenilikçilik yaklaşımı.

Adım 3: Rakiplere karşı avantaj sağlayacak ürün gamının oluşturulması: Fiyat, kalite, teslimat, talep artışları, ürün özellikleri, tasarım, marka, teknik ve satış sonrası destekler, hizmetler,

Adım 4: Bu ürünlerin üretilmesini sağlayacak en uygun yöntemin seçilmesi: Alternatif üretim yönteminin seçimi, yöntemin seçimi sonrası vuku bulan kayıplar, süreç konfigürasyonunda envanterin rolü, dışarıdan ya da içeriden tedarik, kapasite (büyüklük, zamanlama, yerleşke)

Adım 5: Üretim destekleyecek olan alt yapının sağlanması: Fonksiyonel destek, üretim planlama ve kontrol sistemleri, kalite güvence ve kontrol sistemleri, üretim sistemleri mühendisliği, prosedürler, iş yapısı, organizasyonel yapı.

Yukarıdaki sıralamada yer alan dördüncü ve beşinci adımda bir kurumun üretim stratejisini

kurgulaması için gereken tüm faktörler açıklanmaktadır. Bu sıralamaya göre üretim kurumun ticari faaliyetlerini desteklemelidir. Eğer ürün gereksinimleri ve özellikleri değişirse, üretim de kendisini bu değişikliğe uyarlamak zorundadır. Dolayısı ile bu değişim sürecinden üretim yöntemleri, altyapı tercihleri ve yatırım seviyeleri de etkilenecektir. Bu sayede kurumsal seviyede bilinçli ve sağlıklı kararlar alınması olanaklı hale gelecektir.

Üretimin stratejik görevi rakiplere nazaran daha iyi üretim fonksiyonu sağlamaktır. Böylelikle daha iyi üretim fonksiyonuna sahip olan ticari kuruluş pazardan daha fazla pay sağlayacaktır. Üretim belirli ürünleri üretmek için bazı üretim yönetimi alternatiflerinden bir ya da bir kaçını seçebilir. Bu seçime hacim ya da sipariş kriterleri kılavuzluk edecektir. Her bir tercih sonuç olarak mevcut ve gelecek dönem üretim hacimlerine cevap verebilecek nitelikte olmalıdır.

Geçmişte kuruluşlar üretimi gelen taleplerin karşılayıcısı olarak görmüşlerdir. Öyle ki, bu görüşün odağında, teknolojik imkanlar çerçevesinde üretimin her şeyi yapabileceği ve bu fonksiyonun katkısının pazarın ihtiyaçlarının etkin bir şekilde desteklenmesinden ziyade, verimliliğin başarılması yatmaktadır. Bu görüşün takipçisi kurumların hem karlılıkları düşmüş, hem de pazar paylarında kayıplar söz konusu olmuştur. Üretimin imkan ve kabiliyetleri ile pazar ihtiyaçları arasındaki uyumu sürekli olarak gözden geçiren bir stratejiye sahip olmayan bir ticari kuruluş yakın zaman içinde tükenmeye mahkumdur. Üretim stratejisi prosesler ve altyapıları ilgilendiren bir dizi kararları içermektedir ve stratejik gelişimlerin pazar ihtiyaçlarının paralelinde seyretmesi prensibi üzerinde kurgulanır.

Üretim stratejinin başarılı bir şekilde idame ettirilebilmesi için anahtar hususlar önceliğin ne olduğunu doğru bir şekilde tayin etmek, her bir seçimin sonucunun devamında ne getireceğini önceden kesin bir şekilde görmek ve bu seçimlerin getirileri ile götürülerini tespit etmektir. Bu öncelikler maliyet, ürün kalitesi ve güvenilirliği, teslimat hızı ve güvenilirliği, talepteki değişime ayak uydurma kabiliyeti, yeni ürün sunma hızı ve belirli bir ürüne has olan diğer kriterler olarak tanımlanabilir.

2.4. Proses Seçimi

Çoğunlukla bir ticari kuruluşun ürünlerini üretmek için seçtiği üretim yönteminin bir teknoloji sorunu olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla yöntemin ne olacağı ve nasıl uygulamaya konacağı sorununa dair çözüm, mühendislik ya da proses uzmanlarının uhdesinde kalmaktadır. Öyle ki bu birimler sorunun çözümünde en etkin olabilecek kişiler olarak algılanmaktadır. Gerçekte üretim yöntemlerinin tespitinin sadece bu birimlerin tercihlerine bırakılması durumu, bazen üretim ve ticari perspektiflerin sunduğu hedeflere ulaşamama ile

sonuçlanabilmektedir.

Üretim sadece mühendislik ya da teknoloji ile ilintili bir fonksiyon değildir. Bu fonksiyonun aynı zamanda ticari bir boyutu da vardır. Ürün teknik gereksinimleri yerine getirmelidir; ancak aynı zamanda pazarda kendine bir yer bulmalıdır ki, kurumun ticari devamlılığı sağlanabilsin. Hangi prosese yatırım yapılması gerektiğine dair kararlar alınırken, kurum hem teknik, hem de ticari perspektiflerin beklentilerini karşılamak zorundadır.

Proses mühendisliği üretimde düzenli olarak gündeme gelen taktik planlama faaliyetlerini kapsamaktadır. Bu konu hakkındaki seçim üretim tesisi içinde ne çeşit bir prosese sahip olunması gereği ile ilgili alınmış olan stratejik kararın bir sonucudur.

Bir ticari kuruluş ürünlerini üretmesi öncesinde proses seçimine karar verirken aşağıdaki adımları atacaktır:

- Dışarıdan yarı mamul tedarik ve iç imalat miktarlarının tespit edilmesi.
- Her bir ürünün imalatına olanak tanıyacak olan en uygun mühendislik-teknoloji alternatiflerinin tanımlanması.
- En uygun alternatif imalat yaklaşımları arasından seçim yapılması.

Üretim prosesinin temel prensibi girdileri (malzeme, insan gücü ve enerji) alıp, onları nihai mamul haline dönüştürmektir. Bunu gerçekleştirebilmek için kurum farklı üretim yöntemleri içinden bir tercih yapmak zorundadır. Çoğu zaman bu tercih birden fazla yöntemi aynı anda içerebilmektedir. Proses seçiminde her bir tercih beraberinde, pazardan gelen taleplere cevap verebilme yeteneği, imalat imkan ve olanakları, gereken yatırımın seviyesi, birim maliyet, kontrol türleri ve uygun olan yönetim tarzı hususlarını da etkileyecektir.

Günümüzde bilhassa otomotiv endüstrisinde yürütülmekte olan üretim faaliyetleri, sadece merkezi bir fabrikada geçekleştirilmekte olan imalatı değil, aynı zamanda stratejik ortak olarak da anılan tedarikçiler ya da diğer tesislerde yürütülen imalatı da kapsamaktadır. Buradaki temel hedef esas olarak nihai mamulün üretildiği fiziksel ortamdan bağımsız olarak, proses dahilinde yer alan tüm adımların bütünleşmesini sağlamak olacaktır. Tüm bu adımların imkan ve kabiliyetleri iyi tespit edilmeli ve her bir birimin karşılıklı uyum içerisinde çalışmasını sağlamakta mükemmele erişilmelidir.

İmalat proseslerinde temel beş adet yöntem bulunmaktadır. Bunlar sırası ile proje bazlı, götürü usulü (bir kereye mahsus), parti bazlı, hat usulü ve sürekli proseslerdir. Bezen imalat fonksiyonu dahilinde bu proseslerden bir kaçı bir arada yer alır (Hill, 1995).

Ticari kuruluşlar büyük hacimli, bir kereye mahsus ve karmaşık yapılı ürünler üretiyorlarsa, bu ürünleri genellikle proje bazlı bir proses yapısı dahilinde sağlamaktadırlar. İnşaat ve havacılık sektöründeki sunulan mal ve hizmetler bu ürünlere örnek olarak verilebilir.

Müşterinin bir kereye mahsus ihtiyaçlarını karşılamak için bir mahsus geçerli olacak prosesler kullanılırlar. Bu ürünlere örnek olarak amaca özel takımlar verilebilir. Bu türden ürünler kendine münhasır özelliktedir.

Eğer ticari kuruluş tekrar eden süreçlerde birbirine benzer ürünleri daha büyük miktarlara göre üretiyor ise parti bazlı prosesi tercih edebilir.

İş hacminde daha ileri seviyeli artış ile yatırımlar tekil ya da dar bir yelpazede değişim gösteren ürünleri üretmeye adanmış prosesler için yapılacaktır. Ürün yelpazesi yatırım anında belirlenir. Hat düzeni proses dahilinde ürünler aynı operasyonlar dizgisinden geçer. Bu üretim metodu ile üretilen ürünler çoğunlukla standarttır. Daha önceden tanımlanış seçeneklerin dışında bir değişikliğin ürün üzerinde devreye alınması olası değildir. Ürün yelpazesinin toplamı yatırımı karşılayan yegane unsurdur.

Sürekli proses mantığında yürütülen üretim ile hammadde birbirini takip eden aşamalardan geçer ve bir ya da daha fazla ürüne dönüştürülmesi için rafine edilir. Bu üretime en güzel örnek petro-kimyadır. Proses seçiminde iki temel etken rol alır: bunlardan ilki talebin çok yüksek miktarda gerçekleşmesidir. İkincisi ise, malzemenin kendisi üretim aşamaları arasında kolaylıkla nakledilebiliyor olmasıdır (sıvı ya da gaz).

2.5. Ürün-Proses Matrisi

Proses çeşitleri ve üretim hacimleri arasındaki ilişki bir ilişki vardır. Bu ilişkiye göre üretim hacmi yükselip, ürün yelpazesi daraldıkça ve özel amaca uygun ekipman ve standart malzeme akışı ekonomik anlamda daha mantıklı bir yatırım haline dönüşmektedir. Günümüzün üretim stratejisinde temel hedef, proje bazlı proseste yer alan esneklik ilkesini, hat ya da sürekli düzende ilerleyen proseslerdeki düşük maliyet faydası ile bir araya getirmektir.

2.6. Proses Akış Tasarımı

Proses akış tasarımı ham malzemenin, yarı mamul ya da alt-montajların fabrika içindeki hareketlerini tayin eder. Proses akışını planlamada en çok kullanılan üretim yönetim araçları montaj föyleri ve çizimleri, yönerge çizelgeleri ve akış proses tablolarıdır. Konu her bir çizelge verimli bir sistemin işletilmesinde kullanımı zorunlu olan dokümandır. Bir üretim sisteminin analizinde standart olarak atılacak ilk adım akış ve operasyonların

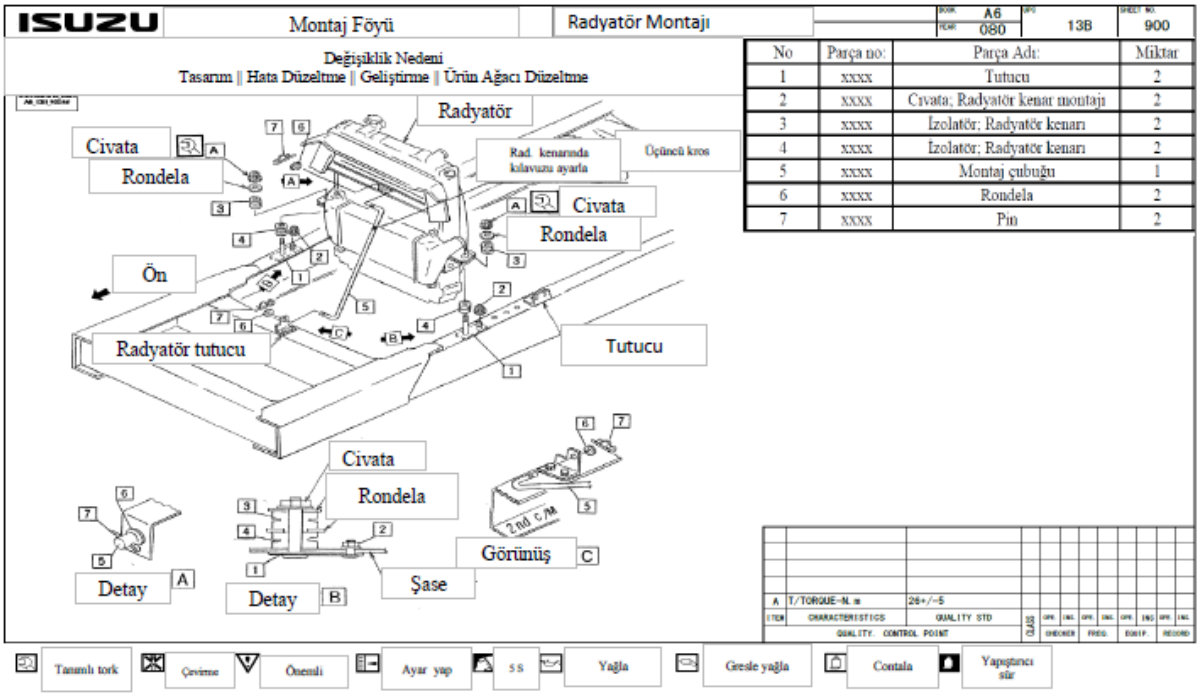
haritalandırılmasıdır. Bunlar üretim sisteminin organizasyon şemasıdır. Şekil 2.1' de bir ürüne ait operasyon föyü yer almaktadır. Bu föyde ürünün alt parçaları patlatılmış hali ile gösterilmekte ve bunların nasıl, hangi düzen ve sırada bir araya getirildiğinin bilgisi yer almaktadır. Operasyon yönergesini belirleyen dokümanlar ise, bir ürünün üretilmesi sırasında takip edilecek olan adımları sıralamaktadır.

Prosesin standartlaştırılması temel hedeftir. Zira kalite standartlarını en emniyetli ve etkin bir şekilde karşılamanın tek yolu günümüzde standartlaştırılmış operasyon ile mümkün olabilmektedir. Standart operasyonların uygulamaya alınmasında kalite proses sayfaları etkin rol oynarlar. Bu dokümanlar, yapılan işin alt adımlarını (bunlar sırası ile iş adımları, emniyet adımları, görsel sunumlar (fotoğraflar, çizimler ve şahit numuneler) ve kalite kontrol araçlarıdır) tayin etmede, sıfır hedefine ulaşarak kaliteli ürünler üretmede, sürekli iyileştirme için bir temel teşkil etmede, operasyonların icra edilmesi sırasında en iyi faaliyetlerin planlanmasında ve çalışma gruplarının oluşturulmasında kullanılmaktadırlar. Bu dokümanlar dinamik bir yapıdadır. Yani çalışma grupları tarafından yürütülmekte olan sürekli iyileştirme faaliyetleri bu dokümanlara yansıtılmaktadır. Bu dokümanlar, belirli bir görev ya da operasyonun hangi yoldan yürütüldüğünü çok basit ve anlaşılır bir şekilde yorumlanmasını sağlayacak bir sistemi içermektedir. Şekil 2.2' de bu dokümana ait bir örnek yar almaktadır. Bu formda işin adı, tamamlanması için hedeflenen süre, gerçek çevrim süresi, operasyonun açıklamaları ve tariflenmesi, operasyon yürütülürken atılacak belli başlı adımlar, anahtar konumunda olan ve dikkat edilmesi gereken hususlar, bu hususlara neden dikkat edilmesi gerektiği, iş sırası planı, operasyonun yürütülmesi için temel eğitim ve beceri gereklilikleri ve operasyonun yürütülmesi için çalışanın uyması gerektiği iş güvenliği kuralları yer almaktadır.

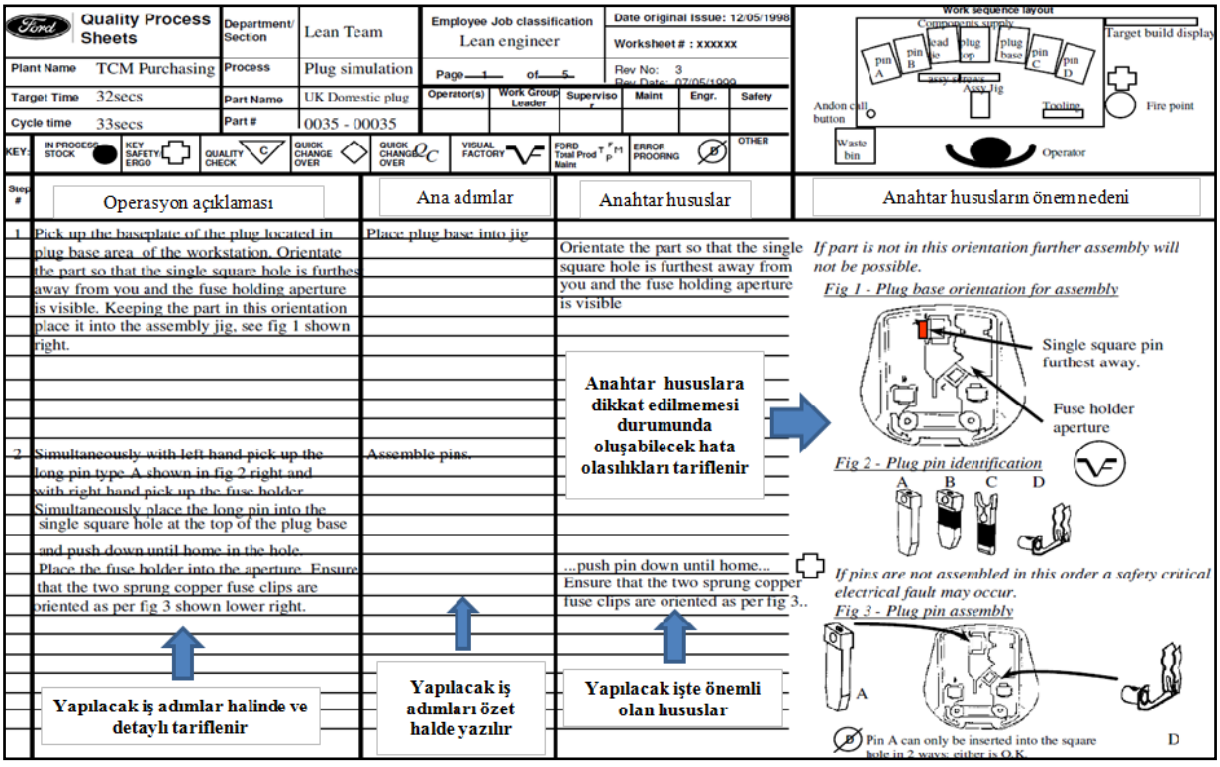
Standart operasyon sayfası belge ve revizyon numarası ile kontrol atında tutulur nitelikte olmalıdır. İyileştirmeler yapıldıktan sonra, bunların standart operasyonlara bağlanmasını gözlemlemek ve dokümanların bu iyileştirmelere uygun bir şekilde güncellemek sorumluluğu üretim hattındaki takım liderlerinin sorumluluğundadır. Standart operasyon sayfaları operatörün çalışma alanına yakın, görülür ve korunaklı bir şekilde konumlandırılmalıdır. Standart operasyonlar sayesinde minimum envanter ve işçilik ile dengeli bir üretim yapılır. Ayrıca üretimden sorumlu yöneticilerin sürekli gelişim ve bakım süreçlerine yönlenmesinde itici güçtür. Eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesinde, denetim faaliyetleri ve teşhislerin konmasında temel teşkil eder. Değişkenlikleri kontrol ederek, en mükemmel deneyimlerin paylaşılmasında yardımcı bir ortamdır (Ford, S.O.).

Prosesin etkin bir şekilde yönetilmesi ve kalite gerekliliklerine doğru ilerleme kaydedebilmek

için çalışan yapabilirlikleri doğru bir şekilde tayin edilmelidir.



Şekil 2.1 Operasyon föyü



Şekil 2.2 Kalite proses sayfası

Bilhassa kritik operasyonların altı çizilmeli ve bu operasyonları gereğince yürütebilmeye

muktedir işgücü kaynağı ayrılmalıdır. Üretim tesisinde çalışan yapabilirliklerine dair bir matris tablo oluşturulmalıdır. Bu matriste yapabilirlikler aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:

- Başlangıç eğitimine tabi ("-" ile simgelenecektir).
- Temel becerileri aldı ve %50 performans ile operasyonu yürütebilir. Bu yüzden gözetime ihtiyacı vardır ("±" ile simgelenecektir).
- Gözetime ihtiyaç duymadan ve %75 performans ile operasyonu yürütebilir ("+" ile simgelenecektir).
- Tam olarak eğitilmiş ve tecrübelenmiş olup, %100 performans ile çalışabilir ("‡" ile simgelenecektir).
- Diğer çalışanlara operasyon hakkında eğitim verebilir ("☻" ile simgelenecektir).

Bu sınıflandırmalar ışığı altında Çizelge 2.1' deki gibi bir matris oluşturulabilir:

Çizelge 2.1 Beceri/yapabilirlik matrisi

Görev	Preste Delik Delme	Kaynaklı Birleştirme	Tornalama	Abkant Büküm	Montaj
Operatör 1	-	‡	☻	☻	-
Operatör 2	+	+	-	-	±
Operatör 3	☻	☻	-	±	±
Operatör 4	‡	‡	☻	+	-
Operatör 5	±	-	-	‡	+

2.7. Üretim Alt Yapısının Geliştirilmesi

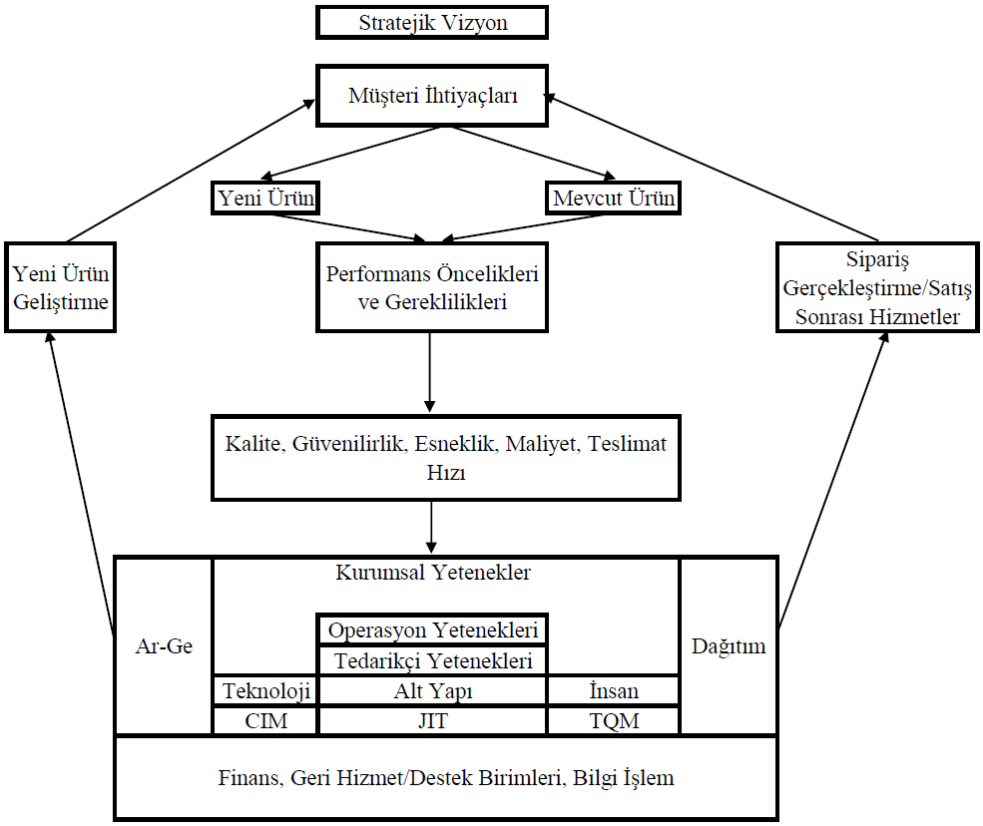
Üretim altyapısı imalat dahilindeki süreçlerle doğrudan ilintili olmayan aşamaları içinde barındırmaktadır. Bu yapı dahilinde prosedürler, sistemler, kontroller, iş yapısı ve organizasyonel çatı gibi kavramlar mevcuttur.

Kuruluşlar çok net bir şekilde hangi üretim prosesinin hizmet vermekte oldukları pazarlara en iyi şekilde uyum sağlayacağını tespit etmek zorundadırlar. Bununla birlikte üretimin üzerine aldığı sorumluluk sadece gereken prosesin veya ekipmanın seçilmesinden ibaret değildir. Üretim stratejisinin gerekliliklerine paralel olarak sistemin alt yapısını oluşturacak fonksiyonlar da oluşturulmalı ve işler hale getirilmelidir. Proses seçiminin genel anlamda bir ürünün üretilmesi için gereken üretim ekipmanlarının seçimi ile ilgilenmesi doğaldır. Ancak

üretim fonksiyonu bütünsel olarak değerlendirildiğinde yerine getirmekle sorumlu olduğu yükümlülükler daha fazladır. Üretim fonksiyonu içinde yer alan kontrol mekanizmaları, prosedürler ve diğer sistemler gibi destek unsurları da aynı zamanda başarılı ve rekabetçi bir imalat performansı açısından son derece zaruridir.

2.8. Üretimde Operasyonel Stratejinin Çatısının Tasarlanması

Operasyonel strateji dikeyde nihai tüketici, yatayda ise kuruluşun diğer fonksiyonları ile ilişki halinde olmak zorundadır. Şekil 2.3' de müşteri ihtiyaçları, müşteri performans öncelikleri, üretim operasyonu için gereklilikler, kurumsal kaynak imkan ve kabiliyetleri arasındaki bu ilişkiler görülmektedir. Bu çerçeve kurumun stratejik vizyonunu simgelemektedir. Bu vizyon genel anlamda hedef pazar, ürün gamı ve ana kurumsal ve operasyonel imkan ve kabiliyetlerini tanımlamaktadır.



Şekil 2.3 Müşteri ihtiyacından sipariş gerçekleşmeye kadar olan stratejik çerçeve

2.9. Ürün Tasarımı

Yeni ürün tasarlamak ve bu ürünleri mümkün olduğunca hızlı bir şekilde pazara sunmak üretici firmaların yüz yüze gelmiş olduğu temel mücadele alanlarından biridir. Bu faaliyet dahilinde başlıca üç fonksiyon devreye girmektedir. Bunlar sırası ile pazarlama, ürün

geliştirme ve üretimdir. Pazarlama yeni ürün için fikirler önerme ve ürün özelliklerinin tayin edilmesini sağlamak yönünde görev ve sorumlulukları vardır. Ürün geliştirme ise ürün için oluşturulan teknik kavramları nihai tasarım ile buluşturmalıdır. Üretim ise ürünün üretileceği prosesi seçmek ya da kurgulamaktan sorumludur.

Ürün geliştirme faaliyeti müşteri ihtiyaçları ve beklentileri ile ürünün üretilmesinde için gereken faaliyetleri birbirine bağlar. Proses değişken olan müşteri beklentilerine ve dinamik teknolojik yeniliklere cevap verecek nitelikte olmalıdır.

Yeni ürün devreye alma süreci bir ticari kuruluşun bir çok fonksiyonunun karşılıklı olarak kesiştiği bir dizi faaliyetleri içinde barındırmaktadır. İlk iki aşamada, kavramsal geliştirme, ürün planlaması, pazardan veri toplama, rakipleri gözlemleme, teknik olanaklar ve kısıtlar ile ürün gereksinimleri yeni bir ürünün ana hatlarını oluşturmak için bir araya getirilir. Bu aşamalarda kavramsal tasarım, hedef pazar, talep edilen performans kriterleri, yatırım gereksinimleri ve finansal süreçler göz önünde tutulmaktadır. Yeni ürün devreye geliştirme sürecinin onaylanmasından önce, kavramsal tasarımı küçük ölçekli testlere tabi tutar. Bu test modellerin konstrüksiyonu hakkında veri toplama ve olası müşterilerden yorumlar almak için faydalıdır.

Yeni ürün tasarımı onaylandıktan sonra, proje detaylandırılmış mühendislik sürecine tabi olur. Bu aşamadaki öncelikli faaliyet prototiplerin konstrüksiyonu üzerine yürütülen çalışmalar ile seri imalat aşamasında kullanılacak olan kalıp, fikstür ve aparatların geliştirilmesidir. Detaylandırılmış mühendislik faaliyetlerinin temelinde testler yatmaktadır. Ürün ve prosesler bilgisayar ya da fiziksel bir ortamda gerçek koşulları simule eden şartlar altında test edilirler. Eğer model istenen performans kriterlerin sağlamakta yetersiz kalırsa, mühendislik ürün tasarımında değişikliğe giderek ilgili testleri yinelerler. Detaylandırılmış mühendislik sürecinin tamamlanmasını müteakip, nihai tasarım yayını yapılır.

Bu aşamadan sonra ürün tasarım süreci ön seri üretim safhasına taşınır. Bu üretimde her bir yarı mamul seri imalat koşullarında üretilmiş olup, yine seri imalat koşulları için tasarlanmış olan montaj prosesi kullanılacaktır. Böylelikle ön seri imalatın gerçekleştirilmesi ile ileride yürürlüğe girecek olan seri imalatta hem ürün, hem proses kaynaklı bir problem ile karşı karşıya kalınıp kalınmayacağı test edilecek ve sonuçları değerlendirilecektir.

Burada dikkat edilmesi gereken husus, üretim için gereken tüm kalıp, fikstür ve aparatlar ile tüm yarı mamulün eksiksiz bir şekilde hazır bulunması gerekliliğidir. Bu aşama geliştirme süreci içinde toplam sistemi oluşturan tasarım, detay mühendislik, üretim takım ve

ekipmanları, yarı mamuller, montaj istasyonları, üretim amirleri, işçiler ve teknisyenlerin bir araya geldiği bir noktadır.

Son aşama ise yeni ürünün devreye alınması sürecidir. Proses bu aşamada düzeltici/önleyici faaliyetlerinin iyileştirme etkisi ile yenilenmiş ve hatalardan arındırılmıştır. Ancak yine de üretim hatları sürdürülebilir bir seviyede üretim yapma yeteneğine daha henüz sahip değildir. Bu aşamada üretim düşük miktarlarda devam eder. Üretimin sabit değerlerde ilerletilebileceğine dair güvenin oluşması ve pazarlamadan ürünün satılabileceğine dair geri beslemelerin alınmasını müteakip, üretim miktarlarında artışa gidilir.

3. KALİTE YÖNETİMİ SÜRECİ

3.1. Toplam Kalite Yönetimi Felsefesi

Kalite kavramının günümüze değin birden çok tanımı vardır. Bunlara örnek olarak:

- Bir ürünün veya hizmetin kalitesi, son kullanıcı ihtiyaçlarını mümkün olan en ekonomik düzeyde karşılamayı amaçlayan pazarlama, mühendislik, imalat ve kalitenin devamı özelliklerinin bileşkesidir.
- Bir ürünün veya hizmetin, belirlenen veya olabilecek ihtiyaçları karşılama kabiliyetine dayanan özelliklerin toplamıdır.
- Müşteri ihtiyaçlarının karşılanması, operasyon performansının iyileştirilmesi ve maliyetlerin düşürülmesi amacı ile kullanılan stratejik bir araçtır.

Kalite güvence kavramı ise ürün veya hizmetin kalite için belirlenen istekleri karşılamak amacı ile yeterli güveni sağlaması için gereken planlı ve sistematik faaliyetlerin toplamından ibarettir. Kalite güvence bir sistemin iyi yönetilmesi ve planlanması olup, sorumluluğu kuruluş içerisindeki herkes tarafından paylaşılmalıdır.

Toplam kalite yönetimi ise bir organizasyondaki değişik grupların kalite geliştirme, kaliteyi koruma ve kaliteyi iyileştirme çabalarını müşteri ihtiyaçlarını da göz önünde tutarak, üretim ve hizmeti en ekonomik şartlar altında gerçekleştirilmesini sağlayan etkin bir sistemdir.

Bir ürünün kalitesi tasarım ve uygunluk kalitesi olarak başlıca iki kavram tarafından ifade edilmektedir. Zira bir ürün belirli kalite özelliklerine göre tasarlanmakta ve ardından da üretilmektedir (Chase vd., 1998).

Günümüzdeki kalite kontrol anlayışında yer alan temel yaklaşımı sıfır hata ilkesine dayanmaktadır. Son kontrol biriminden hatalı ürün geçmemeli prensibi terk edilmiş, en başından hatasız ürün üretilmeli ilkesine yönelinmiştir.

Kalite faaliyetleri bir dizi ödüllendirme ya da kalite standartlarından ibaret olmayıp, bu etkinlikler bir iş sürecinin nasıl yürütüleceğinin toplamda yeniden değerlendirilmesini kapsamaktadır. Toplam Kalite Yönetimi terimi kalite değerini liderlik, tasarım, planlama ve geliştirme sorumluluklarının itici gücü haline dönüştüren felsefeyi tanımlamak için kullanılmaktadır. Uzun vadedeki finansal başarının ardında kalite yatmaktadır.

Toplam kalite yönetimi sayesinde tüm organizasyon yönetilerek, müşteri için önem arz eden ürün ve hizmetlerin tüm boyutlarında mükemmele erişmesi sağlanmaktadır. Bu tanımlama, yaygın olarak kullanılmakta olan "spesifikasyonlara uygunluk" tanımından daha geniş kapsamlıdır.

Toplam kalite yönetiminin felsefesinde kalite kavramı kuruluşun operasyonlarında bütünleyici etki olarak tanımlanmaktadır. İstatistiki proses kontrol metotları kalite süreçlerinde problem çözümü ve sürekli iyileştirme amacı ile kullanılmaktadır. Kalite fonksiyonunun uygulamasında ise, müşteri odaklı bir yaklaşım söz konusudur. Kalite departmanı ise istatistiki kalite kontrol metotlarını kullanır.

3.2. Kalite Spesifikasyonu ve Kalite Maliyeti

Bir kalite programının temelinde, kalite spesifikasyonlarına ve bu gerekliliklerin sağlanması durumunda açığa çıkacak maliyetlere karar vermek yatmaktadır.

Bir ürünün kalite özellikleri, ürünün tasarım kalitesi ve bu tasarımın kalite gerekliliklerine bağlı olarak alınan kararlar ve yürütülen faaliyetler ile ortaya çıkmaktadır. Tasarım kalitesi pazarda var olan bir ürüne has bir değerdir ve kurum için stratejik bir karardır. Tasarım kalitesine ait ortak özellikler aşağıdaki Çizelge 3.1' de listelenmektedir.

Çizelge 3.1 Tasarım kalitesinin özellikleri

Özellik	**Anlam**
Performans:	Birincil nitelikteki ürün ve servis karakteristikleri
Özellik:	İkincil karakteristikler
Güvenilirlik:	Zaman içinde performans devamlılığı, hata verme olasılığı
Dayanım:	Kullanım ömrü
Servis Edilebilirlik:	Tamir kolaylığı
Beklentilere cevap verme:	Yeterlilik, hız
Estetik:	Duyulara hitap eden özellikler
Geçmiş Birikim:	Geçmiş performanslar ve algılanan kalite

Kalite gereklilikleri ürün tasarım özelliklerinden hangisinin karşılandığının derecesini ifade eder. Bu gerekliliklerin dahil olduğu eylemlerin yürütülmesi taktik günlük faaliyetlerden ibarettir. Kaynağında kalite kavramı kalite gereklilikleri çerçevesinde değerlendirilmektedir. Bu, üretim yapan kişilerin çıktılarının gereklilikleri sağlayacağını teminat altına alması anlamını taşımaktadır. Eğer bu teminat gerçeğe dönüştürülebilirse, süreç içinde "sıfır hata" prensibi başarılabilir olacaktır. Fiziksel ürünün olduğu bir yerde kalite spesifikasyonlarının sorumluluğu genelde üretim yönetimindedir.

Tasarım kalitesi ve kalite gerekliliklerinin her ikisi de müşteri beklentilerini karşılamayı hedeflemektedir. Bu kavramlar ürün uygunluğu tanımı ile bütünleştirilebilir. Müşterinin talep ettiği ürünlerin özelliklerini tanımlamak ve bu özelliklerin sağlanmasını güvence altına alacak olan bir kalite kontrol programı geliştirmek gerekmektedir.

Günümüzde kalite maliyeti analizleri kalite kontrol departmanlarının başlıca fonksiyonu haline dönüşmüştür. Kalite maliyeti kavramını açan bir çok tanım vardır. Bunlar arasında en anlaşılır olanı, kalite maliyetinin %100 mükemmel olmayan bir üretimin kalitesine katılan maliyetlerin tümü olarak açıklanmasıdır. Daha dar kapsamdaki bir tanıma göre de, beklenen mükemmel performans ile var olan mevcut kayıplar arasındaki fark kalite maliyetleri olarak açıklanmaktadır. Günümüzde kalite maliyetlerinin kurumların satış cirolarının %15-20' sine eşdeğer olduğu sanılmaktadır. Yeniden işleme, hurdaya çıkarma, tekrarlı faaliyetler, gözlemler, testler, garantiler ve diğer kalite ile ilintili tüm etkenler birer kalite maliyetidir. Çok iyi işleyen bir kalite yönetim programında var olan kalite maliyetinin seviyesi %2,5 düzeyinde kalmalıdır.

Kalite maliyeti genel anlamda dört ayrı kategoride değerlendirilebilir:

- Değerlendirme maliyetleri: bir ürün ya da sürecin kabul edilebilir nitelikte olduğuna karar veren gözlem, test ve diğer faaliyetlerin maliyetidir.
- Önleyici faaliyetler maliyeti: hata önlemekte kullanılan imkanların temininde harcanan maliyetlerini toplamıdır. Hata nedenini tanımlamak için çaba sarf edilmesi, nedeni ortadan kaldıracak düzeltici eylemlerin uygulamaya alınması, personelin eğitilmesi, ürünün ya da sistemin yeniden tasarlanması ve yeni ekipmanlar ya da modernizasyonların satın alınması durumunda açığa çıkan maliyetler bu duruma örnek olarak verilebilir.
- Dahili hata maliyetleri: sistem içinde açığa çıkan hata maliyetleridir. Hurda, yeniden işleme ve tamir maksatlı faaliyetler ile açığa çıkan maliyetler bu duruma örnek olarak gösterilebilir.

- Harici hata maliyetleri: sistemden geçen hataların maliyetleri. Garantiden değiştirmeler, müşteri kaybı ve şikayetleri, ürün tamirleri.

Hata önleyici faaliyetler kalite maliyetlerinin toplamında en yüksek paydaya sahip olan unsurdur. Buna karşılık olarak verimlilik artışı kalite maliyetlerinin indirgenmesi ile sağlanabilir.

3.3. Sürekli İyileştirme

Sürekli iyileştirme bir yönetim felsefesidir. Bu yaklaşım ile küçük kazanımlar ile hiçbir zaman son bulmayan ürün ve proses gelişimi sağlanır. Bu yönetim tarzı toplam kalite yönetiminin bütünleyici bir parçasıdır. Temelde sürekli iyileştirme kavramı makine-ekipman, malzeme, işgücü kullanımı ve üretim yöntemlerinde çalışanlardan gelen fikir ve öneriler ile devamlılık niteliği arz eden geliştirmeleri kendi içinde barındırmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri' ndeki kuruluşların öncülüğünde gelişen bu akım, daha sonradan Japon kökenli kuruluşlarca benimsenmiş ve üretim faaliyetlerine temel teşkil etmiştir. Bu yöntem geleneksel batılı yaklaşım olan teknolojik ve teorik inovasyonlar ile büyük kazanımlar elde etme prensibinin tersine bir işleve sahiptir. Sürekli iyileştirme metodu çalışanı yaptığı işe özen göstermeye ve süreçlere katılıma teşvik eder.

3.4. İstatistiki Proses Kontrol

İstatistiki proses kontrol faaliyeti, bir ürünün optimum maliyet şartları altında üretimini gerçekleştirmek, önceden tanımlanmış olan kalite özellik ve gerekliliklerine uyumunu tayin etmek, hatalı ürün üretilmesine engel olmak amacı ile üretim prosesinde istatistik biliminin sağladığı imkanlardan faydalanmayı içermektedir. Temel hedef üretim prosesi sırasında hataların yakalanması ile bunların tekrarının önlenmesi ve hatalı üretim yapılmaması için tedbirler geliştirilmesidir.

Kalite geliştirme ve iyileştirme faaliyetleri içerisinde istatistiki proses kontrolünün yaygınlaştırılması hatalı üretime dayalı maliyetlerin azaltılmasını sağlayacak, işletmenin kalite süreçlerine dair yaşadığı bir çok problem çözüme kavuşmuş olacaktır (Akın, 1996).

3.4.1. Veri Toplama Süreci

İstatistiki proses kontrol sürecinin temelinde veri toplama vardır. Tüm faaliyet planlarının gerçek verilere dayandırılması önem arz etmektedir.

Veri toplama sırasında dikkat edilecek noktalar aşağıda özetlenmektedir:

- Veriler gerçek durumla örtüşmeli ve objektif olmalıdır.

- Verilerin yeterliliğine karar verilmelidir.
- Veriler gerçekleri açığa çıkarak nitelikte olmalıdır.

Ana kütle ölçülmüş veya ölçülebilen nitelikte ve sonlu sayıda elemanlar topluluğudur.

Örnek belirli miktarda ana kütleden alınmış ve ana kütle hakkında fikir edinmeyi sağlayan elemanlar topluluğudur. Ana kütle (N), örnek (n) ile simgelenmektedir.

İstatistiki proses kontrol tekniğinde üç ana istatiksel seri kullanılmaktadır. Bunlar sırası ile basit, frekanslı ve sınıflı serilerdir.

Basit seri, seriyi oluşturan öğelerin küçükten büyüğe doğru sıralanması ile oluşturulur.

Frekanslı seride, seriyi oluşturan öğeler birden fazla tekrarlanır. Frekans, öğelerin tekrar sayılarına göre belirlenir.

Sınıflı seride ise, seride belli sayıdaki aralıklara (sınıflar) göre öğeler ve frekanslar dağıtılır.

Prosesin doğruluğunu teyit etmek için ana kütleden çekilen örneklerden elde edilen veriler büyüklüklerine göre sınıflandırılmalıdır. Sınıflı seri kullanımı, en çok takibe alınan verilerin miktarının çok fazla olduğu ve değişkenlerden elde edilen değerlerin birbirinden çok farklılıklar gösterdiği durumlarda tercih edilmektedir. Bu seride iki ana tema yer alır. Bunlardan birincisi sınıfların nelerden ibaret olduğu, ikincisi ise sınıflarda yer alan değerlerin tekrar sayılarının (frekanslarının) ne olduğudur.

Sınıfları tayin etmede önemli olan sınıf aralıklarının ve sayısının tayinidir. Sınıflamanın yetersiz olduğu durumlarda sapma artacaktır. Sınıf sayısının pratik hesaplaması aşağıdaki formüle göre yapılır:

$$S = \sqrt{Örnek\ miktarı\ (n)} \tag{3.1}$$

S= Sınıf Sayısı

Bir diğer pratik hesaplama yöntemi ise aşağıda yer almaktadır:

$$S = 1 + 3{,}3 \times \log n \tag{3.2}$$

Sınıflı nitelikte bir seri oluştururken, veriler arasındaki en büyük (X_{max}) ve en küçük (X_{min}) değerler arasında alınan farka değişim aralığı (R) denir ve aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$R = X_{max} - X_{min} \tag{3.3}$$

Sınıf aralığı (c) ise değişim aralığının sınıf sayısına bölünmesi ile hesaplanır:

$$c = R / S \tag{3.4}$$

Elde edilen verilerin en küçüğü birinci sınıfın alt sınırı olarak seçilir. Sınıf aralığı buna eklenerek ikinci sınıfın alt sınırı tayin edilir ve işlem diğer sınıfların da tayini için benzer tarzda devam ettirilir. Birinci sınıfın üst sınırı ikinci sınıfın alt sınırından bir ölçü eksik olarak tespit edilir. Sınıf aralığı buna eklenir ve ikinci sınıfın üst sınırı tespit edilmiş olur. Sınıflama işlemlerinin oluşturulmasını müteakip, her sınıfa düşen frekans sayısı bulunur ve frekans dağılım tablosu oluşturulur.

3.4.2. İstatistiki Proses Kontrol' de Merkezi Eğilim Ve Dağılım Ölçüleri

Ortalama seride yer alan her veri öğesinin aritmetik ortalama ile hesaba katılmasından ibaret olup, aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$X_{ort} = \frac{X1+X2+X3+\cdots+Xn}{n} = \Sigma\, Xi/n \quad (3.5)$$

Eğer seri frekanslı ve sınıflı ise aritmetik hesaplama için kullanılacak formül:

$$X_{ort} = \frac{\Sigma Xi\ x\ fi}{\Sigma fi} \quad (3.6)$$

Standart sapma (σ) yönteminde varyans kavramı önem arz etmektedir. Varyans (V) seride yer alan her bir öğenin, serinin aritmetik ortalamasından olan farklarının karelerinin toplamının, öğe sayısına bölünmesi ile elde edilen değerdir. Varyans ile standart sapma arasında aşağıdaki formülde belirtilen bir ilişki söz konusudur:

$$V = \sigma^2 \quad (3.7)$$

Standart sapma serideki dağılımı en iyi şekilde ortaya koyar. Küçük değerlerdeki standart sapma, seri elemanlarının ortalama değer etrafında konumlandığını ifade eder. Büyük değerlerdeki standart sapmada ise durum tersinedir. Basit serilerde standart sapma aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$\sigma = \sqrt{\Sigma\ ((Xi - Xort))^2}/n\text{-}1 \quad (3.8)$$

frekanslı ve sınıflı serilerde standart sapma aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$\sigma = \sqrt{\Sigma Xi^2\ x\ \frac{fi}{\Sigma fi} - (\Sigma Xi\ x\ fi/\Sigma fi)^2} \quad (3.9)$$

3.4.3. Proses Yeterlilik Analizi

Bir üretim prosesinin üretim yeteneğini tanımlama yollarından birisi proses yeterlilik analizidir. Proses, bir ürün veya hizmeti üretmek için gerek duyulan aşamaların tümüdür.

Proses yeteneği bir prosesin sağlayabildiği en az kalite değişkenliği olarak da tanımlanabilir.

Proses yeteneği insan, cihaz malzeme, metot ve çevre faktörlerine bağımlı olup bu faktörlerin değişiminden etkilenmektedir.

Proses yeterliliğini ölçmede ilk adım prosesi tanımlamaktır. İkinci adım spesifikasyonların tanımlanmasıdır. Spesifikasyonlar ölçmeye olanak sağlayacak şekilde tanımlanmalıdır. Hangi veriler ile çalışılacağı belirlenmeli ve eğer mümkünse değişen veriler ile çalışılmalıdır. Bunu tercih etmemizin sebebi; değişken verilerle yapılan proses yetenek analizi niteliksel ile yapılandan daha hassas sonuç vermektedir.

Bir imalat prosesinin tölerans sınırları içinde kalabildiği ölçülebilir. Proses kontrol altında tutulduğunda altı sigma yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun ölçüsü olarak altı sigma açıklığı tanımlanır ve bu doğal tölerans olarak adlandırılır.

Proses yeteneği, proses çıktılarının önemli bazı parametrelerini (çap, oran, mukavemet, v.b.) ölçmeye yönelik olarak yapılır. Böyle bir analiz ile;

- Prosesin töleranslara uygunluğu tahmin edilir.
- Örnek alma sıklıkları belirlenir.
- Tedarikçiler arasında seçim yapmak için bir kriter sağlar.
- Alınacak önlemler ile imalat prosesinde değişkenlik azaltılır.

Prosesin yeterlilik analizinin başlıca amacı aşağıdaki dört hususa çözüm bulmak kullanılmaktadır:

- Prosesin ortalaması nedir?
- Prosesin standart sapması nedir?
- Prosesin ortalaması zaman içinde nasıl değişim gösterir?
- Prosesin sapması zamanla nasıl değişmektedir?

Prosesin yeterliliği aşağıdaki şartlar sağlanarak artırılabilir:

- Değişkenlik yaratan özel nedenlerin tümünü ortadan kaldırmak ile.
- Proses ortalamasını hedeflenen değere mümkün olduğunca yaklaştırarak.
- Değişkeni yaratan yaygın nedenleri azaltarak.

Normal dağılımlar için proses yeterliliğinin belirlenmesinde C_p ve C_{pk} olarak isimlendirilen proses yeterlilik endekslerinden faydalanılır. Bunlardan C_p endeksi prosesin sadece yayılımını kontrol ederken, C_{pk} endeksi ise prosesin hem yayılımını, hem de ortalamasının hedeflerden sapmasını kontrol etmektedir. C_{pk} endeksinin bu kontrolü yapabilmesi için çift taraflı olarak yapılması gerekmektedir.

Proses yeteneği sayısal olarak spesifikasyon limitleri ve dağılım arasındaki ilişkiyi ifade eder. Prosesin normal olasılık dağılımını izleyen bir sonuç verdiği ve kontrol altında olduğu varsayıldığında, üretilen parçaların %99,7' si proses yeteneği karşılığı olan alan içinde kalacaktır.

Proses kapasite çizelgeleri açıkça belirtilmiş olan veya hedef olarak tespit edilmiş bir değerle bağlantılı olarak, proses sürekliliğinin veya zaman bazında kalitenin yayılım değişimidir.

Proses kapasitesi grafiği çizilirken aşağıdaki sıra izlenir:

- Üretim sırasına veya belli bir zaman periyoduna göre, proses içinden en az yirmi adet veri toplanır.
- Spesifikasyon değerleri belirlenir ve çizelge üzerinde işaretlenir.
- Çizelgenin sağ tarafına örneğin dağılımını gösteren bir yatay histogram çizilir.

C_p ve C_{pk} endeksi proses yeteneğinin uygunluğunun sayısal olarak değerlendirilmesidir. Prosesin değişiminin spesifikasyon limitleri içinde olup olmadığını belirlememize yardımcı olur. Proses yeteneğinin sayısal ifadesi olan bu endekslerin değişik değer aralıklarında farklı yorumlar vardır.

C_p ve C_{pk} endeksleri eğer 1,33' den büyükse proses yeterli seviyededir. Proses tamamen spesifikasyonları karşılayabilecek yetenektedir.

Eğer C_p ve C_{pk} endeksleri 1' den büyük ve 1,33' den küçük ya da eşit ise proses kabul edilebilir seviyededir. Ancak proses spesifikasyonları karşılamada zorluk çekmektedir.bu nedenle proses kontrolü devam etmelidir.

Eğer C_p ve C_{pk} endeksleri 1' den küçükse proses yetersizdir. Prosesi geliştirmek için yaygın çaba gösterilmelidir.

3.4.3.1. Proses Yeterliliğinin Hesaplanmasında Çift Spesifikasyonun Kullanılması

İlgili prosesin üst ve alt spesifikasyon limitleri verilmişse, ortalama değeri bulabilmek ve değerlendirmek amacıyla spesifikasyon limitleri içindeki yayılım genişliğini değerlendirmek gerekir.

$$C_p = T / 6xs \qquad (3.10)$$

T: spesifikasyon limitlerinin genişliği

6xs: altı ile çarpılan standart sapma

T: üst spesifikasyon limiti-alt spesifikasyon limiti (Sü-Sa)

Standart sapma hesabı yapılırken ya belirli bir periyottaki malzeme sayısı alınmak suretiyle kalite karakteristiklerini kullanarak, proses yeteneğini değerlendirmek için bir histogram çizilmek suretiyle buradan standart sapma hesabına gidilir ya da $s=R_{ort}/d_2$ (R_{ort}: değişim genişliğinin ortalaması, d_2: örnek genişliğine bağlı bir sabit) formülü kullanılır. Formülde d_2 çarpan katsayısı örnek hacmine göre tablodan elde edilen bir sabittir. Böylece daha kolay ve pratik yoldan standart sapma tahminen hesaplanmış olur.

Prosesin normal olasılık dağılımı izleyen bir sonuç verdiği ve kontrol altında olduğu varsayıldığında üretilen parçaların %99,73' ü proses yeteneği (altı sigma) karşılığı olan alan içinde yer alacaktır. Böyle bir dağılıma sahip prosesin doğal değişkenlik sınırları ±3 σ olarak belirlenebilir.

Normal dağılım için, doğal değişkenlik sınırları tüm değerlerin % 99,73' ünü karşılıyorsa, üretilen ürünlerin sadece % 0,27' si doğal değişkenlik sınırları arasında kalacaktır. İlk bakışta düşük gözüken bu değer, yüksek üretim adetlerinde ciddi yekünler tutmaktadır.

Proses analizinin, prosesin veya üretimin geçmişiyle ilgili bilgiler de içermesi, prosesin zaman içindeki durumunu, stabilitesini ve istatiksel kontrol düzeyini de açıklaması yönünden gereklidir.

C_p veya P_p değerinin birden büyük olması gerekmektedir. Sadece C_p' nin birden büyük olması prosesin hurdasız üretim yaptığını göstermez. C_p sadece prosesin doğru olarak ayarlandığı takdirde, belirtilen töleranslarda üretim yapılıp yapılamayacağının göstergesidir.

C_p endeksi prosesin sadece yayılımını kontrol eder.

C_{pk} endeksi ise hem prosesteki yayılmayı, hem de ayarı belirtmektedir.

Proses yeterlilik endeksinin yorumlanmasındaki temel mantık, normal olasılık dağılımları aşağıdaki gibi açıklanabilir:

- Cp ve Cpk > 1 ise proseste ±3 σ, spesifikasyonlardan küçüktür. Bu durumda örnekleme ile üretimden çekilerek incelenen ve proses yeterlilik testi uygulanan numunenin % 0,27' sinden daha azı spesifikasyonlara uymayacaktır.
- Cp ve Cpk < 1 ise proseste ±3 σ, spesifikasyonlardan büyüktür. Bu durumda yeterlilik testi uygulanan numunenin % 0,27' sinden fazlası spesifikasyonlara uymayacaktır.

Prosesin ne kadar hurda üretme imkanının olduğu bu endekslerin hesaplanması ile bulunabilir. Bu özellik konu endeksleri P_p veya C_p endeksinden daha üstün kılar. Ancak doğru değerlendirme her iki endeksle beraber yapılır.

C_{pk} veya P_{pk} endeksleri bir oranla ifade edilir. Bunlar prosesin hem yayılmasını ve hem de ortalamasının hedeflerden sapmasını kontrol etmektedir. Burada küçük olan değer alınır. Hedef birden büyük değerlerdir. C_{pk} veya P_{pk}' nın alacağı en büyük değer P_p veya C_p' nin değeridir. Burada bilinmesi gereken C_{pk} veya P_{pk}' nın P_p veya C_p' den büyük olamayacağıdır.

$$C_{pk\ üst} = \frac{Belirlenen\ üst\ limit - X''}{3\ \sigma} \tag{3.11}$$

$$C_{pk\ alt} = \frac{X'' - Belirlenen\ üst\ limit}{3\ \sigma} \tag{3.12}$$

Üretim tesisi açısından kontrol altında tutulan yeterli bir proses aşağıdaki avantajları da beraberinde getirir:

- Ürünün her bir parçası kalite yönünden daha uygun olacak, yani parçalar arası farklılıklar azalacaktır.
- Kalite standartlarına, ürünün teknik şartnamesine ve son kullanıcı isteklerine uygun üretimden ötürü, kaliteyi kontrol etmek için örnek hacmi dar olacak ve bunun sonucunda muayene maliyetleri düşmüş olacaktır.

Prosesin kontrol dışında olması durumunda, herhangi bir alt grup değerinin kontrol limitleri dışında yer alacağı anlaşılmaktadır. Bu durumda doğal olmayan ve nedeni tespit edilebilen bir sapma söz konusudur. Bazı durumlarda bütün alt grup değerleri kontrol sınırları içinde kalmakla beraber, prosesin kontrol dışında olması (yetersiz) durumu söz konusu olabilir. Bu durumun nedeni, proseste doğal olmayan değişimlerin olmasıdır. Bu durum ana kütle ortalamasından sapmalar olduğunun göstergesidir. Eğer tedbir alınmazsa çok yakın bir gelecekte alt grup ortalamalarının kontrol sınırlarını zorlayıp, dışarı çıkabileceğine dair bir sinyal vermektedir.

Proses yeterlilik analizinin yeterliliğinin belirlenmesinde tercihen yirmi ya da daha fazla örnek grubu kullanmak daha güvenilir ve gerçekçi sonuçlar elde edilmesi bakımından gerekli olabilmektedir.

Proses yeterliliği en küçük olan değer referans alınarak değerlendirilir.

Proses yeterliliği değişkenlik yaratan özel nedenlerin tamamının giderilmesiyle, prosesteki değişkenliklere neden olan yaygın sebeplerin azaltılmasıyla ve proses ortalamasının kalite kontrolün öngördüğü hedef değere olabildiğince yaklaştırılması ile arttırılabilir.

3.4.4. Makina Yeterlilik Analizi

Makina yeterlilik endeksinin hesaplanış tarzı proses yeterliliğine benzer. Bu endeks özel

nedenleri göstermez. Kısa zaman süreci içinde küçük sayıda numune verileri ile operasyon potansiyelini belirlemek için kullanılır. Kısa zaman süresince yapılan bu tür çalışmalar sadece makinanın kendisinden gelen değişimleri tahmini olarak belirlemede kullanılır. Zaman içerisinde gelen etkileri yansıtmaz. Makina yeterliliğinde amaç ± 4 s' nin spesifikasyon limitleri içerisinde kalmasıdır.

Bu tür endekslerin hesaplanma şekli proses yeterliliği endekslerinin hesaplama tarzına benzemektedir. Kullanılan temel mantık ve analiz tekniği aynıdır.

Makina yeterlilik endekslerinde C_p ve C_{pk} yerine, C_m ve C_{mk} endeksleri kullanılmaktadır. Kullanılan formül ve hesaplama tarzı aynıdır.

$$C_m = \frac{Belirlenen\ toplam\ tölerans}{6\ \sigma} \tag{3.13}$$

$$C_{mk\ üst} = \frac{Belirlenen\ üst\ limit - X"}{3\ \sigma} \tag{3.14}$$

$$C_{mk\ alt} = \frac{X" - Belirlenen\ üst\ limit}{3\ \sigma} \tag{3.15}$$

Spesifikasyon limiti olarak ±3 s alınırsa, C_m ve C_{mk} endeksleri bire eşit çıkacaktır. Eğer spesifikasyon limiti ±4 s alınırsa, bu durumda C_m ve C_{mk} endeksleri 1,33 bulunur.

Makina yeterlilik analizinin yorumlanması aşağıdaki şekilde yapılabilir:

- Çizilen çan eğrisinin her iki ucu da spesifikasyon sınır çizgilerini kesmiyorsa, makina yeterli ve %99,99 uygun parça üretiyor demektir.
- Çizilen çan eğrisinin bir ucu veya her iki ucu da spesifikasyon sınır çizgilerini kesiyorsa makina veya tezgah yetersizdir. Bu durumun düzeltilmesi için orjinal yatay çizgiyi paralel olarak kaydıracak şekilde prosesin yayılmasını veya prosesin hem yayılmasını, hem de ortalamasının hedeflerden sapmasını kontrol altına alacak önlemleri alınmalıdır.
- Makina yetersiz olduğunda istatistik seriye ait verilerin dağılımı ve standart sapması çok büyü demektir. Bu durum makinanın hatalı konumlanması, karmaşık ve çok hassas işleme töleransları, yatak aşınması v.s. gibi nedenlerden kaynaklanabilir. Makina veya tezgahlarda önlemler alarak dağılım düzeltilirse, çizilen çan eğrisinin eğimini azaltmak suretiyle tezgah veya makina yeterliliğini arttıracak şekilde ±4 s limitleri içine yerleşim mümkün olabilir.
- Yatay çizginin ±4 s' yi kestiği noktalar arasındaki mesafenin orta noktası ortalamayı verir.
- Yatay çizginin ±4 s'yi kestiği noktalar arasındaki mesafe tahmini 8 s yeteneğini verir.

Genel olarak operasyonlar normal dağılım göstermesine rağmen aşağıda belirtilen bazı durumlarda normal dağılım göstermezler:

- Normal dağılımdan çok, standart istatistiki modele uyan dağılımlar. Dairesellik, düzlemsellik ve tek tarafı sıfır olan özellikler genelde kaçık bir durum göstermektedir.
- Hiç bir standart modele uymayan karmaşık dağılımlar söz konusu olabilir. Takımların aşınmasından dolayı meydana gelen ortalamanın yer değiştirmesi normal olmayan dağılımlara neden olabilir. Bir kaç operasyon sonucu olan veya birbirine benzeyen bir kaç makinanın ürünü normal dağılmış olabilir veya ayrı ayrı her bir tezgahın ürünleri normal dağılmayabilir.
- Bir makinanın ürününün dağılımı normal olmamasına rağmen, değişiminin özel nedenleri operasyonda mevcut olabilir. Bu sebeplerden normal olmayan dağılım modelleri ortaya çıkabilir. Buna örnek göstermek gerekirse hasarlı bir takım veya parçayı yerleştirirken çapak kalması neticesi böyle bir normal olmayan dağılım modeli ortaya çıkabilir.

Makina yeterlilik çalışmasında Cm ve Cmk endekslerini hesaplayarak yorumlar yapılabileceği gibi, bu analizi daha kolay yapabilmek için düz çizgi metodu geliştirilmiştir.

Aşağıda sıralanmakta olan nedenlerden ötürü, düz çizgi referans alınarak yapılan çalışmaların kullanılması daha uygun olmaktadır:

- Düz çizgi metodu normal dağılıma uyumu görsel olarak daha iyi açıklar.
- Bireysel ölçümler ve diğer hataların düzeltilmesi düz çizgi metodunda daha kolay yapılabilmektedir.

Makina yeterlilik analizinde düz çizgi metodunun uygulanması için aşağıdaki adımlar atılmalıdır:

- Öncelikle yeterlilik analizi çalışmasına alınacak numune sayısının tespit edilmesi gerekmektedir. Bu sayı genellikle 50’ dir. Proses normal dağılım göstermiyorsa numune sayısı en az 50 adet, eğer mümkünse daha fazla olmalıdır.
- Kullanılan tüm malzemelerin spesifikasyon içinde olduğundan şüphe kalmamalıdır.
- Ana kütleden alınan örneklerin kesintisiz ardışık olarak alınmasına dikkat edilmelidir.
- Makinalardan veya tezgahlardan çıkan parçaları ölçmek suretiyle çetele tablosuna işaretlemek gerekmektedir.
- Proseste kullanılan ölçüm aletlerinin belirtilen töleransın 1/10 hassasiyetinde olması sağlanmalıdır.
- Spesifikasyon limitlerinin çizilmesi gerekmektedir.
- Çetele tablosu incelendiğinde prosesin dağılımı normal dağılım göstermeyen proseslerde doğru ve sağlıklı sonuç elde etmek için diğer bazı yöntemler kullanılmalıdır.

- Her ölçüm hizasına sırası ile frekans ve kümülatif frekans (Σf) yazılır. (Σf %) sütununa ise (Σf) değeri toplam numune sayısına bölünerek yüzde değeri hesaplanır.
- Hesaplanan bu (Σf %) değerleri ok (→) istikameti izlenerek çizelgenin sol kısmından başlayarak işaretlenir.
- Makina yeterlilik analizi formunun solundan başlayan ok takip edilerek dikey kümülatif frekans çizgisi ile kesiştiği yer işaretlenir. Bu işlem kümülatif frekansların tamamı için tekrarlanır (sadece %100' e işaret konmaz).
- İşaretlenen noktalar düzgün bir çizgi oluşturacak şekilde sıralanırsa, bu noktaların ortalarından geçecek olan düz çizgi çizilerek, ±4 s çizgisinin kesecek tarzda sıfır (orijin) ile yüz çizgisi arasında uzatılarak devam ettirilir.
- Elde edilen çizgi eğer düz bir doğru ise, bu durumda makina yeterlidir denilmektedir.

Yeterlilik çalışmalarının kullanıldığı başlıca alanlar ise aşağıdadır:

- Bir prosesin kapsamlı incelenmesi aşamasında
- Yeni bir proses veya makinanın performansının incelenmesi çalışmalarında ve buna benzer diğer çalışmalarda kullanılır.

Makina yeterlilik analizinin yetersiz olması durumunda buna sebep olan ana nedenler aşağıdaki gibidir:

- Standart sapma veya değişim aralığı büyüktür. Bu durumun düzeltilmesi ile...
- Makina veya tezgahın kendi içindeki töleranslarında meydana gelen değişimlerin kontrolü ile (yatak aşınması v.s. kontrolü)... Makina veya tezgaha parçaların yanlış bağlanması ile ortaya çıkmış olabileceğinden, parça bağlantılarının gözden geçirilmesi ve diğer teknik önlemler ile sağlanabilir.
- Makina veya tezgahın yetersizliği ortalama değerin yüksek veya düşük olmasından kaynaklanabilir. Böyle bir durumda yapılması gereken işlem; makina veya tezgah ayarıyla oynayarak dağılımın ortalamasının değiştirilmesi ve ±4 s olan limit spesifikasyonları içine alınarak makina veya tezgahın ideal konuma getirilmesidir. Bu durumda doğrusal çizgi orjinal konumuna paralel olarak koyarak uygun konuma gelecektir.

3.5. Tedarikçinin Kalite Gerekliliklerindeki Payı

Müşteri memnuniyeti ve rekabet, kalite bilincinin tüm tedarik zincirine yaygınlaştırılmasını ve tüm komponentleri kapsamasını olmazsa olmaz şart haline getirmiştir. Kaynağı emin hammadde temininden tüm üretim proseslerine, ambalajdan tüm rapor ve dökümantasyona her adımın kontrol altında tutulması, standartlara uygun ve çevreye saygılı bir süreçten

geçirilmesi mecburi bir hale gelmiş ve ayrıca izlenebilirlik ile sürekli geliştirme çağımızın üretim sisteminin vazgeçilmez unsuruna dönüşmüştür.

Tedarikçilerin, kalite güvencesi altına alınmış/alınacak malzemeleri uygun ve doğru bir şekilde sevk etmesi temel bir gerekliliktir. Tedarikçi kalite yönetimi sayesinde müşteri özel isteklerinin tedarikçi firmalara bildirilmesi de sağlanmış olur. Ayrıca bu yönetim onaylı tedarikçilerden iş güvenliği ve çevre faktörlerinin tam anlamıyla uygulanmasına dair taleplerin iletilmesi için de bir araç konumundadır (ISUZU, S.Q.M., 2003).

3.5.1. Genel Gereklilikler

3.5.1.1. Kalite Organizasyonu

Tedarikçilerden kalite ve kalite güvence organizasyonlarının kurulması, sorumluluk ve yetkilerin belirlenmesi ile kalite faaliyetlerinin yönetim gözden geçirme toplantılarından başlayarak, kaliteye etki eden süreç göstergelerinin hedefler doğrultusunda periyodik kalite toplantılarıyla izlenmesi talep edilmektedir.

3.5.1.2. Kalite Faaliyetleri

Tedarikçilerden kalite faaliyetlerinin aşağıdaki ana başlıkları karşılayacak şekilde kurulması ve yürütülmesi beklenmektedir:

- Kalite politikası ve firma içindeki yayılımı,
- Kalite sistem dökümantasyonu,
- İş akışları (Sinoptikler),
- İç denetim (Kalite Sistem / Proses / Ürün / 5S),
- Alt tedarikçi faaliyetleri.

3.5.1.3. Proje Kalite Planı

Tedarikçi, yeni ürün devreye alma süreci aşamalarında bir proje ekibi oluşturmalı (Dizayn, Geliştirme, Kalite, Üretim, Satınalma ve Stok Bölümleri), ulaşacağı hedefleri belirlemeli, bir plan ile yayınlamalı ve Proje Kalite Planını müşteriye bildirmelidir. Periyodik toplantılar ile Proje Kalite Planı gelişmeleri izlenmeli ve güncellenmelidir. Proje Kalite Planındaki tüm kontrol noktalarındaki çalışmaların %100 oranla pilot üretimden önce tamamlanması hedeflenmelidir. Belirlenen hedeflerde sapma yaşandığında, tedarikçi firma plan ve gerçekleşme durumlarını açık bir şekilde ayırmalı ve kontrol altında tutarak planı revize etmeli ve müşteriye tekrar göndermelidir.

3.5.1.4. Malzeme, Proses ve Ürün Kontrolü

Tedarikçiden hammadde/malzeme girişinden başlayarak nihai ürün aşamasına kadar tüm

süreçlerde, kontrol mekanizmalarının kurulması, kalitenin izlenmesi ve garanti altına alınması talep edilmektedir.

- Tedarik edilen parça ve malzemeler için yapılacak kontroller:
  - Tedarikçi, teknik resimler verilen ve / veya kendisi tarafından tedarik edeceği hammadde ve malzemelerin kalite gerekliliklerini alt tedarikçilerine belirtmelidir. Ayrıca alt tedarikçi ile ürün özellik gereklilikleri ve kontrol standartları üzerinde mutabakata varmalıdır.
  - Giriş kontrol, test, vb. tüm yöntemler teslim alınan ürünlerin talep edilen kalite gereksinimlerini en az karşılayacak yeterlikte olmalıdır.
  - Tedarikçi, müşteri taleplerini karşılamak için kendi giriş kontrol sonuçlarını, kayıtlarını saklamalı ve müşterinin her talebinde iletmelidir.
- Proses Kontrolü (Doğrulaması)
  - Tedarikçi, kalite güvence sisteminin etkin şekilde çalışmasını ve sürdürülebilirliğini sağlamalıdır.
  - Kontrol planları ve kontrol standartları gerekliliklerine göre kontroller yapılmalı, kayıtları tutulmalı ve sonuçlarına göre iyileştirme ve geliştirme aksiyonları başlatılmalı ve takip edilmelidir.
  - Eğer Kontrol Standartları ile teknik resim arasında farklılık varsa, teknik resim her zaman için öncelikli kabul edilir.
  - Üretimde kullanılacak makine ve ekipmanların kontrolü üretim öncesinde yapılmış olmalı, üretim öncesinde ekipman doğrulaması yapılmalıdır.
  - Üretim operasyonları, standartlar, fotoğraflar, şahit numuneler, vb. aracılığı ile kontrol altında tutulmalıdır.
  - Üretim yöntemine göre bazı önemli parametreler (basınç, ortam sıcaklığı, voltaj, nem, temizlik vs.) kayıt altına alınmalıdır.
- Ürün Kontrolü
  - Kontrol karakteristiği ve sıklığı, kalitenin sürekliliğini sağlayacak şekilde belirlenmelidir.
  - Ek Prosedür, şartlar, sıklık, karakteristlik ile Kontrol Standartları doğrulanmalı ve Kontrol standardının referansı olmalıdır. Herhangi bir değişiklik olduğunda dökümanlar değiştirilmelidir.
  - Ürünler sevk edilmeden önce; etiket, ürünün kendisini, paketlemesi, görünüş kontrolü vs. yapılmalıdır. Planlı ürün denetimi yapılması sağlanmalıdır.
  - Kontrol sonuçları saklanmalı ve her sevkiyatla birlikte çıktı olarak veya elektronik

ortamda gönderilmelidir.

3.5.1.5. Makina, Alet, Ekipman Bakımı ve Günlük Kontrolleri

Makina, alet ve ekipmanların kaliteyi olumlu etkileyecek şekilde iyi kurulmuş bir bakım ve kontrol sistemine gereksinimi vardır.

Bu bağlamda müşteri tedarikçisinden aşağıda belirtilen hususları talep edecektir:

- Makine yeterlilik çalışmalarının yapılması,
- Ürün kalitesini etkileyen hava sistemi, tork vb. çalışma parametreleri ile ölçüm cihazlarının, günlük / haftalık kontrolleri yapılmalı ve kayıt altına alınmalı,
- Yıllık periyodik bakım planlarının hazırlanması,
- Koruyucu / önleyici bakım çalışmalarının yapılması,
- Ekipman arızi / planlı duruşların sistematik olarak takibi,
- Arızi duruşları azaltıcı iyileştirme çalışmalarının yapılması

3.5.1.6. Alt Tedarikçiler

Tedarikçiler, alt tedarikçilerinden sorumludurlar.

Tedarikçilerin aşağıdaki konularda alt tedarikçilerinin bir sistem dahilinde izlemesi ve yönlendirmesi beklenmektedir; ihtiyaç halinde bunlara ait dökümanları ister.

- Alt tedarikçi seçimi,
- Alt tedarikçiler ile teknik ve ticari sözleşme yapılması,
- Alt tedarikçi kalite-çevre ve iş güvenliği belgelerinin izlenmesi,
- Alt tedarikçi performans takibi,
- Alt tedarikçi denetimleri,
- Alt tedarikçi iyileştirme ve düzeltici/önleyici faaliyet çalışması.

3.5.1.7. Kalıp, Aparat ve Fikstür Kontrolü

- Tedarikçi, kalıp, aparat/fikstür, vb. tüm üretim ve ölçme ekipmanlarının bakımından, korunmasından ve kalibrasyonundan sorumludur.
- Müşteri, parça kontrol ve test amaçlı kullanılan özel kontrol aparatlarını, fikstür ekipmanlarını kontrol etme / ettirme hakkına sahiptir.
- Kalıp / fikstür / aparat vb. ekipmanının aşınmasının denetlenmesi ve gerektiğinde değiştirilmesi/tadilatı şartları kontrol altında olmalıdır.

3.5.1.8. Kalibrasyon

Ölçüm ekipman ve cihazları kalitenin doğrulayıcılarıdır.

Üretim ve kontrol için kullanılan ölçüm ekipman ve cihazları aşağıdaki şartları sağlamalıdır:

- Tedarikçi envanterindeki ölçüm ekipman ve cihazlarının, operasyon sıklığına bağlı olarak doğrulama ve kalibrasyon aralığını planlanmalı ve uygulamalıdır. Gerektiğinde plan revize edilmelidir.
- Cihazdaki sapmalar takip edilmeli, kullanım / iş şartlarına bağlı olarak dökümante edilmeli ve gerektiğinde kullanım yeri değiştirilmeli, kontrol sıklığı arttırılmalıdır.
- Ayarlama, tamirat ve kalibrasyon kayıtları saklanmalıdır. Tüm cihazlarda kalibrasyon tarihi gözükmelidir.
- Kullanım dışı kalan ekipman ve cihazların "deforme edilerek" tutanak eşliğinde hurdaya atılması sağlanmalıdır.
- Tedarikçi tüm bunları gecikme olmadan yapmalıdır.

3.5.1.9. Hata Kontrolü ve Analizi

Kalite kontrol faaliyetinin temeli, üretim prosesinde meydana gelen herhangi bir hataya hızlı ve doğru cevap verebilmektir. Meydana gelen bir hatayı bertaraf ettikten sonra kök nedenden yola çıkarak (neden/etki analizi, pareto analizi, balık kılçığı diyagramı, düzeltici ve önleyici faaliyet vs.) doğru karşı tedbirler alınması ve hatanın tekrarının önlenmesi çalışma hedefi olmalıdır.

Tedarikçiden aşağıdaki maddelerin yerine getirilmesini talep edilecektir:

- Tedarikçide Kalite Problemi Meydana Gelmesi Halinde;
  - Hammadde, malzeme, yarı mamul veya üründe kalite problemi tespit edildiğinde, bunlar etiketlenmeli/işaretlenmeli ve ayrılarak kullanılmamalı, üretim ve stok alanlarından uzakta karantina alanında karar verilene kadar bekletilmelidir.
  - Hata, üretim hattından, uygun olmayan makine veya ekipmandan kaynaklanıyorsa, kök neden tespit edilinceye ve acil karşı aksiyonlar devreye alınıncaya kadar hat, makina veya ekipman kullanılmamalıdır.
  - Hatalı bir ürün müşteriye sevk edilmiş ise, tedarikçi firma acil olarak müşteri Satınalma ve Kalite Kontrol bölümlerine sözlü bilgi vermeli, düzeltici ve önleyici faaliyet formunu düzenleyerek çalışmalar başlatılmalı, iyileştirme aşamaları hakkında sorun çözülene kadar yazılı bilgi aktarımı yapmalıdır.

Kalite problemi tespiti sonrasında yapılan değerlendirme ile tamir-tashih yapılması kararı

alınır ise işleme sonrası ürünlerin %100 kontrolünün ardından ve müşteri Kalite Kontrol bölümü bilgi ve onayına istinaden sevk edilebilir. Tedarikçi daha sonra detaylı bilgileri resmi olarak iletmelidir. Ayrıca ürünlerin görünen tüm bölgelerine "TAMİR/TASHİH EDİLMİŞ" ifadesi yapıştırılmalıdır.

- Müşteri giriş ve/veya hattında kalite problemi tespit edilmesi halinde;
  - Tedarikçi firma, müşteri stoklarındaki tüm ürünlerini en kısa sürede %100 kontrol etmekle yükümlüdür. Bu süre yakın bölgedeki (100-200 km. mesafede) tedarikçiler için en fazla iki iş günü, diğer yurtiçi merkezli tedarikçiler için en fazla üç iş günü, yurt dışı merkezli tedarikçiler için en fazla bir hafta olarak kabul edilebilir.
  - Tedarikçi, var ise aynı malzemenin kendi bünyesindeki stoklarını da %100 kontrol etmeli, gerekiyorsa müşteri üretiminin devamlılığını sağlayacak şekilde doğru parçaların acilen üretilmesi için gerekli çalışmaları başlatmalıdır. Hatalı ürünler geri çekilmelidir.
  - Kalite problemi ile ilgili olarak müşteri kalite kontrol bölümü tarafından açılmış olan "Kalite Bildirimi", hata derecesi ne olursa olsun, en fazla üç iş günü içerisinde geçici düzeltici faaliyet yanıtı olarak sisteme girilmeli, en fazla bir hafta içerisinde geçici önlem uygulamaya sokulmalıdır.

Kalıcı çözüm için kalite bildirim öncelik dereceleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

ACİL Dereceli: yedi gün içerisinde yanıtlanmalıdır.

ORTA Dereceli: on gün içerisinde yanıtlanmalıdır.

DÜŞÜK Dereceli: onbeş gün içerisinde yanıtlanmalıdır.

- Satış sonrası servis iadeleri, nihai müşteri şikayetleri olarak tespit edilmesi halinde;

Kalite problemi ile ilgili olarak müşteri kalite kontrol bölümü tarafından açılmış kalite bildirimi hata derecesi ne olursa olsun, en fazla üç iş günü içerisinde geçici düzeltici faaliyet yanıtı olarak geri bildirilmeli, en fazla bir hafta içerisinde geçici önlem uygulamaya sokulmalıdır.

3.5.1.10. Tedarikçi Kalite Güvence

Müşteri, bünyesine ürün almayı düşündüğü aday tedarikçi firmaların tedarikçi kalite güvencesinin sağlanması amacıyla kalite denetlemeleri yapmaktadır.

Döküman ve saha değerlendirmesi ile tayin edilmiş bir sınır üzeri puan alan tedarikçiler onaylı tedarikçi konumuna alınmakta, sınırın altında kalınması durumunda tespit edilen

eksiklikler için aksiyon planları istenmektedir. Müşteri aksiyon planındaki konuların gelişimi hakkında belge ve bilgi gönderilmesini isteyebildiği gibi gözlem denetlemeleri de yapabilir. Takip denetlemelerinde yapılan iyileştirmelerin sürekliliği gözlenmekte ve denetleme puanı tayin edilmiş sınır puanın üzerine çıkana kadar devam etmektedir. Tedarikçi de oluşacak proses değişikliklerinde veya yeni ürün devreye girişlerinde kalite denetlemesi tekrarlanacaktır.

3.5.1.11. Performans ve Ömür Testleri

Teknik resimlerde belirtilen ve / veya özel olarak istenen performans testleri, ömür testleri ve diğer özel testler aşağıda belirtilen aralıklarla yapılarak raporları müşteriye gönderilir;

- Test periyodu özel olarak belirtilmişse, belirtildiği zamanlarda,
- Test periyodu regulasyon, uygulanan standart ve yasalarla belirlenmişse belirlenen periyotlarla,
- Proses değişikliği nedeniyle müşteri tarafından talep edilmesi halinde,
- Malzeme veya prosesler sürekli değişkenlik söz konusuysa,
- Pazardan ya da prosesten uyarı geldiğinde ya da bitmiş ürün denetimlerinde hata bulunması halinde tekrar testi,
- Tedarikçinin kendi yaptığı testler var ise müşteriye bildirilmelidir.

3.5.1.12. Sürekli İyileştirme ve Gelişme

İyileştirme ve gelişmenin sürekliliğinin sağlanması ilkesi doğrultusunda aşağıda belirtilen çalışmaların yapılması istenmektedir:

- Proses hata yapmayı ve tekrarlarını önlemek için tutarlı olmalıdır. Bu durum sonraki prosese hata geçişini engelleyecek şekilde geliştirilmelidir.
- Oluşan hatanın tekrarlanan bir hata olup olmadığını kontrol edecek sistematik kurulmalı, hata tekrarı tespiti halinde eski iyileştirme yönteminden farklı bir çalışma geliştirilmelidir.
- Kaliteli ürünler için operasyon bazlı bir sistem kurulmalı ve sürdürülmelidir. Bu çalışanların; eğitimi, doğru ekipman/kontrol aletleri kullanımı, iyi çalışma şartları ve doğru yönetim uygulamaları ile desteklenmelidir.
- Kaizen vb. iyileştirme çalışmaları, işletme içine yayılımı ve katılımı desteklenmeli ve teşvik edilmelidir.
- Yapılan iyileştirmeler ve gelişmelerin işletmelerin diğer birimlerinde ve/veya farklı üretim merkezlerinde de devreye alınması için bilgilendirme sistemi kurulmalıdır.

3.5.1.13. Kalite Hataları Önleme Çalışması

Hedeflenen kalitenin ürünlere tutarlı bir şekilde uygulanabilmesi için, geliştirme sürecinde kalite hatalarının önlenebilmesi sağlanmalıdır. Potansiyel kaliteyi azaltıcı etkenlerin; tasarım sırasında (tedarikçi tasarım yapıyorsa), üretim prosesinin seçilmesi esnasında ve üretim planlama aşamasında ortadan kaldırılması sağlanmalıdır.

Ürün geliştirme sırasında yapılacak gözden geçirmeler kalite hatalarının önceden önlenebilmesi için çok önemlidir. Bu gözden geçirmeler, kalite performansı ve ürün güvenilirliği açısından tedarikçi firmaya daha iyi tanımlama/seçme yapmasını sağlayacaktır.

3.5.1.14. Kritik parça ve Güvenlik Parçası İçin Proses Gereklilikleri

Parça teknik resmi üzerinde kritik ölçü olduğu belirtilmesi halinde proses kontrolleri ve nihai ürün kontrol planlarında bahse konu ölçü / ölçülerin kontrol edilmesi ve sağlanması zaruridir.

Tedarikçiden kritik parça ve güvenlik parçaları için aşağıdaki konuları gerçekleştirmesi istenmektedir:

- Kritik parça ve güvenlik parçası kontrol prosedürünün olması.
- Tüm süreç ve faaliyetlerde kritik parça ve güvenlik parçası işaret ve belirteçlerinin görsel olarak kullanılması (etiket vb.).
- Bu süreçlerde çalışanların bilgilendirilmesinin sağlanması ve belgelendirilmesi.
- Döküman ve malzeme izlenebilirliğinin sağlanması.

Söz konusu kritik ve güvenlik parça tanımlaması teknik resimler üzerinde Şekil 3.1' de gösterildiği gibi ve/veya özel notla ifade edilir.

DIKKAT!
UYGULANAN DIREKTIFLER/REGULASYONLAR

GERI GORUS AYNALARI	EC	2003/97 2006/96
	ECE	46

Şekil 3.1 Kritik parça tanımlaması için kullanılan etiketlere örnekler

3.5.1.15. Eğitim

Tedarikçilerin eğitim konusunda aşağıdaki çalışmaları sistematik şekilde yapması, dökümante etmesi ve izlemesi beklenir:

- İşe giriş oryantasyon eğitimi.
- İşbaşı eğitimleri.
- Yıllık Eğitim planlarının hazırlanması ve izlenmesi.

- Çalışan yetkinlik tablolarının hazırlanması ve güncellenmesi.
- Eğitim performanslarının takibi ve dökümante edilmesi.

3.5.1.16. Çalışma Ortamı Düzeni, Temizlik, Çalışma Disiplini, Görsel Fabrika

5S' i yaklaşımı bir yasam tarzı haline getirilmeli ve çalışma düzenini gerekliliklerinin çalışma ortamında sağlanmış olmalıdır.

3.5.1.17. Arşiv

Tedarikçi aşağıdaki kayıtları sürdürmeli, güncellemeli ve saklamalıdır:

- Standartlar,
- Üretim Kayıtları,
- Operasyon Kılavuzları,
- Kontrol Verileri,
- Test verileri,
- Lot bazında Kontrol Kayıtları,
- Ölçüm Cihazları Doğrulama Kayıtları,
- Alt Tedarikçi Denetim Raporları,
- Satın Alınan Ürün Kontrol Kayıtları, İç ve Dış DÖF Kayıtları

Yukarıda belirtlen tüm bu kayıtlar beş yıl saklanmalıdır.

3.5.2. Prototip Parça Gereklilikleri

Tasarımını doğrulamak için yapılan prototip parçalar, seri üretim şartlarında üretilmemiş ve onay sürecine girmeyecek ve müşteri kaynaklı gerekliliklere uyum zorunluluğu olmayan ürünlerdir.

Prototip parçaların teslim ve onay mercii müşteri Ar-Ge bölümüdür.

3.5.3. Seri İmalat Öncesi Gereklilikler

3.5.3.1. Numune Parça

Tedarikçi tarafından müşteriye numune ürünlerle birlikte gönderilecek olan kontrol verileri ve değerlendirme sonuçları aşağıdaki maddeleri kapsamalıdır:

- Seri şartlarda üretilen ürünler arasından, aksi belirtilmedikçe, minimum beş adet örnek parça seçilir. Parça onayı için gönderilen beş örnek parçalarının teknik resimde belirtilen tüm ölçülerinin raporda belirtilmesi tedarikçi sorumluluğundadır. Numune teslimi ile birlikte:
  - Seri üretim (nihai) kalıp ve ekipmanları ile üretildiğini yansıtmalı,

- Gerekli durumlarda proses öncesi / sonrası doku yapısını belirtmeli,
- Dövme ve döküm parçalar için taslak haliyle (işlemeye girmemiş hali) dokuyu kapsamalı,

- Numune parçaların ölçümleri, sonuçları ve girdi raporları (Alt Tedarikçi raporları ile birlikte) örnek parçalarla birlikte müşteriye gönderilmedir. Örnek parçalar ile ölçüm sonuçlarının ve girdi raporlarının eşleştirilebilmesi için örnek parçalar numaralandırılmalıdır.

Ölçülen parçalardan biri şahit numune olarak belirlenmesi durumunda, tedarikçi tarafından parça adı, parça numarası, onaylayan kişi ve onay tarihi belirtilecek şekilde şahit numune etiketi yapıştırılmalı ve uygun şartlarda saklanmalıdır.

3.5.3.2. Döküm Kalıpları, Aparatlar, Kalıplar Ve Modeller

Eğer parçalar birden çok döküm kalıbı, aparat, çok gözlü kalıp veya model kullanılarak üretiliyorsa, numune onayından sonra çoğaltılan kalıplar da dahil, her döküm kalıbı, aparat, kalıp ve modelden üretilen en az bir parça tamamen boyutsal değerlendirmeye tabi tutulmalıdır. Tedarikçi, her bir parça için hangi döküm kalıbı, aparat, kalıp ve modeli kullanacağını belirtmelidir. Model ve kalıp numaraları çıkan parçalar üzerinde belirtilmelidir. Bu bilgiler, Parça Kalite Uygunluk Raporu formu ile müşteri Kalite Kontrol bölümüne gönderilmelidir.

3.5.3.3. Tedarikçi Parça Onay Proses Standardı ve Ürün Sevkiyatı

Tedarikçi yeni ürünlerin seri sevkiyatını başlatabilmek için, örnek ürünleri müşteri onayına tedarikçi parça onay proses prosedürüne göre sunmalı ve Kalite Kontrol bölümünün onayını almalıdır. Ürünlerin kapsamlı test ve kontrol gereksinimi olması halinde, test ve kontrol (malzeme performans testleri) sonuçları daha sonra gönderilebilir.

3.5.3.4. Ön Seri Üretim (Deneme Partisi / Pilot Partisi)

"Ön Seri" üretimi sırasında kalite planı ve hata önleme çalışmalarının verimliliği test edilir. Ön seri üretim sırasında tespit edilen hatalar için hızlı aksiyonlar alınmalıdır.

Müşteri, tüm yeni devreye girecek parçalar ve /veya kapsamlı üretim proses değişikliği görmüş parçalar için "Ön Seri" statüsünde tedarikçi tarafından kontrol standartlarına göre kontrol edilmesini ister. Bu kontrol süreci, tedarikçi tarafından tanımlanan ön seri hedefleri yakalanıncaya kadar devam eder. Fakat müşteri, tedarikçi değerlendirme denetim sonuçları, gelen parça kalitesi ve başka nedenlerden ötürü tedarikçi seri üretime girmiş olsa dahi, ön seri statüsündeki bazı kontrolleri sürdürmesini veya kontrol yöntemlerinin değiştirilmesi ile

kontrol sıklığının arttırılmasını isteyebilir.

Ön Seri durumunun ortadan kalkacağına müşteri Kalite Kontrol bölümü ile tedarikçi ortak karar verir.

Müşteri ilaveten aşağıda belirtilen şekilde özel kalite kontrol sisteminin sağlanmasını ister:

- Sayısal olmayan diğer kontrollerin (Ambalaj, doğru etiketleme, müşteri gözüyle kontrol vs.) %100 yerine getirilmesi,
- Hata tekrarlanabilirliği ve hızlı karşı tedbir alınabilecek şekilde esnek bir sistemin kurulması,

3.5.4. Seri Üretim

3.5.4.1. Final (Sevkiyat Kontrol) Raporu

Her sevkiyat ile birlikte Tedarikçi tarafından ürünlerle birlikte ve/veya elektronik ortamda, final (sevkiyat kontrol) raporu gönderilir. Ayrıca aşağıda belirtilen periyotlarda kapsamlı (numune raporuna eşdeğer) parça ölçüm raporu göndermelidir. Bu raporların gönderimi:

A Dereceli Parçalar İçin: 6 ayda bir

B Dereceli Parçalar İçin: 12 ayda bir olmalıdır.

3.5.4.2. Proses Değişikliği

Kaliteyi etkileyen hatalar; Dizayn/Proses değişiklikleri, üretim şartları, üretim ekipmanları ve önemli revizyonlardır. Bu tür hatalar günlük kontroller sırasında yakalanamayabilir. Tedarikçi kalite hatalarını ortaya çıkmadan önlemelidir. Bu tarzda değerlendirilebilecek önemli bir konu proses değişikliğidir.

Proses Değişikliğinde uygulanacak işlemler aşağıda belirtilmiştir:

- Tedarikçi istenilen değişiklikleri ve genel değişiklik bilgilerini müşteri onayına sunar.
- Güvenlik, emisyon, ses, hayati önemli parçalar için, proses değişikliği başvurusu ile birlikte “kalite planı” revize edilmelidir.
- Proses yeterliliği seviyesi aşılana kadar iyileştirme çalışmaları devam eder.
- Kapsamlı proses değişiklikleri için numune parçalar, revize kalite planı, kontrol standardı ve/veya proses kontrol planı gerekli ise müşteriye gönderilir.
- Müşteri onayından sonra kapsamlı proses değişikliği içeren parçalar için “Ön Seri” statüsü aşamasına geçilir.
- Seri üretim şartları geçerli olacak şekilde diğer faaliyetler yapılır.
- Örnek ürün ve dökümanlar seri sevkiyat öncesinde müşteriye ulaştırılmış olmalıdır.

3.6. Tedarikçi Parça Onay Prosesi

Tedarikçinin, kaliteli ve kalitesi onaylanmış, güvence altına alınmış parçaları müşterisine sevk etmesi gerekmektedir. Temin edilen malzemeler için parça onay sürecinde, tedarikçinin yerine getirmesi ve sağlaması gereken proses ve dökümanlar aşağıda tariflenen süreç dahilinde tariflenmektedir.

Bu çalışma müşteri kalite kontrol, satınalma ve mühendislik birimleri ile tedarikçilerin katılımı ile yürütülür.

Tedarikçi parça onay prosesi sırasında, tedarikçiler tanımlanmış olan yönetmeliği esas almalıdır. Tedarikçi üretim parçası onayı almak için, belirlenmiş yönetmelikteki standartları uygulamak zorundadır. Onay prosesinde yer alan aşağıdaki bazı temel kavramlara açıklık getirilmelidir:

- Tedarikçi Ürün Dosyası

Tedarikçinin üretim onayı alması için hazırlaması gereken numune parçalar ile birlikte teslim edilmesi gereken dökümanların dosyasıdır.

- Parça Kontrol Planı

Parça ve / veya parça prosesin hangi özelliklerinin nasıl kontrol edileceğini gösteren plandır.

- Parça Kalite Uygunluk Raporu

Kontrol planına göre yapılan muayene ve test sonuçlarının kaydedildiği formdur.

- İlk Numune Parça

İlk üretim lotundan aksi belirtilmedikçe beş adet numune alınacak parçadır.

Tedarikçiler tarif edilen tüm işlemleri tamamlayarak, rapor halinde müşteri kalite kontrol böülüne numuneler ile birlikte teslim etmelidir.

Tedarikçi sorumluluğuna giren parça onay prosesini tam sağlamaması durumunda red edebilir. Ayrıca tedarikçi, alt tedarikçisinin müşteri taleplerini karşılamasından da sorumludur.

3.6.1. Tedarikçi Parça Onay Prosesinin Uygulanacağı Durumlar

Parça onay standartının uygulanacağı durumlar;

- Yeni devreye girecek parça:

Daha önce herhangi bir zaman ve nedenle üretilmemiş yeni parçalardır.

- Üzerinde Mühendislik onayı ile değişiklik yapılan parça:

- Dizayn kayıtları, özellikleri veya parça/parça numarası için malzemede mühendislik değişikliği olması hallerinde geçerlidir.

- Daha önce gönderilen parçalarda tespit edilen (kalite bildirimi / düzeltici önleyici faaliyet açılması veya açılmaması hallerinde de geçerlidir) hatanın düzeltilmesi:
  - Hatanın düzeltilmesi, tedarikçi gerekliliklerini ürün performansının karşılamaması, ölçüsel yeterlilik konuları, alt tedarikçi konuları, tam onayın geçici onayla yer değiştirmesi, test ve validasyon konularına dair haller için olabilir;
- Kullanımdaki mevcut parçanın malzemesine alternatif malzeme kullanımı, alternatif dizayn yapılması veya test metodunun değiştirilmesi:
  - Yeni üretim teknolojisi kullanılması halinde.
  - Malzeme görünüşünde değişiklik olması, yeni veya mevcut alt tedarikçiden farklı kaynaklı malzeme tedarik edilmesi, aynı proseste farklı parametrelere geçilmesi hallerinde müşteriye bildirim yapılmalıdır.
  - Test ve kontrol metodunun değişmesi halinde (tedarikçi, yeni test ve kontrol metodunun, eski metodun uygulanması ile alınacak sonuçları verebildiğine dair kanıtlar sunmalıdır).
  - Kimyasal malzemeler için, yapılacak değişiklik, daha önce onaylanmış ürünün genel özelliklerinin dışına çıkması/çıkmaması halinde (yeni özelliklere göre oluşan ve yürürlükteki mevzuata uygun MSDS (Malzeme Güvenlik Bilgi Formu) müşteri kalite kontrol bölümüne gönderilir).
- Kalıplarda onarım, değişiklik, revizyon yapılması:
  - Yeni veya değişikliğe uğramış alet ve/veya kalıplar ile yapılan üretim için (eskiyenlerin yerine aynı türde yenilerinin kullanılması hariç)

Final ürünü etkileyebilecek form veya özellikte olan kalıp, aletler için geçerlidir.

- Mevcut alet ve ekipmanların yenilenmesi veya yeniden düzenlenmesi ile yapılan üretimler.

Yenileme; alet ve ekipmanın mevcut fonksiyonun değişmesiyle veya modifikasyon ile kapasite ve performansın arttırılması demektir. Yenileme ile tamirat veya bakım karıştırılmamalıdır.

Yeniden düzenleme ise üretim/proses akışının değiştirilmesi demektir. Proses akışı değişmedikçe yapılacak olan iyileştirme çalışmaları yeniden düzenleme sayılmaz.

- İmalat prosesinde değişiklik, metotta değişiklik, üretim tesisi yeri değişikliği, yerleşim

değişikliği.

- Alet ve ekipmanların başka veya ilave üretim tesisine taşınması ile üretim yapılması halinde.

Üretim prosesindeki alet ve ekipmanların binalar veya tesisler arasında bir veya birden fazla noktaya transfer edilmesi.

- Mevcut alet ve ekipmanların oniki aylık bir sürede aktif olarak kullanılmaması.

Düşük üretimli özel olan yedek parçalar ve özel araç siparişleri kapsam dışı tutulabilir.

- Ürünün performansı ve fonksiyonelliğini etkileyecek proses ve ürün değişiklikleri.

Müşterinin form, fonksiyon, performans ve/veya ömür gerekliliklerini etkileyecek her türlü durum tedarikçi tarafından bildirilmelidir.

- Alt tedarikçiden temin edilen parçada veya hizmette değişiklik (ısıl işlem, kaplama vb.).

Alt tedarikçilerin değişmesi, müşteri gereksinimlerini etkileyecek şekilde denk olmayan malzeme kullanması ve farklı üretim metodu uygulaması (Kaplama Prosesi, Isıl işlem vs.)

3.6.2. Tedarikçi Parça Onay Prosesinde Revizyona Gerek Olmayan Durumlar

Aşağıdaki durumlar söz konusu olduğunda tedarikçi değişiklik ve iyileştirmeleri izlemek ve etkilenecek onay prosesi dökümanlarını kendi bünyesinde güncellemekten sorumludur:

- Kontrol planı ve proses akışını etkilemeyecek alet ve ekipman yer değişiklikleri:
  - Yalın üretim nedeniyle bazı ekipman ve aletlerin hareketli yapılmış olmasının yaratacağı etkiler (kontrol planı ve proses akışı değişmeden).
- Aynı temel teknoloji ve metodeloji ile aynı proses akışına yapılacak ekipman değişiklikleri.
  - Yeni ekipmanlar ve ilave ekipmanlar, yer değişiklikleri veya ekipmanda ebat değişiklikleri.
- Kalibrasyon veya bakım nedenleriyle benzer olan başka kalibrasyonlu ölçüm cihazı kullanımı.
- Proses değişikliği gerektirmeyen iş ve/veya zaman etütlerinde değişiklik yapılması.
- Proses değişikliği olmadan yapılacak Potansiyel Hata Azaltma çalışmaları.

3.6.3. Üretim Parçası Onayı İçin Tedarikçiden İstenenler

Tedarikçi onay prosesinin gerekliliğinin açığa çıktığı durumlarda, aşağıdaki prosesleri yapmak ve dökümanları müşteriye teslim etmek ile yükümlüdür.

Müşterinin üretmekte olduğu mamüller için tedarik ettiği parçaların mamül üzerinde sahip olduğu önem derecesinin tanımlamasına göre; tedarik konusu parçalar dört ana gruba ayrılır. Bu sınıflar A, B, C ve D olarak adlandırılmıştır. Aşağıda sınıflandırmalara ait tanımlar bulunmaktadır:

- A Sınıfı Parçalar:

Hayati önem arz eden, önemli güvenlik parçalarıdır. Oluşabilecek hatalardan dolayı, mamulün fonksiyonunu yerine getirmesine engel olacak parçalardır.

- B Sınıfı Parçalar:

Fonksiyonunu yerine getiren mamul üzerinde fonksiyonel görevi olan parçalardır.

- C Sınıfı Parçalar:

Mamulün iç ve dış bölümlerinde göze hitap eden ve görünüm parçalarıdır.

- D Sınıfı Parçalar:

Yukarıda yer alan sınıflar dahilinde olmayan parçaları kapsamaktadır.

3.6.4. Tedarikçiden Parçaya Ait İstenen Döküman ve Prosesler

- Numune Parça:
  - Parça onayı için numuneler, seri üretim şartlarında üretilen parçalardan beş adet seçilir.
  - Parça onayı için gönderilen numune parçalarının tamamının ölçülmesi ve raporda belirtilmesi tedarikçi sorumluluğundadır. Numune parçaların ölçüm sonuçları ve girdi raporları (Alt Tedarikçi raporları) numunelerle birlikte müşteriye iletilmelidir.
  - Numune parçalar ile ölçüm sonuçlarının ve girdi raporlarının eşleştirilebilmesi için numune parçalar numaralandırılmalıdır.
  - Numune ve prototip amaçlı gönderilen parçaların üzerinde etiketleme yapılmalıdır.
- Dizayn Kayıtları:

Tedarikçi, parçanın bütün dizayn kayıtlarını sağlamalıdır (dizayn kayıtları, spesifikasyonları, Cad/Cam dataları, parça resimleri, vb.).

- Parça Kalite Uygunluk Raporu:

Tedarikçi dizayn kayıtlarında ve kontrol planlarında istenen boyutsal doğrulamaları yapmalıdır. Bütün üretim proseslerinin boyutsal sonuçları ölçülmeli ve raporlanmalıdır (döküm, şablon, kalıp, v.b.). Herhangi bir kontrol sonucu, spesifikasyon dışı sonuç çıktığında tedarikçi parçaları / dökümanı sunamaz. Bu rapora görünüş onay durumu da eklenmelidir (desen, renk ve yüzey kalitesi istenen parçalar için). Bir döküman üzerinde ölçümlerin

nereden alındığı gösterilmelidir. Ölçülen parçalardan biri şahit numune olarak belirlenmesi durumunda etiketlenmeli ve saklanmalıdır.

Net parça ağırlığını belirlemek için, üç-beş adet parça rastlantısal olarak seçilir ve ayrı ayrı ölçülerek, ortalama ağırlık hesap ediler ve raporlanır.

Eğer parçalar birden çok döküm kalıbı, aparat, kalıp veya model kullanılarak üretiliyorsa, her döküm kalıbı, aparat, kalıp ve modelden üretilen en az bir parça tamamen boyutsal değerlendirmeye tabi tutulmalıdır. Tedarikçi, her bir parça için hangi döküm kalıbı, aparat, kalıp ve modeli kullanacağını belirtmelidir. Model ve kalıp numaraları çıkan parçalar üzerinde belirtilmelidir.

- Kontrol Aparatı ve Fikstür Ekipmanları Kontrolü:

Tedarikçi ölçme aletinin parçayı ölçmeye uygun olduğunu belgelemelidir. Tedarikçi ölçme aletinin bakımından, korunmasından ve kalibrasyonundan sorumludur. Müşteri istediğinde, parça kontrol ve test amaçlı kullanılan özel kontrol aparatlarını, fikstür ekipmanlarını kontrol edebilir.

- Malzeme ve Performans Testleri:
  - Malzeme Test Sonuçları:

Kontrol planlarında ve/veya teknik resimlerde belirtilen mekanik, kimyasal ve metalurjik gereklilikler olduğu zaman, özel olarak istenen ve tedarikçinin belirlediği malzeme testleri yapılarak raporları müşteriye gönderilmelidir.

- Performans Test Sonuçları:

Kontrol planlarında ve/veya teknik resimlerde performans ve fonksiyon gereklilikleri tanımlanmış ise tedarikçi performans testlerini gerçekleştirmelidir.

Yapılan tüm performans testleri, standartlarda belirtilen alet, ekipmanlar ile yapılmalı, diğer durumlarda müşteri ile ortak mütabakata varılarak mamül koşulları simüle edilerek testler gerçekleştirilmelidir.

Müşterinin istediği spesifikasyonları karşılamak tedarikçinin sorumluluğundadır. Herhangi bir kontrol sonucunda, spesifikasyonun dışında bir sonuçla karşılaşılır ise tedarikçi parçaları ve dökümantasyonu sunamaz. Bu durumda tedarikçi, gelişmelerden müşteriyi haberdar etmeli ve imkanlarını kullanarak prosesi düzeltmek zorundadır.

- Akış Şemaları:
  - Proses Akış Şeması:

Hammaddeden başlayıp, bitmiş ürün aşamasına kadar uygulanan operasyonların akış şeması üzerinde gösterim şeklidir. Seri imalat aşamalarını anlatan bu akış şemasının hazırlanarak ürün dosyasına konmalıdır.

- Kalite Kontrol Proses Akış Şeması:

Hammaddeden başlayıp, bitmiş ürün aşamasına kadar uygulanan operasyonlar arasında yapılan ara kontroller proses kalite kontrol olarak adlandırılmaktadır. Seri imalat aşamasında yapılacak tüm bu proses kontrolleri tarif eden kalite kontrol akış şemasıdır. Hazırlanarak ürün dosyasına konmalıdır. Proses kontrollerin detaylı olarak tarif edilmesi (kontrol özellikleri, sıklık, önem) talep edilmektedir.

- Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA):

FMEA çalışması yeni veya revize edilmiş bir ürün tasarımı ya da üretim prosesindeki olası hataların önceden tahmini, çözüm yollarının bulunması veya izlenmesi amacıyla prosesin metodolojik olarak gözden geçirilmesi ve analizini içerir. Çalışma yeni hata türleri keşfedildikçe yenilenmesi ve güncellenmesi gereken bir dökümandır.

Tedarikçi firma, parça üzerinde potansiyel hataları tespit etmek ve ortaya çıkarmadan gidermek, önlemek üzere proses FMEA çalışmasını yapmalı ve kritik özellikleri, kontrol maddelerini ve sıklıkları içeren kontrol planını bu çalışma sonucuna göre hazırlamalıdır. Eğer tedarikçi dizayn yapıyor ise, dizayn FMEA raporunu ürün dosyasına koymalıdır. Dizayn FMEA formatı tedarikçinin sorumluluğundadır.

FMEA ekibi değerlendirme kriteri ve derecelendirme sistemi üzerinde antant kalmalıdır ve bu sistematikleri değişmez bir kural olarak her bir analiz kalemi için uygulamalıdırlar. Aşağıda yer alan derecelendirme kriterlerinden 9 ve 10 değerlerine sahip olan kalemleri değiştirmek önerilmektedir. Bununla birlikte 1 değerine haiz derecenin ileri safhalı analizine ihtiyaç bulunmamaktadır.

- Parça Kontrol Planı:

Tedarikçinin hammadde aşamasından itibaren, yarı mamul ve mamul aşamalarında her operasyonda yapılacak kontrollerin belirtildiği dökümandır.

Tedarikçi gerekli gördüğü hallerde kontrol planı dışında da muayene, kontrol, test ve deney yapar.

Kontrol planında belirtilmeyen, teknik resim üzerindeki ölçümler tedarikçi tarafından proses kontrolleri sırasında kontrol edilerek, kontrol altında tutulmalı ve kayıtları saklanmalıdır.

Çizelge 3.2 Önerilen derece değerlendirme kriteri (tasarım/proses FMEA için)

Etki	**Kriter: Ürün üzerindeki etkisi (Müşteri Etkisi)**	**Derece**	**Kriter: Proses üzerindeki etkisi (üretim/montaj)**
Emniyet ve/veya yasal gerekliliklerinin karşılanmasındaki yetersizlikler	Potansiyel hata modu emniyetli araç operasyonunu etkiler ya da yasal gereklilikleri karşılamaz	10	Makine ve Montaj Operatörünü Uyarısız Tehlikeye düşürecek kusur
	Potansiyel hata modu emniyetli araç operasyonunu etkiler ya da yasal gereklilikleri karşılamaz	9	Makine ve Montaj Operatörünü Uyarılı Tehlikeye düşürecek kusur
Asli fonksiyonun kaybı ya da azalması	Asli fonksiyon kaybı (araç çalışmaz durumdadır ve emniyetsizdir)	8	Ürünün % 100' ünün hurdaya ayrılması. Hattın kapatılması ve yeniden ayarlanması gerekir
	Asli fonksiyon azalması (araç çalışır durumdadır. Ancak performansı düşüktür)	7	Ürünün bir kısmının hurdaya ayrılması gerekir. İlave işlemler ile sapma giderilmeli
İkincil fonksiyonun kaybı ya da azalması	İkincil fonksiyon kaybı (araç çalışır durumdadır. Ancak konfor ve rahatlık yoktur)	6	Ürünün % 100' unden az kısmının yeniden imal edilmesi ve ek işlemler yapılarak kontrol edilmesi gerekli
	İkincil fonksiyon azalması (araç çalışır durumdadır. Ancak performans seviyesi düşüktür)	5	Ürünün bir kısmı yeniden imal edilmesi ve ek işlemlerden geçerek kontrol edilmesi gerekir
Problem	Görünüm, duyulabilir gürültü, araç çalışabilir, parça bir çok müşteriye uymaz (>%75)	4	Ürünün % 100' ünden az kısmının proses hattında yeniden islenmesi ve kontrolü gereklidir. Gözle görülebilir
	Görünüm, duyulabilir gürültü, araç çalışabilir, parça bir çok müşteriye uymaz (%50)	3	Ürünün bir kısmının proses hattında yeniden islenmesi ve kontrol gereklidir. Gözle görülebilir
	Görünüm, duyulabilir gürültü, araç çalışabilir, parça bazı müşterilere uymaz (>%25)	2	Arada sırada isleme tabi tutma gerekliliği operasyon ve operatör kaynaklı
Etkisiz	Görülür etkisi yok	1	Önlem almaya gerek yoktur

Kontrol planlarında bulunması gereken bilgiler şunlardır:

- Parça adı, parça numarası,
- Kontrolün yapıldığı proses,
- Kontrol Karakteristiği (Çap, görünüş, v.b.),
- Kontrol ekipmanı,
- Ölçülecek değer (resim ölçüsü) ve standart/toleransı,
- Ölçüm sıklığı,
- Analiz metodu,
- Olağan dışı şartlara tepki

- Proses ve Makina Yeterlilik Çalışması:

Bütün emniyet, kritik ve önemli özellikler için, proses yeterlilikleri hesaplanmalıdır. Amaç, üretim prosesinin müşteri isteklerini karşılayıp, karşılayamadığını ölçmektir. Yeterlilik çalışması gerçek üretim şartlarında yapılmalıdır. Makinalar için $\mathbf{C_m}$ ve $\mathbf{C_{mk}}$, prosesler için $\mathbf{C_p}$ ve $\mathbf{C_{pk}}$ bulunmalıdır.

- Kısa Dönemli Çalışma:

Başlangıç proses çalışmasının amacı sadece belirlenmiş indeks değerini gerçekleştirmek değil, proses değişimini anlamaktır. Eski veriler mevcutsa ve kontrol kartı çizecek kadar başlangıç verisi varsa (en az 10 örnek), $\mathbf{C_{pk}}$ proses stabil olunca hesaplanabilir.

Stabil olmayan proses olduğunda $\mathbf{C_{mk}}$ kullanılmalıdır.

Eğer gerekli veri mevcut değilse (100'den az örnek) müşterinin kalite kontrol bölümü ile temasa geçilmelidir. Proses yeterliliği, zaman içinde, uygun İstatistiksel Proses Kontrol teknikleri ile takip edilmelidir.

Bakım gerektiren proses değişikliği durumunda yeterlilikler tekrar hesaplanmalıdır. Bütün bu veriler ve hata meydana geldiğinde çözümü için gerçekleştirilen müdaheleler kayıt edilmelidir. Çizelge 3.3' de başlangıç çalışması için kabul kriterleri belirtilmektedir.

$\mathbf{C_{mk} > 1.67}$ ise proses müşteri talebini karşılamaktadır. Onaydan sonra, üretime başlanmalı ve onaylanan kontrol planını uygulanmalıdır.

$\mathbf{1.33 \le C_{mk} \le 1.67}$ proses müşteri talebini karşılamayabilir. Parça onayından sonra, üretime başlanmalı ve $\mathbf{C_{pk}}$ **1.33'e** ulaşana kadar karakteristiklere ilave dikkat gösterilmesi gerekmektedir.

Çizelge 3.3 Başlangıç çalışması için kabul kriterleri

Yeterlilik Sonuçları	Yorum	Sonuç
$\mathbf{C_{mk}} > 1.67$	Proses MÜŞTERI taleplerini karşılamaktadır.	Mevcut Kontrol Planı yeterlidir.
$1.33 \leq \mathbf{C_{mk}} \leq 1.67$	Proses MÜŞTERI taleplerini karşılamayabilir.	$\mathbf{C_{pk}}$ >1.33 sağlayıp sağlamadığı kontrol edilmelidir.
$\mathbf{C_{mk}} < 1.33$	Proses MÜŞTERI taleplerini karşılamaz.	$\mathbf{C_{pk}}$ >1.33 olup olmadığı %100 kontrol edilmelidir.

$\mathbf{C_{mk}} < \mathbf{1.33}$ proses müşteri talebini karşılamayacaktır. Proses iyileştirmesine büyük bir öncelik verilmeli ve düzeltici faaliyet planında dökümante edilmelidir. Yürüyen imalatta $\mathbf{C_{pk}}$ > 1.33'e ulaşana kadar kontrol ve testler arttırılmalıdır. Bu periyot için revize edilen kontrol planı müşteri kalite kontrol bölümü ile gözden geçirilmeli ve onayı alınmalıdır.

- Ölçme Sistemi Analizi:

İstatiksel çalışmalarda kullanılan yeni ve modifiye olmuş ölçüm aletleri ve test ekipmanları için ölçme sistemi değişkenlik çalışmalarıdır.

Ölçüm yöntemlerinin tekrar yapılabilirlik ve tekrarlanabilirlik açısından analizi yapılmalıdır. Bu analiz, ön seri üretimde en az on parça alınarak yapılmalı ve müşteriye raporlanmalıdır. Bu analiz, ölçüm aleti ve ölçümü yapan operatörler esas alınarak yapılır.

3.7. İlk Numune Onay Sürecine Bir Örnek Çalışma

Aşağıda otomotiv sanayinde geliştirilen ürünlerin tedarikçisinden seri imalat aşamasında sağlaması öncesi ilk numune onay şartlarını belgelenmektedir. Genel olarak deneme üretimleri iki kere yapılır. İlk numune onay süreci aşamaları anlatılırken örnek olarak kauçuk esaslı bir parçanın üretim süreci baz alınacaktır (Toyota, 2008).

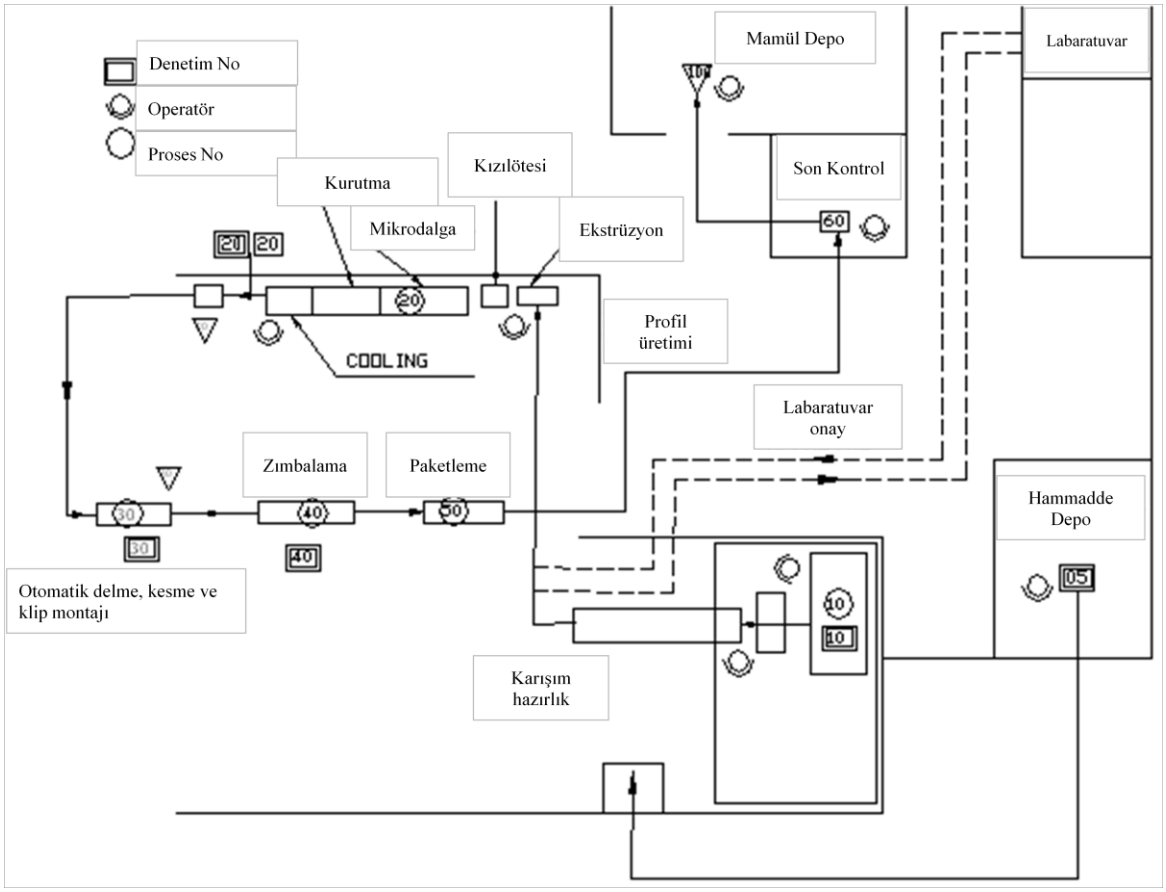
3.7.1. Proses Akış Şeması

İlgili ürünün proses akış şeması Şekil 3.2' de gösterildiği gibidir.

Proses hammadde depodan hammaddenin karışım hazırlık ve üretim hücresine ikmali ile başlar. Burada karışım hamurunun gereken hammadde spesifikasyonlarını karşılayacak şekilde hazırlanmasını müteakip, bu ham malzeme profil üretim istasyonuna ikmal

edilecektir. Bu aşamada hazırlanan karışım hamurundan alınan numuneler labaratuvara gönderilerek periyodik onayları alınır.

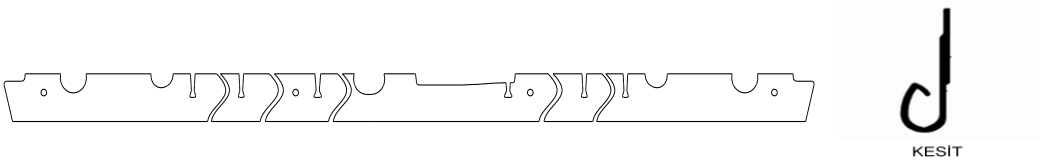
Profil üretim istasyonunda hammadde sırası ile ekstrüder, infrared, mikrodalga ve sıcak hava aşamalarından geçirilerek, şekillendirme, pişirme ve kurutma işlemleri gerçekleştirilir. Üretilen kauçuk profil sonra otomatik hale getirilmiş olan delme, kesme ve klips montajı istasyonundan geçer. Ardından zımbalama prosesi sonrası, son kontrol sürecine tabi tutulan ürün, nihai mamul ambara alınacaktır.



Şekil 3.2 Kauçuk esaslı bir otomotiv parçasının proses akış şeması

3.7.2. Ürün Ağacı

- EPDM kauçuk profil



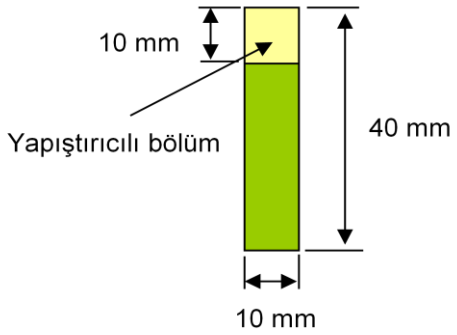
Şekil 3.3 EPDM kauçuk profil

- Çift katlı yapıştırıcı bant



Şekil 3.4 Çift katlı yapıştırıcı bant

- Uç bantı



Şekil 3.5 Uç bantı

- Primer
- Slikon

3.7.3. İlk Numune Onay Süreci Ana Hatları

Operasyonun ana hatları olan ekstrüzyon, zımbalama, silikon çekme ile çift katlı yapıştırıcı bant ve uç bantının uygulaması aşamalarının her biri için aşağıdaki hususlar raporlanmalıdır:

- Deneme üretimi raporu
- Deneme üretimi kontrol listesi
- Tedarikçi seri üretim denemesi hazırlığı kontrol listesi
- Çevrim süresi ve birim saat başına hedef üretim miktarı hesabı
- Üretim performans analizi
- Deneme üretimi analizi
- Seri üretim denemesi sonuç sayfası
- Problem takip çizelgesi

3.7.3.1. Deneme Üretim Raporu

İlgili raporda ilk olarak deneme üretiminin tüm prosesler için gerektirdiği makina, takım ve ekipmanları tam olarak kullanıp kullanılmadığının teyidi istenmektedir. Eğer eksik ekipman söz konusu ise, bunun nedeni ve mevcut olma zamanı hakkında bilgi verilmesi talep

edilmektedir. Ardından bu raporda söz konusu deneme üretiminin tam olarak üretim prosesine tabi olup, olmadığı sorgulanacaktır. Eğer deneme üretimi önceden planlanmış olan üretim prosesinden tam olarak geçirilemedi ise, bu durumun nedenleri ve üretimin tam olarak prosesten ne zaman geçebileceği hakkında ek bilgiler talep edilecektir. Bu raporun son aşamasında ise, seri imalat başlangıç planını desteklemek üzere üretim hatlarında yeter seviyede insan kaynağının mevcudiyeti, seri imalat hedef üretim miktarlarını üstlenebilecek çalışan sayısı (deneme üretimindeki çalışan sayısı ile seri imalat şamasındaki istihdam planı ayrı ayrı belirtilecektir), bu sayıda çalışanın üretim hattı başında gereken eğitimleri alıp almadığı ve bu kişilerin deneme üretiminde de fiilen kullanılıp, kullanılmadığı hakkında teyitler talep edilmektedir.

Özetle bu raporda sırası ile makina, proses ve insan faktörleri ele alınmaktadır.

3.7.3.2. Deneme Üretimi Kontrol Listesi

Bu liste ile birlikte ilk deneme üretiminde aşağıda belirtilen faktörlerin yeterliliği sorgulanacaktır:

- Kullanılacak ekipmanların yerleşimi nihai yerleşkelerinde konumlanmalıdır.
- Tüm makina proses parametreleri tanımlanmalıdır.
- Üretim operasyon sırası takip edilmelidir.
- Makina çevrim süresi seri üretim oranına uygun olmalıdır.
- Üretimi yapacak olan tüm insan kaynağı gereken yeterliliğe sahip olmalıdır.
- Takım liderleri ve üretim amirleri tam olarak eğitimden geçmiş olmalıdır.
- Makinalar için standart operasyon föyleri hazırlanmış olmalıdır.
- Makina yeterlilik çalışmaları sonucuna göre Cpk>1,33 olmalıdır.
- Deneme üretiminde seri imalat fikstürleri kullanılmalıdır.
- Operasyon talimatları ve kalite standartlarının tümü tanımlanmış olmalıdır.
- Parça üretiminde referanslamaların tümü tanımlanmış olmalıdır.
- Kontrol fikstürleri hazır bulundurulmalıdır.

İkinci deneme üretiminde ise birinci üretimden farklılık arz edecek ve yeterliliği sorgulanacak olan faktörler aşağıda belirtilmektedir:

- Malzeme ikmal ve parça besleme sistemlerinin tümü hazır durumda olmalıdır.
- Üretim kalite kontrol sistemi tam manası ile geliştirilmiş ve devreye alınmış olmalıdır.
- Ret parça hareket güzergahları tam olarak tanımlanmış olmalıdır.
- Kullanılacak fikstürlerin nihai ince ayarları tamamlanmış olmalıdır.

- Hata önleyici sistemlerin tümü prosese dahil edilmiş olmalıdır.
- Üretim gözetim sistemleri yerlerinde ve operasyona dahil edilmiş olmalıdır.
- Şahit numuneler temin edilmelidir.
- Bakım planı tamamlanmış ve devreye alınmış olmalıdır.

3.7.3.3. Tedarikçi Seri Üretim Denemesi Hazırlığı Kontrol Listesi

Tedarikçi seri üretim denemesi hazırlığı kontrol listesi aşağıda belirtilen alt başlıklar ve bu alt başlıkların detaylarını içerecektir:

- İnsan
  - Üretim liderleri ve diğer çalışanların tümü yeter seviyede mevcut, eğitilmiş ve deneme hakkında bilgilendirilmiş olmalıdır.
  - Tüm operatörler standartlaştırılmış olan operasyon talimatlarına göre üretim ve gözetim faaliyetlerini sürdürmelidirler.
  - Tüm operatör ve takım liderleri ilk kontrolün nasıl yapılacağını biliyor olmalıdır.
  - Üretim hattı malzeme ikmal ve besleme sistemleri ve bu sistemlerin kullanıcısı çalışanlar hazır olmalıdır.
  - Deneme üretiminin gerçekleştiği üretim hattında kalitede sorumlu yetkililer hazır bulunmalıdırlar.
  - Bakım birimleri deneme hakkında bilgilendirilmeli ve gerektiğinde destek vermeye hazır olmalıdırlar.
  - Denemeyi destekleyecek olan prosesten sorumlu birimler hazır konumda olmalıdırlar.
  - Üretim performans analizi, çevrim süresi kaydından sorumlu olacak kişiler deneme esnasında hazır bulunmalı ve faaliyet hakkında bilgi sahibi olmalıdırlar.
  - Üretim alanında yukarıda anılan birimlerden sorumlu olan kişilerin dışında, başka gruplar ya da kişiler yer almamalıdır.
- Emniyet
  - Emniyet gereklilikleri açık, kolayca anlaşılır ve görülür olmalıdır.
  - İş istasyonunda ergonomik faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.
- Üretim performansı analiz panosu
  - Üretim performans analizlerinin sergilendiği bir pano hat kenarında temin edilmeli ve bu pano üzerinde yer alacak bilgilerin güncelliği sağlanmalıdır.
- Hammadde
  - Deneme için yeteri kadar hammadde olmalıdır.

  - Tüm ham ve yarı mamuller kontrol edilmeli ve onaydan geçirilmelidir.
  - Hammadde akışı açık ve kolayca herkes tarafından anlaşılır olmalıdır.
- İş istasyonu tasarımı ve konumu
  - Tüm makinalar ve takımlar öngörülen nihai konumlarında tesis edilmelidir.
  - Proses dahilinde hata önleyici sistemler tesis edilmeli ve doğru bir şekilde çalışıyor olmalıdır.
  - Kurulum/ayar faaliyetleri görsel olmalı ve operatör tarafından kolayca anlaşılır olmalıdır.
- Bakım
  - Toplam kestirimci bakım kontrol sayfaları mevcut olmalıdır.
  - 5S prosedürü mevcut ve çalışanlar tarafından uygulanıyor olmalıdır.
- Denemelerin zamanları
- Deneme üretimleri tarihleri ve süresi planlanmış olmalıdır.
- Hata önleyici sistemler
  - Hata vuku bulduğunda herkes tarafından kolayca anlaşılır tepki verme prosedürleri hazır olmalıdır (örneğin, durdurma-çağırma-bekleme v.b.)
- Operasyon talimatları
  - Standart operasyon sırası talimatları her bir operasyon için mevcut ve görülür olmalıdır.
  - Kalite kontrol standartları mevcut ve kolayca anlaşılır olmalıdır.
  - Hurda/tashih ikmal talimatları ve prosedürleri hazır ve kolayca anlaşılır olmalıdır.
  - Üretime başlama ve ilk parça kontrol prosedürü hazır olmalıdır.
- Ara stok
  - Ara stok mamullerin depolanacağı alanlar net bir şekilde tanımlanmış olmalıdır.
  - Bu ara stoğun maksimum ve minimum değerlerine dair standartlar tanımlanmış olmalıdır.
- Bitmiş ürün ambalajlama
  - Uygun miktarda bitmiş ürün mevcut olmalıdır.
  - Ambalaj kalitesi kontrol edilmeli ve onaya tabi tutulmalıdır.
  - Paketleme talimatları mevcut olmalı ve bu talimatların gereklilikleri yerine getirilmelidir.
  - Deneme üretimi başlamadan evvel paletler boş olmalıdır.
- Veri toplama

- Problem takip çizelgeleri hat kenarında hazır tutulmalıdır.
- Üretim veri toplama metotları hazır durumda tutulmalıdır.

- Kalite dökümanları
  - Parça denetim/gözetim ve üretim kalite kontrol standartları hazır olmalıdır.
  - Kontrol fikstürü işletim talimatları hazır olmalıdır.
- Üretim kontrol fikstürü
  - Üretim kontrol fikstürü mevcut ve ayrıca parça denetim/gözetim standardı ile teknik resmine göre uygun olmalıdır.
- Ret parçalar
  - Hurda parçalar için üretim alanında boş kırmızı sepetler temin edilmelidir.
  - Hurda, hatalı ve tashih görmüş parçalar açık ve kolayca anlaşılır bir şekilde birbirlerinden ayrılmalıdırlar.
- Deneme üretiminin tamamlanması sonrası
  - Tüm mamuller temizlenmeli ve etiketlenmelidir.

3.7.3.4. Çevrim Süresi ve Birim Saat Başına Hedef Üretim Miktarı Hesabı

Bu raporun ilk bölümünde temel veriler yer almaktadır. Temel veriler aşağıdaki alt detayları içermektedir:

- Saat cinsinden brüt haftalık üretim süresi (A)
- Saat cinsinden net haftalık üretim süresi (B)
- Aynı üretim hattından faydalanacak diğer müşterilerin siparişleri için sarf edilecek saat cinsinden net haftalık üretim süresi(C)
- Saat cinsinden örnek otomotiv parçasını satın alacak müşteri için ayrılacak toplam üretim zamanı (D)
- Saat cinsinden ilgili örnek parçaya özel sarf edilecek olan üretim süresi (E)
- Saat cinsinden bu parçaya özel izin verilecek olan üretim süresi (F)
- Saat cinsinden bir proseste haftalık ortalama kurulum/ayar süresi (G)
- İlgili örnek parçanın üretileceği makina ya da prosesin sayısı (H)
- % cinsinden hurda oranı (I)
- % cinsinden proses verimlilik oranı (J)
- % cinsinden makina arıza/duruş oranı (K)
- Adet cinsinden haftalık üretim ihtiyacı (L)

A, C, D, E, I, J ve K tedarikçi, L müşteri tarafından belirlenir.

$$B= (A-G)xH \quad (3.16)$$

$$F= (B-C)xE/D \quad (3.17)$$

L= Müşteri tarafından belirlenir.

Raporun ikinci aşamasında yukarıda tayin edilmiş olan veriler ışığında saniye cinsinden bir parça üretmek için sarf edilecek süre (M) hesaplanacaktır. Şöyle ki:

$$M=Fx60x60/L \quad (3.18)$$

Raporun üçüncü aşamasında hedef çevrim süresi (N) hesaplanacaktır. Hedef çevrim süresi % 10 verimlilik ilave edilmiş şekilde (N^{I}) ayrıca hesaplanır. Bu hesaba geçmeden evvel fiili üretim ihtiyacı (O) ve bu parça için izin verilen net üretim süresi (P) tayin edilir. Şöyle ki:

$$O= LxI \quad (3.19)$$

$$P=Fx60x60xJ \quad (3.20)$$

$$N=P/O \quad (3.21)$$

$$N^{I}=P/(Ox1,1) \quad (3.22)$$

Raporun dördünce ve son aşamasında ise, hedeflenen saatlik parça üretim miktarı (R) hesaplanacaktır. Hedeflenen saatlik parça üretim miktarı, hedef çevrim süresinin %10 ilave edilmiş haline göre ayrıca hesaplanacaktır. Bu bilgiler ışığı altında hedeflenen saatli parça üretim miktarı aşağıdaki eşitliklerden faydalanılarak hesaplanabilir:

$$R= 3.600/N \quad (3.23)$$

$$R^{I}= 3.600/ N^{I} \quad (3.24)$$

3.7.3.5. Üretim Performans Analizi

Üretim performans analiz sayfasında, deneme süresince belirli zaman dilimleri içinde gerçekleşen üretimde hedeflenen ve gerçekleşen üretim miktarları, açığa çıkan ret parça sayısı ve buna karşılık onay görmüş bitmiş ürün miktarı ile makina duruşlarından kaynaklı kayıp sürelerine dair bilgiler yer alır. Raporun en altında üretim süresi, hedeflenen ve gerçekleşen üretim miktarları, ret sayısı, ret sayısının gerçekleşen üretim üretim miktarına oranlanması ile bulunan yüzde cinsinden ret oranı, duruş süresi, duruş süresinin üretim süresine oranlanması ile bulunan yüzde cinsinden kayıp zaman oranının kümülatif değerleri yer almalıdır.

3.7.3.6. Deneme Üretimi Analizi

Deneme üretimi analiz raporunda deneme üretimi, kalite ve kapasiteye ait detaylar

verilmelidir. Bu detaylar aşağıdaki şekilde tanımlanmalıdır:

- Deneme üretimi
  - Dakika cinsinden üretim süresi
  - Bu süre zarfında üretilen parça sayısı
  - Bu üretimden hurdaya ayrılan parça sayısı
  - Bu üretimde açığa çıkan tüm kayıp zamanların toplamı
  - Hedeflenen saatlik parça üretim miktarı
  - Hedeflenen saatlik parça üretim miktarına %10 verimlilik katılmış hali
  - Gerçekleşen saatlik parça üretim miktarı
- Kalite
  - Yüzde cinsinden hedeflenen hurda oranı
  - Yüzde cinsinden gerçekleşen hurda oranı
- Kapasite
  - Çevrim süresi (saniye cinsinden hedeflenen ve gerçekleşen olarak ayrıca belirlenecektir)
  - Ekipman duruşlarından kaynaklı kayıp zaman oranı (yüzde cinsinden hedeflenen ve gerçekleşen olarak ayrıca belirlenecektir)
  - Kurulum/ayar süresi (dakika cinsinden hedeflenen ve gerçekleşen olarak ayrıca belirlenecektir)

Yukarıda anılan her bir süreç için elde edilen bulgular eşliğinde bir yargıya varılarak, ilgili sürece dair onay ya da ret kararı verilecektir. Bu kararın verilmesinde aşağıdaki standartlarından faydalanılmalıdır:

Deneme üretiminde gerçekleşen saatlik üretim miktarı, kalite sürecinde gerçekleşen hurda oranı, kapasite sürecinde çevrim süresi, kayıp zaman oranı ve kurulum/ayar süresinin gerçekleşen değerleri tayin edilen nominal değerlerin,

- Altında ise, karar ret olmalı (“X” ile sembolize edilir ve kırımızı ile renklendirilir)
- Nominal değer ile %10 üstü aralığında ise, şartlı kabul verilecek ve iyileştirme planı talep edilecektir (“Δ” ile sembolize edilir ve sarı ile renklendirilir. Bu madde sadece saatlik üretim miktarı için geçerli olacaktır)
- Üstünde ise, karar kabul olmalı (“O” ile sembolize edilir ve yeşil ile renklendirilir)

Bu veriler ışığı altında genel üretim durumu için verilecek karar aşağıdaki standartlar ışığı altında verilmelidir:

- Tüm süreçler kabul (O) alırsa, genel üretim durumu için verilecek karar da kabul olmalıdır (“O” ile sembolize edilir ve yeşil ile renklendirilir)
- Süreçlerin çoğunluğu kabul (O), diğerleri şartlı kabul almış ve iyileştirme planı talep ediliyor (Δ) ve hiç ret (X) yoksa, genel üretim durumu için verilecek karar da şartlı kabul üstü olmalıdır (“Δ+” ile sembolize edilir ve yeşil ile renklendirilir)
- Süreçlerin çoğunluğu şartlı kabul almış (Δ) ve iyileştirme planı talep ediliyor veya sadece bir ret (X) varsa (saatlik parça üretim miktarı ve hurda oranı bu koşul için hariç tutulmalıdır), genel üretim durumu için verilecek karar da şartlı kabul olmalıdır (“Δ” ile sembolize edilir ve ve sarı ile renklendirilir)
- Süreçlerde birden fazla ret (X) varsa (saatlik parça üretim miktarı ve hurda oranı bu koşul için hariç tutulmalıdır), genel üretim durumu için verilecek karar da şartlı kabul altı olmalıdır (“Δ-” ile sembolize edilir ve sarı ile renklendirilir. Ayrıca acil iyileştirme planı talep edilecektir)
- Saatlik üretim miktarı ya da hurda oranında ya da tüm süreçlerin çoğunluğunda ret (X) varsa, genel üretim durumu için verilecek karar da ret olmalıdır (“X” ile sembolize edilir ve kırmızı ile renklendirilir)

Eğer deneme sonuçları hedeflenen seviyeye ulaşılamadığına işaret ediyorsa, problemlere dair pareto analizi ve problem takip çizelgelerinde karşı önlem eylem planı geliştirilmelidir.

3.7.3.7. Seri Üretim Denemesi Sonuç Sayfası

Bu raporda tayin edilen saatlik üretim miktarı ve hurda oranlarının hedefleri ile deneme sırasında elde edilen gerçekleşen değerleri grafik veriler halinde dökümante edilecektir.

3.7.3.8. Problem Takip Çizelgesi

Problem takip çizelgesinde tasarıma dayalı ya da üretim prosesinden kaynaklı açığa çıkan güçlük ya da mamulün üretilebilirliğine dair engeller raporlanacaktır. Raporlama sırasında problemin hem yazılı, hem de taslak olarak şekille ifadesi ve tariflenmesi talep edilmektedir. Ardından ilgili soruna neden olan unsurların belirlenmesi ve yazılması gerekmektedir. Bir sonraki adımda problemin çözümüne dair alınacak karşı önlemin içeriği, bu önlemi devreye almaktan sorumlu kişilerin atanması ve çözüme ulaşmak için hedeflenen tarih bilgilerinin detaylandırılması istenir. Son adım olarak önlemin alınmasını müteakip, sonuç hakkında bilgi talep edilir. Problemin çözümü aşamasında dört ana durum söz konusudur. Bu durumlar sırası ile aşağıdaki gibidir:

- Problem tanımlandı

- Karşı önlem önerildi
- Karşı önlem üzerinde antant kalındı
- Problem çözüldü

3.7.4. Parça Gözetim/Denetim Standardı

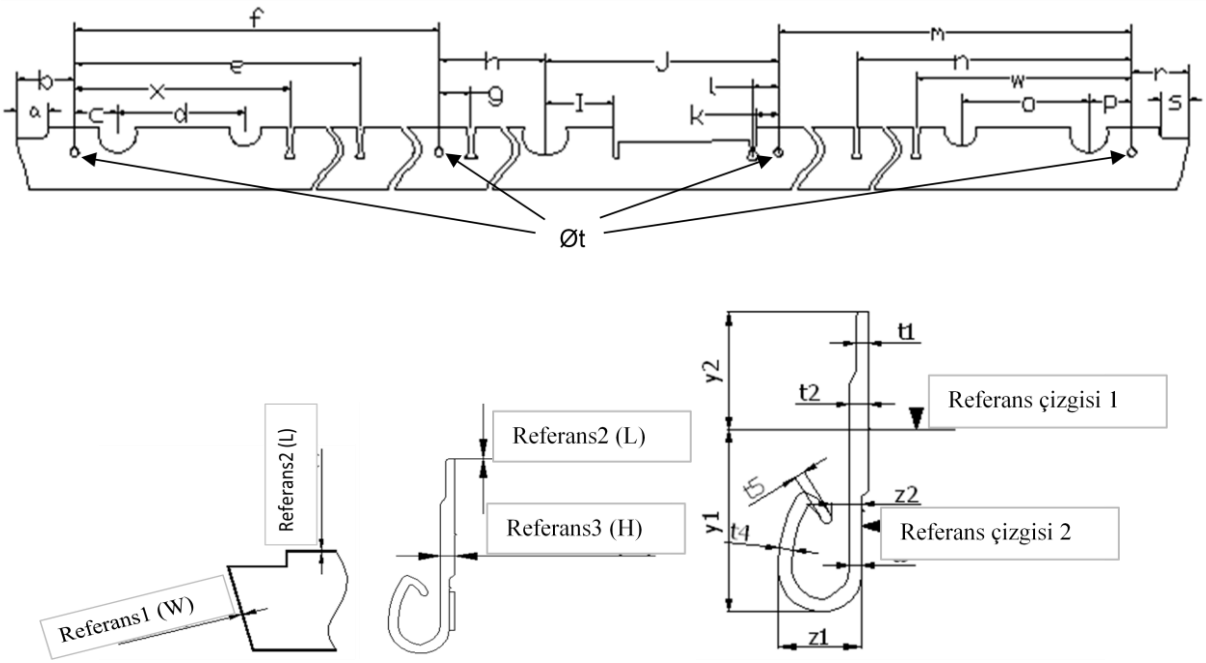
Parça gözetim/denetim standardı sırası ile aşağıdaki kademelerden ibaret olacaktır:

- Taslak çizimin hazırlanması, referans yüzey ve ölçülerin nasıl alınacağı
- Referans yüzey detayları
- Ölçü detayları
- Görünüm
- Performans
- Ağırlık

Her bir standart denetlenecek özellik, denetim/kontrol enstrümanı, denetim/kontrol kriteri, özelliğin önem derecesi, numune alma planı (genel anlamda pilot üretim, mühendislik ve proses değişiklikleri için seri imalat öncesi lot başına 3 adet, seri üretimin başlaması sonrası lot başına 2 adet olacak şekilde tayin edilmiştir) hususlarını içerir.

3.7.4.1. Taslak Çizimin Hazırlanması, Referans Yüzey ve Ölçülerin Nasıl Alınacağı

Örnek alınan otomotiv parçası baz alınarak taslak çizim ve üzerinden referans yüzey ve kritik ölçü tanımlamaları Şekil 3.6' de gösterildiği gibi gerçekleştirilir:



Şekil 3.6 Taslak çizim ile referans ve kritik ölçü detayları

3.7.4.2. Referans Yüzey Detayları

Parça kontrol fikstürüne konduğunda yukarıdaki şekilde tanımlanmış olan üç adet referans yüzeyinin fikstür üzerinde sıfırlanmış olması gerekmektedir. Bu bilgiler ışığında referanslama için hazırlanacak parça gözetim/denetim standardında denetlenecek özellik referans yüzeyler, denetim enstrümanı kontrol fikstürü, denetim kriteri (değeri) sıfır olacaktır.

3.7.4.3. Ölçü Detayları

Yukarıdaki şekilde gösterildiği üzere harfler ile tanımlanmış olan her bir ölçü ve bu ölçülere ait verilmiş olan töleranslar parça teknik resminden ya da genel töleranslar standartlarından temin edilerek parça gözetim/denetim raporuna işlenmelidir. Örnek parça üzerinden gidilecek olursa, parça denetim/gözetim standardının ölçüsel detaylar için hazırlanması sırasında denetlenecek özellik çeşitli kritik ölçüler, eksen mesafeleri, çap, delik pozisyonu, kalınlık, genişlik ve yükseklik maddeleri olacaktır. Denetim enstrümanı olarak çelik cetvel, çap pergeli ve profil projektör ölçme cihazlarından faydalanılacak olup, denteim kriterleri daha önceden de değinildiği üzere parça teknik resminden temin edilmelidir.

3.7.4.4. Görünüm

Görünüm için hazırlanacak olan parça denetim/gözetim standardında denetlenecek özellikler ürün üzerinde yırtık, deformasyon ya da diğer herhangi bir görsel hata, delikler, çift taraflı yapışkan bant, uç kapatıcı bant ve silikon olacaktır. Gözetim/denetim enstrümanı hepsi için insan gözü ve elidir. Kriter olarak yırtık ya da deformasyona izin verilmeyecek, deliklerin hepsi de açılmış olacak ve çevrelerinde çapak olmayacak, çift taraflı yapışkan bant, uç kapatıcı bant ve silikonun konumu ve uygulaması uygun olacaktır. Numune alma ve denetim oranı %100 olarak tayin edilmiştir.

3.7.4.5. Performans

Performans parça denetim/gözetim standardında malzeme ve yük testleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Malzeme testi hammadde menşei ve içeriği sertifikası, malzeme analiz ve kontrol raporlarını içerir. Yük testi ise tensometre ile teknik resimde tanımlanmış olan yük değerleri altındaki uzama kriterine uygunluğu gerektirir.

3.7.4.6. Ağırlık

Ağırlık parça denetim/gözetim standardında denetlenecek bir diğer özelliktir. Kullanılacak enstrüman olarak hassas terazi, denetim kriteri olarak da yine teknik resimden alınmış olan veriler kullanılmalıdır.

3.7.4.7. Üretim Kalite Planlaması

Üretim kalite planlaması ilk numune onayında hazır bulundurulması gereken en önemli raporlardan bir tanesidir. Rapor ana hatları ile proses akışı, proses açıklaması, kontrol özellikleri, kontrol ve kayıt sistematikleri hakkında bilgiler vermektedir.

3.7.4.8. Proje Aşamasında Karşılaşılan Problemler

İlk numune üretiminde karşılaşılan problemler ve bu problemlerin çözümüne yönelik raporlama yapılmalıdır.

3.8. İleri Ürün Kalite Planlaması Ve Kontrol Planı

3.8.1. Ürün Kalite Planlamasının Esasları

Ürün kalite planlaması bir ürünün müşteri beklentilerini karşılaması amacı ile atılması gereken tanımlanması ve devreye alınmasını sağlayan bir metottur. Ürün kalite planlamasının faydaları aşağıdaki gibidir:

- Müşteri memnuniyeti için kaynakların yönlendirilmesi
- Gerekli değişikliklerin önceden belirlenmesi
- Geç değişikliklerden kaçınılması
- Kaliteli bir ürünün zamanında ve en düşük maliyette sağlanması

Ürün kalite planlamasının başlangıcında çapraz fonksiyonlu bir ekibe sorumluluklar verilmesi gerekmektedir. Bu ekip mühendislik, üretim, kalite kontrol, satınalma, satış ve satış sonrası hizmetler bölümleri temsilcilerinden oluşur. Ürün kalite planlaması öncesi müşteri beklentileri doğru bir şekilde tanımlanmış olmalıdır (Ford, A.P.Q.P., 1995).

Kontrol planları, parça ve proses kontrol sistemlerinin tarif edildiği dökümanlardır. Farklı kontrol planları üç ayrı aşamayı kapsar:

- Prototip: Prototip hazırlanması sırasına yapılması gereken boyutsal ölçümlerin, malzeme ve performans testlerinin belirlenmesi
- Ön seri üretim: Prototip hazırlanmasından sonra ve seri üretimden önce yapılması gereken boyutsal ölçümlemelerin, malzeme ve performans testlerinin belirlenmesi
- Seri üretim: Seri üretim sırasında gerçekleşen ürün/proses özelliklerinin, proses kontrollerinin, deneylerin ve ölçüm sistemlerinin ayrıntılı dökümantasyonu

3.8.2. Ürün Kalite Planlamasının Zamanı

Ürün kalite planlamasında yer alan faaliyetlerin yürütülmesi için gereken iş zamanlamaları yapılmalıdır. Zamanlama yapılırken ürün tipi, karmaşıklığı ve müşteri beklentileri göz önüne

alınmalıdır. Zamanlamanın organize edilmesinde tüm faaliyetler, sorumlular ve her bir faaliyetin planlanan başlangıç ve bitiş zamanları ile diğer tüm unsurlar yer almalıdır. Ürün kalite planlaması zaman grafiği ile planlama ekibinden çalışmalarını hata önlemeye odaklanmaları beklenmektedir. Hataların önlenmesi ise, ürün, üretim ve mühendislik faaliyetlerinin bir arada ve aynı anda yürütüldüğü eşzamanlı mühendislik çalışmaları ile sağlanabilir.

3.8.3. Projenin Tanımlanması ve Planlanması

Bu aşamada müşteri beklentileri tanımlanarak, geliştirilecek ürünü gerçekleştirme planlaması bu beklentileri karşılayacak şekilde organize edilir.

Bu kapsamda yer alan girdiler müşteri beklentileri (pazar araştırması, geçmiş garanti ve kalite raporları), iş planları/pazarlama stratejileri, ürün/proses kıyaslama verileri, ürün/proses varsayımları, ürün güvenilirlik çalışmalarıdır.

Bu kapsamda yer alan çıktılar ise, tasarım ve güvenilirlik/kalite hedefleri, ilk ürün ağaçları, ilk proses akış şemaları, özel ürün ve proses karakteristiklerinin ilk listeleri, ürün güvence planı ve yönetim desteğidir.

3.8.4. Ürün Tasarımı ve Geliştirilmesi

Bu bölümde planlama sürecinin neredeyse son şekline yaklaşan tasarım özellikleri ele alınır. Bu aşamada ürünün beklentileri karşılayacağını doğrulayacak prototip yapımı da söz konusu olacaktır. Uygulanabilir bir tasarım, üretim adetlerini karşılayabilmeli, mühendislik gereksinimleri, kalite, güvenilirlik, fiziksel özellikler, birim maliyet ve yatırım amaçlarında tutarlılık sergilemelidir. Bu aşamada ürün kalite planlama prosesi mühendislik gereksinimleri ve diğer ilgili teknik bilgileri detaylı bir şekilde gözden geçirmek üzere tasarlanmıştır. Prosesin bu safhasında üretim sırasında ortaya çıkabilecek olası problemleri değerlendirmek üzere bir ön fizibilite analizi yapılır.

Bu bölümün girdileri “projenin tanımlanması ve planlaması” sürecinin çıktılarıdır.

Tasarımdan sorumlu birimlerin çıktıları, tasarım hata türleri ve etkileri analizi (DFMEA), üretilebilirlik ve montaj için tasarım, tasarımın doğrulanması ve gözden geçirilmesi, prototip yapımı/kontrol planı, teknik resimler ve şartnameler, malzeme tayini ve değişiklikleri içermektedir.

İleri ürün kalite planlama ekibinin çıktıları ise, yeni ekipman gereksinimleri, özel ürün ve proses karakteristikleri, prototip kontrol planı, ölçüm/test cihazı gereksinimleri ve ekibin ürün yapabilirlik kabulü ile yönetimin desteğidir.

3.8.5. Üretilebilirlik ve Montaj İçin Tasarım

Üretilebilirlik ve montaj için tasarım, tasarım fonksiyonları, üretilebilirlik ve montaj kolaylığı arasındaki ilişkileri optimize etmek için tasarlanmış bir eş zamanlı mühendislik prosesidir. Asgari olarak aşağıda sıralanan kalemler ürün kalite planlama ekibi tarafından göz önünde bulundurulmalıdır:

- Tasarım, kavram, fonksiyon ve üretim değişimlerini karşılayabilme
- Üretim ve/veya montaj prosesi
- Boyut töleransları
- Performans şartları
- Parça sayısı
- Proses ayarlamaları
- Malzeme hareketleri

3.8.6. Tasarımın Doğrulanması

Tasarımın doğrulanması ürün tasarımının müşteri beklentilerini karşılayıp karşılamadığının teyididir.

3.8.7. Tasarımın Gözden Geçirilmesi

Tasarımın gözden geçirilmesi tedarikçinin tasarım mühendisliği faaliyeti rehberliğinde düzenli planlanan toplantılarda gerçekleştirilir. Tasarımın gözden geçirilmesi yanlış anlamalar ve sorunları önlemek için etkin bir yöntemdir. Ayrıca projenin ilerlemesi için bir gösterge ve raporlama mekanizmasıdır.

Tasarımın gözden geçirilmesi, teknik denetlemelerden çok doğrulama faaliyetleri serisidir. Tasarımın gözden geçirilmesi asgari olarak aşağıdaki değerlendirmeleri içermelidir:

- Tasarım/fonksiyonel gereksinimleri göz önüne alınması
- Resmi güvenilirlik hedefleri
- Parça/alt sistem/sistem çalışma çevrimleri
- Simülasyon ve karşılaştırmalı test sonuçları
- DFMEA çalışmaları
- Üretilebilirlik ve montaj için tasarım çalışmalarının gözden geçirilmesi
- Test hataları
- Tasarım doğrulama faaliyetlerinin ilerlemeleri

Tasarımın gözden geçirilmesinin asıl amaçlarından biri de tasarım doğrulama faaliyetlerinin ilerlemesinin takip edilmesidir. Plan ve raporlar aşağıdakileri sağlamak için resmi bir

yöntemle yapılmalıdır:

- Tasarımın doğrulanması
- Kapsamlı bir test planının ve raporlarının uygulanması sayesinde, parçaların ürün ve proses geçerliliği

3.8.8. Prototip Yapımı-Kontrol Planı

Prototip kontrol planları prototip yapımı esnasında ortaya çıkacak boyutsal ölçümlerin ve malzeme ve fonksiyonel testlerin tanımlanmasıdır. Ürün kalite planlama ekibi prototip kontrol planının hazırlanmış olduğundan emin olmalıdır.

Prototip parçaların imalatı, ürünün müşteri beklentilerini ne düzeyde karşılayacağının tespiti için önemli bir fırsattır. Ürün kalite planlama ekibinin sorumluluğu olan prototipler aşağıdaki maddeler açısından gözden geçirilmelidir:

- Ürün veya hizmetin istendiği gibi şartname ve rapor verilerine uygunluğunun temin edilmesi
- Özel ürün veya proses karakteristiklerine ayrı bir önem verildiğinin garanti altına alınması
- Ön proses parametreleri ve ambalajlama gereksinimleri tespiti için verilerin toplanması
- Her tür sorun, sapma ve maliyet etkilerinin müşteriye bildirilmesi

3.8.9. Teknik Çizimler

Tasarımın müşteriye ait olması, planlama ekibinin çizimleri aşağıdaki yöntemde inceleme sorumluluğunu engellememektedir. Teknik çizimler, kontrol planında belirtilmesi gereken özel karakteristikler (yönetmelikler ve emniyet) içerebilir. Eğer müşteri teknik çizimleri yoksa, kontrol çizimleri planlama ekibi tarafından hangi karakteristiklerin montaj, fonksiyon, dayanıklılık ve emniyet yönetmelikleri gerekliliklerini etkilediğini tespit etmek için gözden geçirilmelidir.

Çizimler, ayrı parçaların boyutsal yerleşimi için yeterli bilgi olup, olmadığını tespit etmek için gözden geçirilmelidir. Kontrol veya veri düzlemleri/merkezleri, devam eden kontroller için uygun işlevde gösterge ve ekipmanın tasarlanabilmesi amacı ile açıkça tanımlanmalıdır. Boyutsal sanayi imalat ve ölçme standartları ile uyumluluğu ve fizibiliteyi temin etmek için değerlendirilmelidir. Eğer uygunsa, ekip, matematiksel verilerin müşterinin etkin iki yönlü iletişim sistemiyle uyumlu olduğunu temin etmelidir.

3.8.10. Teknik Şartnameler

Kontrol şartnamelerinin detaylı gözden geçirilmesi ve anlaşılması ürün kalite planlama

ekibine söz konusu parça veya montajın fonksiyon, sağlamlık ve görünüm gereklerini teşhis etmekte yardımcı olacaktır. Bu parametrelerin örnek büyüklüğü, sıklık ve kabul kriteri genellikle teknik şartnamenin proses testi bölümünde tanımlanmaktadır. Aksi takdirde örnek büyüklüğü ve sıklık tedarikçi tarafından tanımlanır ve kontrol planında sıralanır. Her iki halde de tedarikçi hangi karakteristiklerin fonksiyon, sağlamlık ve görünüm gereklerini yerine getiren sonuçları etkilediğini ya da kontrol ettiğini saptamalıdır.

3.8.11. Malzeme Şartnameleri

Çizim ve performans şartnamelerine ek olarak malzeme şartnameleri de fiziksel özellikler, performans, çevre, işleme ve depolama gerekleri ile ilgili özel karakteristikler için gözden geçirilmelidir. Bu karakteristikler kontrol planında bulunmalıdır.

3.8.12. Çizim ve Şartname Değişiklikleri

Ekip, çizim ve şartname değişikliklerinin gerekli olduğu yerde, değişikliklerden tüm ilgili yerlerin zamanında haberdar edilmesini ve gerektiği şekilde belgelendirilmesini temin etmelidir.

3.8.13. Yeni Ekipman, Araç ve Tesis Gereksinimleri

DFMEA, ürün güvence planı ve tasarımın gözden geçirilmesi yeni ekipman ve tesis gereksinimleri saptayabilir. Ürün kalite planlama ekibi bu gereksinimleri zamanlama grafiğine maddeler halinde ekleyerek belirtmelidir. Ekip, yeni ekipman ve üretim araçlarının yeterli olmasını ve zamanında teslim edilmesi temin etmelidir. Tesis gelişimi, planlanan üretim denemesini aşmak üzere tamamlamayı garantilemek için izlenmelidir.

3.8.14. Ürün ve Proses Karakteristikleri

Özel ürün ve proses ön karakteristiklerinin tayinini müteakip, ürün kalite planlama ekibi, teknik bilginin değerlendirilmesi yoluyla tasarım özelliklerinin incelenmesi ve geliştirilmesi sırasında bu sıralama üzerine yapılanmalı ve karar birliğine varmalıdır. Karar birliği uygun kontrol planı üzerinde belgelendirilmelidir.

3.8.15. Ölçüm Cihazları/Test Ekipmanı Gereksinimleri

Ölçüm cihazları/test ekipmanı gereksinimleri de bu aşamada tanımlanabilir. Ürün kalite planlama ekibi bu gereksinimleri zamanlama grafiğine eklemelidir. Daha sonra arz edilen zamanlamaların gerçekleşip, gerçekleşmediğini temin etmek için ilerleme göz önünde tutulmalıdır.

3.8.16. Ekibin Ürün Yapabilirlik Kabulü ve Yönetim Desteği

Ürün kalite planlama ekibi bu aşamada önerilen tasarımın yapabilirliğini değerlendirmelidir. Tasarımın müşteri tarafından yapılması tedarikçinin tasarım yapabilirliğini değerlendirme yükümlülüğünü engellememektedir. Ekip önerilen tasarımın imal edilmesi, montaj edilmesi, test edilmesi, ambalajlanması ve yeterli miktarda ve kabul edilebilir bir maliyetle, zamanında müşteriye teslim edilebilmesinden tatmin olmalıdır. Önerilen tasarımın uygulanabilir olduğuna dair ekip kararı tüm netlik gerektiren açık noktalar ile birlikte belgelendirilmeli ve desteğinin tam alınması için yönetime sunulmalıdır.

3.8.17. Proses Tasarımı ve Geliştirme

Ürünün hedeflenen kalite beklentilerini karşılaması için bir imalat sistemi geliştirilmeli ve ilgili kontrol planlarının belirgin özellikleri tayin edilmelidir. Ürün kalite planlama prosesinin bu adımında tamamlanması gereken işle ilk iki bölümün içerdiği aşamaların başarıyla tamamlanmasına bağlıdır. Sonraki adım verimli bir imalat sisteminin kapsamlı geliştirilmesini temin etmek için tasarlanmıştır. İmalat sistemi müşteri gereksinimlerini, ihtiyaçlarını ve beklentilerini karşılamayı garanti etmelidir.

Bu bölümün girdileri “ürün tasarımı ve geliştirmesi” sürecinin çıktılarıdır.

Çıktılar ambalajlama standartları, ürün/proses kalite sisteminin gözden geçirilmesi, proses akış şeması, atölye planının düzenlenmesi, özellikler matrisi, proses hata türleri ve etkileri analizi (PFMEA), seri üretim öncesi kontrol planı, operasyon talimatları, ölçme sistemleri analiz planı, proses ön yeterlilik çalışması planı, ambalajlama talimatları ve yönetim desteğinden ibarettir.

3.8.17.1. Ambalajlama Standartları

Müşteri ürünü için, genellikle herhangi bir ambalajlama şartnamesinin içerdiği ambalajlama standartlarına sahiptir. Hiçbir şey sağlanmamışsa, ambalajlama tasarımı kullanma bakımından ürün bütünlüğünü temin etmelidir.

3.8.17.2. Ürün/Proses Kalite Sisteminin Gözden Geçirilmesi

Ürün kalite planlama ekibi imalat yerinin kalite sistem kitapçığını gözden geçirmelidir. Ürünü üretmek için gereken herhangi ek kontroller ve yöntemsel değişiklikler kalite sistem kitapçığında güncellenmeli ve ayrıca imalat kontrol planına dahil edilmelidir. Bu, ürün kalite planlama ekibinin müşteri girdilerine, ekip uzmanlığına ve önceki tecrübelere dayanan mevcut kalite sistemini geliştirmesi için bir fırsattır.

3.8.17.3. Proses Akış Şeması

Proses akış şeması yürürlükte olan veya önerilen proses akışının şematik bir sunumudur.

İmalat veya montaj prosesinin başından sonuna kadar makina, malzeme, metot ve işgücü değişimlerinin kaynaklarını analiz etmek için kullanılır. Proseste olan değişimlerin kaynaklarının etkilerini vurgulamakta da kullanılmaktadır. Akış şeması prosesteki tek tek adımlardan ziyade toplam prosesin analizine yardımcı olur. Akış şeması ürün kalite planlama ekibinin PFMEA' yı analizine yardımcı olur. Akış şeması ürün kalite planlama ekibinin PFMEA' yı yönetirken ve kontrol planını tasarlarken proses üzerinde odaklanmasına yardımcı olur.

3.8.17.4. Atölye Planının Düzenlenmesi

Atölye planı gözetim noktalarının ulaşılabilirliği, kontrol grafiği yeri, görsel yardımların uygulanabilirliği, ara tamir istasyonları ve arızalı malzeme bulunduran depolama yerleri tanımlamak için geliştirilmeli ve gözden geçirilmelidir. Tüm malzeme akışı proses akış şemasına ve kontrol planına bağlanmalıdır.

3.8.17.5. Özellikler Matrisi

Bir özellikler matrisi, proses parametreleri ve imalat istasyonları arasındaki ilişkiyi göstermek için arzu edilen analitik bir yöntemdir.

3.8.17.6. Seri Üretim Öncesi Kontrol Planı

Seri üretim öncesi kontrol planı prototip üretiminden sonra ve seri üretimden önce gerçekleştirilecek boyutsal ölçümlerle malzeme ve fonksiyon testlerinin tanımlanmasıdır. Seri üretim öncesi kontrol planı üretim gerçekleşene kadar uygulanacak tüm ek ürün ve proses kontrollerini içermelidir. Seri üretim öncesi kontrol planının amacı ön üretim sırasında veya ön üretime bağlı olası uyumsuzlukların kapsanmasıdır. Bu konuya örnekler aşağıdaki gibidir:

- Kontrollerin daha sık yapılması
- Daha çok proses içi ve final kontrol noktalarının konulması
- İstatiksel değerlendirmeler
- Denetimlerin daha sık yapılması

3.8.17.7. Operasyon Talimatları

Ürün kalite planlama ekibi prosesteki operasyonlarda çalışmakta olan tüm personelin anlayabileceği detayda proses talimatlarını temin etmelidir. Bu talimatlar aşağıdaki kaynaklardan tedarik edilmelidir:

- FMEA çalışmaları
- Kontrol planları

- Teknik çizimler, performans şartnameleri, malzeme şartnameleri, görsel standartlar ve endüstri standartları
- Proses akış şeması
- Atölye planı
- Özellik matrisi
- Ambalaj standartları
- Proses parametreleri
- Üreticinin proses ve ürün üzerindeki uzmanlık ve bilgisi
- Malzeme hareketleri şartları
- Proses operatörleri

Standart iş prosedürleri için, operasyon talimatları asılmalıdır. Bu talimatlar makina çalışma hızı, besleme, çevrim süresi gibi ayar parametrelerini içermeli ve üretimden sorumlu kişilerin ulaşabileceği bir noktada konumlanmalıdır.

3.8.17.8. Ölçme Sistemlerini Analiz Planı

Ürün kalite planlama ekibi gerekli ölçme sistemleri analiz planının tamamlanmış olmasını sağlamalıdır. Bu plan en az, ölçüm aletlerinin doğrusallığını, kesinliğini, tekrarlanabilirliğini, testin tekrar edilebilirlik ve tekrarlanan ölçümlerinin korelasyonunu sağlamalıdır.

3.8.17.9. Proses Yeterlilik Çalışması Ön Planı

Ürün kalite planlama ekibi proses yeterlilik çalışması ön planının yapılmasını sağlamalıdır. Kontrol planında belirtilen özellikler proses yeterlilik ön çalışmasının temelini oluşturacaktır.

3.8.17.10. Ambalajlama Talimatları

Ürün kalite planlama ekibi ürüne özel ambalajların tasarlanmış ve geliştirilmiş olmasını sağlamalıdır. Uygun olan durumlarda müşteri ambalaj standartları veya markasız ambalaj şartları kullanılabilir. Bütün durumlarda ambalaj tasarımı öyle yapılmalıdır ki, ürün performansı ve özellikleri, ambalajlama, nakliye, ambalajın açılması sırasında değişiklik göstermemelidir. Ambalajlama robotlar da dahil olmak üzere tüm malzeme nakil araçları ile uyum içinde olmalıdır.

3.8.17.11. Yönetimin Desteği

Ürün kalite planlama ekibinin proses tasarım ve geliştirme sürecinin sonunda yönetimin desteğini pekiştirmek için hazırlanmış bir denetlemeyi planlamalıdır. Bu denetlemenin amacı programın gelişimi hakkında üst yönetimi bilgilendirmek ve yönetimin açık noktaları kararlılıkla desteklemesi için katılımını sağlamaktır.

3.8.18. Ürün ve Prosesin Geçerlilik Kazanması

Deneme üretimi esnasında ürün kalite planlama ekibi, kontrol planı, iş akış şeması ve ürünün müşteri ihtiyaçlarını karşılar olduğunu onaylamalıdır. Diğer noktalar imalat sırasında araştırılmak üzere açığa çıkarılmalıdır.

Bu bölümün girdileri "proses tasarımı ve geliştirmesi" sürecinin çıktılarıdır.

Çıktılar deneme üretimi, ölçme sistemlerinin değerlendirilmesi, proses ön yeterlilik çalışması, üretilen parçanın onayı, üretimin geçerli kılınma testleri, ambalajlamanın değerlendirilmesi, üretim kontrol planı ve kalite planlamasının sonu ve onayı ile yönetimin desteğinden ibarettir.

3.8.18.1. Deneme Üretimi

Deneme üretimi, üretimde kullanılacak aparatlar, kalıp, çevre koşulları, tesis ve çevrim süresi kullanılarak yürütülmelidir. İmalat prosesinin etkinliğinin onaylanması deneme üretimi ile başlar. Deneme üretiminde üretilecek minimum miktar müşteri tarafından belirlenir; fakat bu miktar ürün kalite planlama ekibi tarafından arttırılabilir. Deneme üretiminin çıktıları aşağıdaki hususlar için temel teşkil edecektir:

- Proses ön yeterlilik çalışması
- Ölçme sistemlerinin değerlendirilmesi
- Son fizibilite
- Prosesin gözden geçirilmesi
- Üretimi geçerli kılma testleri
- Üretilen parçaların onaylanması
- Ambalajlamaların değerlendirilmesi
- İlk yeterlilik
- Kalite planlamasının sonu ve onayı

3.8.18.2. Ölçme Sistemlerinin Değerlendirilmesi

Belirtilen ölçüm cihazları ve metotları, kontrol planında tanımlanan özelliklerin mühendislik şartnamelerine uygunluğunun kontrolünde ve deneme üretimi esnasında ölçüm sisteminin değerlendirilmesinde kullanılmalıdır.

3.8.18.3. Proses Ön Yeterlilik Çalışması

Proses yeterlilik ön çalışması kontrol planında tanımlanan özellikler için uygulanmalıdır. Bu çalışma esnasında prosesin üretime hazır olup, olmadığının tayin edilmesi sağlanır.

3.8.18.4. Üretilen Parçanın Onayı

Üretilen parçanın onaylanmasının temel amacı, üretim araçları ve prosesleri sonucunda ortaya çıkan ürünün mühendislik şartlarını karşıladığının teyit edilmesidir.

3.8.18.5. Üretimin Geçerli Kılınma Testleri

Üretimin geçerli kılınma testleri, üretim araçları ve prosesleri ile üretilen ürünün mühendislik standartlarını karşılayıp, karşılamadığını kontrol eden mühendislik testlerine göndermelerde bulunur.

3.8.18.6. Ambalajlamanın Değerlendirilmesi

Ürünün kötü çevre koşulları ve normal nakliye koşullarında oluşabilecek hasara karşı korunmalı olduğu tüm deney metotları ve uygulanabilir olduğu durumlarda test talimatları ile kontrol edilmelidir. Müşteri tarafından belirtilmiş ambalajlama standartları ürün kalite planlama ekibinin ambalajlama metodu ile ilgilenmesini engellememelidir.

3.8.18.7. Üretim Kontrol Planı

Üretim kontrol planı parçaların ve proseslerin kontrolü için uygulanacak sistemlerin yazılı tanımlarını içeren bir dökümandır. Üretim kontrol planı güncellenmesi gereken bir dökümandır ve üretimde kazanılan tecrübe ile eklenen veya çıkartılan kontrol planlarını yansıtacak şekilde değiştirilmelidir. Üretim kontrol planı üretim öncesi kontrol planının mantıksal bir uzantısıdır. Seri üretim sırasında üretici çıktıyı değerlendirip kontrol planını gözden geçirerek gerekli ve uygun değişiklikleri yapabilir.

3.8.18.8. Kalite Planlamasının Sonu ve Onayı, Yönetimin Desteği

Ürün kalite planlama ekibi tüm kontrol planlarının ve iş akış şamalarının uygulandığından emin olmalıdır. Ürün kalite planlama ekibinin değerlendirmelerini üretim yerinde gerçekleştirmesi ve resmi bir sonlanma işlemi yapması gerekmektedir. Aşağıdaki maddelerin ilk teslimata istinaden kontrol edilmesi gerekmektedir:

- Kontrol planları: kontrol planları hazır bulunmalı ve ilgili tüm operasyonlarda her zaman ulaşılabilir durumda olmalıdır.
- Operasyon talimatları: bu dökümanların kontrol planında belirtilen tüm özel karakteristikleri içerdiği ve tüm PFMEA tavsiyelerinin uygun adreslere dağıtıldığı teyit edilmelidir.
- Ölçme ve deney ekipmanları: kontrol planında istenen tüm özel ölçüm aletleri, fisktürler veya deney aletlerinin ölçüm tekrarlanabilirliği ve testin tekrar edilebilirlik özelliğine sahip olduğu teyit edilmelidir.

Yönetimin desteği kalite planlamasının bitirilmesi için gereklidir. Ekip tüm planlama şartlarının yerine getirildiği ve belgelendirildiğini gösterebilmeli ve yönetimin katılacağı bir denetlemeyi planlamalıdır. Bu denetimin amacı üst yönetimi programın gelişimi hakkında bilgilendirmek ve açık noktalara yardımcı olacak şekilde katılımlarını sağlamaktır.

3.8.19. Geri Bildirimin Değerlendirilmesi ve Düzeltici Faaliyetler

Kalite planlaması proses onayı ve devreye alınması ile sona ermemektedir. Çıktının bütün genel ve özel değişim nedenleri parça imalatı yapıldığı zaman değerlendirilebilir. Ürün kalite planlamasında gösterilen çabanın etkisinin değerlendirilmesi için de en uygun zaman bu aşamadır. Üretim kontrol planı bu aşamadaki ürünün veya servisin değerlendirilmesinde kullanılacak temel dökümandır. Değişken ve niteliksel verinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Müşterinin tüm özellikler için koymuş olduğu şartları karşılamak tüm üreticilerin uyması gereken bir noktadır. Özel karakteristikler müşteri tarafından belirtilen göstergelere uygunluk göstermelidir.

Bu bölümün girdileri "ürün ve prosesin geçerlilik kazanması" sürecinin çıktılarıdır.

Çıktılar ise değişimin azaltılması, müşteri memnuniyeti ile teslimat ve servisten ibarettir.

3.8.19.1. Değişimin Azaltılması

Kontrol grafikleri ve diğer istatiksel metotlar prosesteki değişimleri ortaya çıkartmak için kullanılmalıdır. Analiz ve düzeltici faaliyetler değişimin azaltılmasında kullanılmalıdır. Sürekli gelişme sadece özel değişim nedenlerine değil, ancak genel sapma nedenlerinin anlaşılması ve bu tür değişim kaynaklarının azaltılması yönünde olmalıdır. Maliyetler, zamanlama ve müşteri denetlemesi için önceden tahmin edilen ilerlemeler için öneriler geliştirilmelidir. Genel bir nedenin ortadan kaldırılması veya etkilerinin azaltılması genelde daha az maliyet getirir. Üreticiler değişimin azaltılması, değer analizi ve bunun gibi metotlara bağlı öneriler geliştirilmesinde isteksizlik göstermemelidirler. Bir sonraki ürün geliştirme aşaması için, gelişmeler, görüşmeler ve devreye alma kararları müşterinin inisiyatifindedir.

3.8.19.2. Müşteri Memnuniyeti

Detaylı planlama faaliyetleri ve bir ürün veya servisin proses yeterliliğinin kanıtlanması her zaman müşteri tatminini garanti etmeyebilir. Ürün veya servis kendini müşteri ortamında ispat etmelidir. Ürünün kullanım aşaması müşterinin katılımını gerektirir. müşteri ve üretici tarafından en çok şeyin öğrenilebileceği süreç bu aşamadır. Ürün kalite planlama çalışmalarının etkinliği de bu aşamada değerlendirilebilir. Tedarikçi ve müşteri, müşteri temininin sağlanması için var olan noksanlıkların giderilmesi yolunda yapılacak

değişikliklerde bir ortak gibi çalışmalıdırlar.

3.8.19.3. Teslimat ve Servis

Kalite planlamasının teslimat ve servis süreci tedarikçi ile müşterinin problem çözme ve sürekli gelişme konusundaki ortaklığının devamını sağlar. Müşterinin parça değiştirme ve servis operasyonları da kalite, maliyet ve dağıtım konusunda aynı saygıyı hak eder. Bir hata ilk ortaya çıktığında düzeltmemek her zaman tedarikçinin itibarını zedeler ve müşteri ile olan ortaklığı bozar.

Bu aşamada kazanılan deneyim, stok, kalite maliyetleri, proses azaltılması yolu ile kazanılan fiyat indirimlerinin önerilmesi için gerekli bilgiyi sağlamasının yanı sıra bir sonraki ürün için doğru parça veya sistemin bulunmasını da sağlayacaktır.

3.8.20. Kontrol Planı

Kontrol planının amacı, kaliteli bir ürünün müşteri beklentilerine uygun bir şekilde üretilmesine yardımcı olmaktır. Bunlar, tasarım için metodik bir yaklaşım ve tüm sistem için katma değer kazandırıcı kontrol metotlarının seçimi ve uygulaması ile sağlanır. Kontrol planları, proses ve ürünlerde karşılaşılan değişimleri en aza indirgemek için kullanılan sistemlerin yazılı bir özetini içerir. Kontrol planları, daha detaylı olarak hazırlanmış operasyon sayfalarındaki bilgilerin yerine geçemez. Bu metodoloji yaygın olarak tüm imalat prosesleri ve teknolojileri için geçerlidir. Kontrol planı, kalite prosesinin önemli bir parçasıdır ve yaşayan bir döküman olarak algılanmalıdır. Bu nedenle, bu diğer ilgili dökümanlar ile birlikte kullanılmalıdır.

Proseslerin kalite planlamasının önemli bir aşaması kontrol planının hazırlanmasıdır. Kontrol planı, ürünlerin ve proseslerin kontrol sistemlerinin yazılı olarak tanımlanmasıdır. Tek bir tip kontrol planı aynı tip proseslerle aynı tip proseslerle ve aynı tip kaynaklar kullanılarak üretilen ürün grupları için kullanılabilir. Görsel yardım için gerekiyorsa çizimler kontrol planı yanına yer almalıdır. Kontrol planlarını desteklemek için, proses takip talimatları tanımlanmalı ve devamlı kullanılmalıdır.

Kontrol planı, imalatın tüm aşamalarında, giriş kalite kontrol, ara proses, final kontrol ve periyodik olarak yapılması gereken kontrolleri kapsayacak şekilde, proses çıktılarının kontrol altında olduğunu belgeleyecek tüm faaliyetleri tanımlar. Kontrol planı günlük imalat akışı sırasında, karakteristiklerin kontrolü için kullanılacak proses takip ve kontrol metotlarını gösterir. Proseslerin sürekli olarak geliştirildiği düşünülürse, kontrol planları bu proses değişikliklerine karşı değiştirilerek bir strateji dahilinde tutulmalıdır.

Kontrol planı ürünün yaşam döngüsü boyunca kullanılır ve sürekliliği sağlanır. Ürün yaşam döngüsünün ilk aşamalarında kontrol planının amacı, proses kontrolünün taslak planının dökümante edilmesini ve iletişimin sağlanmasıdır. İleriki aşamalarda, prosesin nasıl kontrol edilip, ürün kalitesinin nasıl sağlanacağı konusunda imalata yardım eder. Sonuçta, kontrol planı yürürlükte olan kontrol metodunu ve kullanılan ölçüm sistemini gösteren yaşayan bir döküman olarak kalır. Ölçüm sisteminde ve kontrol metodunda inceleme ve iyileştirmeler yapıldığında kontrol planı yeniden düzenlenmelidir.

Proses kontrol ve geliştirmenin etkin bir şekilde yürütülebilmesi için, prosesin temel özelliklerinin anlaşılmış olması gerekmektedir. Proses hakkında detaylı bilgi edinmek için eldeki tüm bilgiler kullanılarak karma disiplinli bir çalışma grubu tarafından kontrol planı hazırlanır. Bu bilgiler aşağıdaki gibidir:

- İş akış diyagramları
- Sistem/dizayn/proses hata türü ve etkileri analizi (FMEA)
- Önemli karakteristikler
- Benzer parçalardan edinilmiş deneyimler
- Proses hakkında çalışma ekibinin bilgisi
- Tasarımın gözden geçirilmesi
- Optimizasyon metotları

Kontrol planı oluşturma ve kullanımının faydaları aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Kalite: Kontrol planı metodolojisi israfı azaltır ve ürünün kalitesini tasarım, üretim ve montaj aşamalarında yükseltir. Bu formal yaklaşım proses ve ürünün kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesini sağlar. Kontrol planları proses karakteristiklerini ve bu karakteristiklerin değişim nedenlerinin belirlenmesine yardımcı olur. Proses karakteristiklerindeki değişkenlik ürün karakteristiklerinde de değişkenliklere neden olur.
- Müşteri memnuniyeti: Kontrol planları için en önemli olan proses ve ürüne ait karakteristiklerin kaynaklarına odaklanır. Bu kaynakların önem verilen noktalarda verimli kullanımı maliyeti, kaliteden ödün vermeden, düşürmeye yardımcı olur.
- İletişim: Yaşayan bir döküman olarak kontrol planları, ürün ve proses karakteristiklerinde, kontrol metotlarında ve karakteristiklerin ölçülmesindeki değişiklikleri belirler ve iletişimini sağlar.

3.8.20.1. Kontrol Planında Yer Alan Kavramların Tanımları

- Prototip, ön seri, seri üretimi

- Prototip: Prototip aşamasında, boyutsal ölçü değerlerinin, malzeme ve performans testlerinin tanımlanmasını içerecektir.
- Ön seri: Prototip aşamasından sonra, seri üretim aşamasından önce yapılan boyutsal ölçü değerlerinin, malzeme ve performans testlerinin tanımlanmasıdır.
- Seri üretim: Seri üretim sürecinde, ürün/proses karakteristiklerinin, proses kontrollerinin, testlerin ve ölçüm sistemlerinin kapsamlı dökümantasyonunu içerir.

Ürün karakteristikleri proses ya da prosesin çıktısı olan ürün üzerinde nicel ya da nitel veriler toplanabilen ayırt edici özellik, boyut ya da parametrelerdir. Uygun olan her yerde görsel yardımların kullanılması faydalı olacaktır. Aşağıda bir kontrol planında yer alacak diğer kavramların tanımlarına yer verilmektedir:

- Numara: İş akış diyagramı, parça özellikleri numaralandırılmış teknik resim, FMEA çalışmaları, çizimler v.b. gibi tüm yürürlükte olan dökümanlar ile paralel referans numaraları kullanılmalıdır.
- Ürün: Ürün karakteristikleri parçanın, komponentin ya da montaj komplelerinin teknik resimlerde ya da diğer temel mühendislik bilgilerinde tanımlanmış özellikleridir. Çekirdek çalışma ekibi, önemli ürün karakteristiklerinin tüm kaynaklar dikkate alınarak yapılmış bir derlemesi olan ürünün özel karakteristiklerini tanımlamalıdır. Tüm özel karakteristikler kontrol planında listelenmelidir. Ayrıca, imalatçı, normal imalat sürecinde proses kontrolleri rutin olarak yapılan ve takip edilen diğer ürün karakteristiklerini de listeye dahil edebilirler.
- Proses: Proses karakteristikleri tanımlanabilen ürün karakteristikleri ile aralarında neden-sonuç ilişkisi bulunan proses değişkenleridir. Proses karakteristikleri sadece oluştukları an ölçülebilir. Çekirdek çalışma ekibi, değişkenliklerinin kontrol altına alınması ile ürünlerdeki değişkenliklerin azaltılabileceği proses karakteristiklerini belirlemelidir. Her bir ürün karakteristiği için bir veya daha fazla proses karakteristiği bulunabilir. Bazı proseslerde bir proses karakteristiği birden çok ürün karakteristiğini etkileyebilir.
- Özel karakteristik sınıflandırması: Özel karakteristiklerin tipini belirtmek için müşteri tarafından önerilen uygun sınıflama kullanılmalı ya da belirgin olmayan karakteristikler için bu bölüm boş bırakılabilir. Emniyeti, yasalara uygunluğu, fonksiyonelliği, uyumu ve görünümü etkileyen karakteristikler gibi önemli karakteristikleri tanımlamak için müşteri kendine özgü semboller kullanabilir. Bu karakteristikleri genel olarak “kritik”, “anahtar”, “emniyet” ve “önemli” şekilde tanımlar.
- Ürün/proses şartnamesi/töleransı: Şartnameler/töleranslar, teknik resimler, tasarım

değerlendirmeleri, malzeme standartları, bilgisayar destekli tasarım verileri, imalat ve montaj gerekleri gibi çeşitli mühendislik dökümanları referans olarak bulunabilir.

- Değerlendirme/ölçme tekinleri: Burada kullanılacak ölçe sistemi tanımlanır. Ölçme sistemi, parça/proses/imalat ekipmanını ölçmek için gerekli mastar, fikstür, alet ve test ekipmanını içerir. Ölçme sisteminin doğrusallık, tekrar üretilebilirlik, kararlılık ve hassasiyet analizleri, ölçü sistemini devreye almadan ve ölçüm sonuçlarına dayanılarak öngörülen iyileştirmeler yapılmadan yapılmalıdır.
- Numune büyüklüğü/frekansı: Numune yönteminin kullanıldığı yerlerde, ilgili numune büyüklükleri ve numune alma sıklıkları listelenir.
- Kontrol metodu: Bu bölümde varsa ilgili prosedür/talimat numarasıyla birlikte, operasyonların nasıl kontrol edileceğinin kısa tarifi yer almaktadır. Kullanılan kontrol metodu prosesin etkin bir şekilde analizine dayalı olmalıdır. Kontrol metodu prosesin türüne göre belirlenir. Operasyonlar, istatistiki proses kontrol, ölçme, nitel veriler, hata önleme ve numune alma gibi yöntemlerle kontrol edilebilir. Benzer proseslerin nasıl kontrol edildiklerine dair örneklerden yararlanılabilir. Eğer detaylı kontrol prosedürleri kullanılıyorsa, bu prosedür/talimat ya da numarasına plandan atıfta bulunulmalıdır. Proses kontrolünün etkinliğinin sürekliliğini sağlamak için, kontrol metodu sürekli gözden geçirilmelidir. Örneğin, proseste ya da proses yeterliliğinde önemli bir değişiklik kontrol metodunun tekrar gözden geçirilmesine neden olacaktır.
- Aksiyon planı: Aksiyon planı uygunsuz ürün üretimini ya da üretim üzerindeki kontrolün kaybedilmesini önleyici düzeltici faaliyetleri belirtir. Aksiyonlar genellikle proses en yakın kişilerin, operatörlerin, ayar elemanlarının ya da atölye nezaretçilerinin sorumluluğundadır ve kontrol planlarında net bir şekilde tanımlanmalıdır. Tüm durumlarda şüpheli ve uygun olmayan ürünler net bir şekilde ayırt edilmeli ve karantina bölgesine kaldırılmalıdır. Karar verecek personel aksiyon planında tanımlanmalıdır. Bu bölümde ayrıca belirli bir aksiyon plan numarasına atıfta bulunup, aksiyon planından sorumlu kişiler de belirtilebilir.

3.8.21. Proseste Önem Arz Eden Faktörler

3.8.21.1. Kurulum

- Proses oldukça yetenekli ve kararlı ise, bu durumda kurulum proses için kritik bir değişkendir. Parça karakteristiklerine uygulanan yeterlilik çalışmaları makina doğru bir şekilde ayar edildikten sonra, prosesin son derece yeterli ve kararlı olduğunu göstermelidir. Bu durumda makina ayar spesifikasyonları ürün karakteristiklerini etkileyen proses karakteristiklerine dönüşür.

- Proses karakteristiklerinin kontrol tipi, ilk parçayı kontrol prosedürünü ve makina ayarlarının kurulum kartuşlarına göre doğru olduğunun teyidini ihtiva etmelidir.
- Parça karakteristikleri ayar doğruluğunu kanıtlamak ve herhangi bir sıra dışı etkenin olmadığını doğrulamak için ölçülür. Bazı durumlarda, lot şeklinde kontrol daha uygun olabilir.

3.8.21.2. Makina

- Makina parametreleri proses çıktılarını etkileyen değişkenlerdir. Proseste makina ayarlarının çıktılar üzerinde önemli etkileri vardır. Bu proses karakteristikleri, tüm ürünün müşteri isteklerinin karşılamasını garantilemek için kontrol altında tutulması gereken değişkenlerdir.
- Proses parametrelerinden oluşan ve kontrol diyagramlarına kaydedilen parametreler ve istatiksel ölçümler, kendiliğinden ayar yapma yeteneğine sahip düzenekler kontrol tiplerini oluşturmaktadır.
- Ürün karakteristikleri, müşteri isteklerini karşılamak için, hata önleyici metotları ya da istatiksel numune alma yöntemiyle ölçülürler.

3.8.21.3. Fikstür/Yardımcı Ekipman

- Fikstürden fikstüre değişim üründe de değişikliklere neden olur. Fikstürler ve yardımcı ekipmanlardaki değişimler proses karakteristiklerine dahil edilmelidir. Fikstür ve yardımcı ekipmanlar ve parçanın konumu arasındaki boyutsal farklılıklar üründe değişkenliklere neden olur. Bununla beraber, fikstürde talaş birikmesi, parça konumlamasında fikstürden fikstüre değişikliklere neden olabilir.
- Fikstür/bağlama proses karakteristiklerinin kontrol tipleri, yükleme prosedürü, fikstür/bağlama ayarları ve bakımından (temizlik) türetilirler.
- Fikstür/bağlama ağırlıklı proseslerde proses karakteristiklerini ölçmek genellikle güçtür. Bu nedenle, belirgin ürün karakteristikleri için sık frekanslı istatiksel örnekleme gerekli görülebilir.

3.8.21.4. İşleme Takımı

- İşleme takımının ömrü ve tasarım karakteristikleri prosesi çıktısını etkileyen bir değişkendir. İşleme aparatının detay parçaları kullanım sonucu bir süre sonra işlevlerini kaybederler. Zira işleme takımı aşınabilir ya da yanlış olarak tashih edilmiş olabilir. Ürün karakteristikleri bu tip işleme aparatı sorunlarından dolayı etkilenirler.
- İşleme aparatının öneminin ağırlıklı olduğu proseslerde kontrol tipi esas itibari ile üründe

görülür. İlk çıkan parçanın kontrolü, işleme takımının uygun olarak onarıldığını doğrulayabilir. Operasyon esnasında işleme aparatındaki bozulma dikkatten kaçabilir. Ancak operasyondan çıkan parçalarda bu kendini gösterir. Bu nedenle, ara kontrollerin yapılması bu tip prosesler için geçerlidir. Ölçülerin ve geometrik diğer özelliklerin kontrolünü gerçekleştiren hata önleyici yöntemler ayrıca gereklidir.

- Ürün karakteristikleri işleme aparatının ömrünü belirlemede önemli bir parametredir.

3.8.21.5. Operatör

- Sistemin operatörün bilgi ve becerisine bağlı olduğu durumlarda bu durum belirgin bir proses karakteristiğidir.

3.8.21.6. Malzeme veya Komponent

- Hammaddeler ya da komponentler komponent karakteristikleri proses çıktılarını etkileyen değişkenlerdir.
- Proses karakteristiklerinin kontrolü, kullanılan hammadde ve komponentlerin test ve spesifikasyonlara uygunluğunun kontrolünü içerir (örneğin kontrol grafikleri, labaratuvar raporları v.s.).

3.8.21.7. Önleyici ve Koruyucu Bakım

- Periyodik bakım bir proses karakteristiğidir. Girdi değişkenliğinin olduğu durumlarda, aşınmış parçaların değiştirilmesi, temizlik, kalibrasyon, takım ayarları ve diğer bakım aktiviteleri ürün karakteristiklerinde etkileri olur ve kontrol altında tutulmalıdırlar.
- Planlı bakım programları ve otomatik ikaz düzenekleri proses karakteristiklerinin kontrol tipidir.
- Prosesin uygunluğunun doğrulaması için yapılan her bakım sonrası, ürün karakteristikleri kontrol edilmelidir.

3.8.21.8. Ortam Şartları

- Sıcaklık, nem, gürültü, titreşim gibi ortam koşullarının proses çıktıları üzerinde önemli etkileri vardır. prosesin uygun bir şekilde faaliyet gösterebilmesi için ortam şartlarını gerekliliklere uygun hazırlamaktan sorumlu unsurların bu gerekliliği yerine getirme kabiliyeti prosesin karakteristiği haline dönüşür.
- Bu unsurların uygun çalışması için planlı, periyodik kontrollerin yapılması bu prosesin kontrol tipidir.
- Ürün karakteristikleri, ilk çıkan üründe ve takip eden periyodik kontroller ile görsel olarak kontrol edilmektedir.

3.8.21.9. Kontrol Planının Uygunluğunun Teyit Edildiği Faktörler

Bir kontrol planın uygunluğu aşağıdaki hususlar dahilinde teyit edilmektedir:

- Kontrol planı oluşturulurken bir kontrol metodolojisinden faydalanılıp, faydalanılmadığı araştırılmalıdır.
- Belirgin ürün/proses karakteristikleri belirlenirken tüm bilinen müşteri şikayetlerinin belirlenmiş olması saptanmalıdır.
- Tüm belirgin karakteristikler kontrol planına dahil edilmelidir.
- Dizayn FMEA ve Proses FMEA çıktıları kontrol planı hazırlanırken kullanılmalıdır.
- Kontrol gerektiren malzeme spesifikasyonları belirlenmelidir.
- Kontrol planları giriş kalite kontrolden imalat/montaj ve ambalajlamaya kadar olan tüm operasyonları kapsamalıdır.
- Mühendislik performans test şartları sağlanmış olmalıdır.
- Kontrol planlarında belirtilen tüm mastar ve test ekipmanı mevcut durumda bulunmalıdır.
- İsteniyorsa kalite planı müşterinin onayına sunulmalıdır.
- Müşteri ve imalatçının elindeki aynı işlevi yerine getiren mastarlar birbirleri ile uyum için olmalıdır.

3.8.22. Dizayn FMEA' nın Uygunluğunun Teyit Edildiği Faktörler

Bir dizayn FMEA' nın uygunluğu aşağıdaki hususlar dahilinde teyit edilmektedir:

- Yüksek risk önceliği olabilecek dizayn karakteristikleri tanımlanmalıdır.
- Yüksek risk ve önem önceliği olan maddeler için uygun düzeltici önlemler alınmalıdır.
- Düzeltici önlemler tamamlandıktan sonra risk önceliği taşıyan maddeler revize edilmelidir.
- Dizaynın yeni malzeme, özel takım gerektirip, gerektirmediği tayin edilmelidir.
- Dizayn değişikliğinin ürün üzerindeki etkisi analiz edilmelidir.
- Deneylerden çıkan tecrübeler göz önüne alınmalıdır.
- Prototip için bir planlama yapılmalı, DFMEA tamamlanmalıdır.
- İmal edilebilirlik ve montaj kolaylığı açısından dizaynın uygunluğu teyit edilmelidir.
- Dizayn satış sonrası hizmetler ve bakım süreçleri açısından ayrıca değerlendirilmelidir.
- Dizaynın tüm gereksinimleri karşıladığından emin olunmalıdır.
- Tüm belirlenen testler, metotlar, ekipman ve kabul kriterleri açık ve anlaşılır olarak ortaya konmalıdır.
- Özel karakteristikler belirlenmeli ve ürün ağacı tamamlanmalıdır.
- Kritik özellikler uygun bir şekilde dökümante edilmelidir.

- Teknik resimlerde uyum, dayanaklılığı ve fonksiyonu etkileyecek boyutların tamamı belirlenmelidir.
- Kontrol planı zamanlamasını kısaltmak için referans boyutlar tayin edilmelidir.
- Ölçü kontrol noktaları ve referans yüzeyler tanımlanmalıdır.
- Töleranslar, kabul edilen imalat standartlarına uygun olmalıdır.
- Mühendislik performans spesifikasyonları için tüm kritik özellikler tanımlanmış olmalıdır.
- Test şartları tüm durumları karşılamalıdır.
- Alt ve üst spesifikasyon limitlerinde üretilmiş olan parçalar teste tabi tutulmalıdır.
- Belirlenmiş olan test numune sayısı ve frekansı uygun değerlerde olmalıdır.
- Test ekipmanının uygunluğu için gerekiyorsa müşteriden onay alınmalıdır.
- Malzeme spesifikasyonları için özel malzeme spesifikasyonları belirlenmiş olmalıdır.
- Ham malzemenin tedarik edileceği üretici onaydan geçmiş olmalıdır.
- Tanımlı olan malzeme çalışma koşullarının gerekliliklerini yerine getirmelidir.
- Kontrol gerektiren malzeme karakteristikleri tanımlanmalıdır.
- Gereken tüm testlerin yaptırılacağı ekipmanların teminine kurum içi ya da dışından destek için araştırma yapılmalıdır.
- Testler için dışarıdan hizmet alınacak ise, laboratuvarın akredite olup olmadığı belirlenmelidir.

3.8.23. Yeni Ekipmanın Uygunluğunun Teyit Edildiği Faktörler

Bir yeni ekipman, takım ve test ekipmanın uygunluğu aşağıdaki hususlar dahilinde teyit edilmektedir:

- Takım ve makina dizaynı esnek bir imalat sistemini karşılayacak şekilde yapılmalıdır.
- Takım ve makina dizaynı çabuk bir şekilde değiştirilecek şekilde düşünülmelidir.
- Takım ve makina dizaynı hataları önleyici niteliklere sahip olmalıdır.
- Yeni makina ve ekipman kabul kriterleri tayin edilmiş olmalıdır.
- Takım, ekipman ya da makina imalatçısında bir ön yetenek çalışması yapılmalıdır.
- Test ekipmanlarının uygunluğu ve hassasiyetinin ne düzeyde olacağına karar verilmelidir.
- Makina, ekipman ve takımlar için bir önleyici bakım planı hazırlanmalıdır.
- Yeni ekipman ve takımlar için konumlama, sıfırlama gibi ayar talimatları tamamlanmış ve anlaşılır olmalıdır.
- Ön yetenek çalışması ekipmanın üreticisinde yapılacak ise, bu üreticideki ölçüm imkanlarının yeterliliği tayin edilmelidir.

- Kritik karakteristikleri etkileyen proses karakteristikleri tanımlanmış olmalıdır.
- Kabul kriterlerinin belirlenmesinde kritik ürün karakteristikleri kullanılmalıdır.
- Üretim için planlanan ekipmanlar istenen üretim sayılarına ve yedek parça ihtiyacına da cevap verebilir nitelikte olmalıdır.
- Test kapasitesi spesifikasyonlarda istenen test şartlarına uygun olmalıdır.

3.8.24. Proses Akış Şemasının Uygunluğunun Teyit Edildiği Faktörler

Proses akış şemasının uygunluğu aşağıdaki hususlar dahilinde teyit edilmektedir:

- Akış şeması, üretim ve kontrol istasyonlarının sırasını doğru bir şekilde açıklamalıdır.
- Tüm gerekli FMEA' lar mevcut olmalı ve proses akış şemasını geliştirmekte yardımcı olarak kullanılmalıdırlar.
- Proses akış şeması, kontrol planında ürün ve proses kontrollerinde esas alınmalıdır.
- Proses akış şeması ürünün ne şekilde hareket edeceğini açıklamalıdır.
- Tamir edilmiş parçaların kullanılmadan önce kontrolü için tedbir alınmalıdır.
- Malzeme hareketleri ve diğer dış proseslerden dolayı ortaya çıkabilecek potansiyel kalite problemleri tanımlanmalıdır.

3.8.25. Proses FMEA' nın Uygunluğunun Teyit Edildiği Faktörler

Proses FMEA' nın uygunluğu aşağıdaki hususlar dahilinde teyit edilmektedir:

- Montaj, fonksiyon, dayanıklılık, yasal zorunluluklar ve emniyet ile ilgili tüm operasyonlar tanımlanmış ve sırası ile listelenmiş olmalıdır.
- Yüksek risk öncelik ve hata şiddeti puanları için uygun düzeltici önlemler planlanmalı ve uygulamaya konmalıdır.
- Düzeltici faaliyetler tamamlandıktan sonra risk öncelik sıralaması güncellenmelidir.
- Bir dizayn değişikliği tamamlandığında yüksek hata numarası da değiştirilmelidir.
- İmalat, montaj ve ürünle ilgili müşteriyi ilgilendiren etkenler göz önünde bulundurulmalıdır.
- Garanti bilgileri proses FMEA' nın geliştirilmesinde kullanılmalıdır.
- Sebepler ölçülebilir veya kontrol edilebilir şekilde tanımlanmış olmalıdır.
- Önceden tespit etmenin önemli olduğu yerlerdeki bir operasyondan önce kontrol tedbirleri alınmalıdır.

3.9. Shingo Sistemi (Hata-Emniyet Tasarımı)

Shingo sistemi bir yandan kalite kontrol süreçlerine istatistik temelli yaklaşan metotlara

paralel olarak geliştirilmişken, bir yandan da bu yöntemler ile zıtlıkları kendi içinde barındırmaktadır. Bu sistem ya da daha iyi bir tabir ile üretim yönetimi felsefesi, Toyota' nın tam zamanında üretim yönetiminin fikir babalarından biri olan Shigeo Shingo tarafından geliştirilmiştir. Sürekli iyileştirmeyi temel hedef almış olan bu yaklaşım batılı endüstriyel kuruluşlar tarafından da benimsenmiştir. Bu sisteminin iki temel görüşü büyük dikkat toplamıştır. Bunlardan birincisi olan tek dakikada kalıp değişimi prosedürü ile ekipman ayar zamanlarında büyük tasarruflar sağlanmıştır. Gözlemleme ve poka-yoke sistemi ile sıfır hata hedefine ulaşılmıştır. Shingo istatistiki kalite kontrol yöntemlerinin hataların önüne geçemeyeceğini iddia etmiştir. Bu yöntemler hatanın ne zaman tekerrür edeceği ihtimali hakkında bilgi verseler de, ancak hatanın vuku bulmasından sonra kullanabilmektedirler. Hataların proses sonrasında ortaya çıkmasını önleme için proses içine kontrol mekanizmaları konmalıdır. Shingo' nun yaklaşımının merkezinde hata ile eksiklik birbirinden ayrı iki kavramdır. Eksiklikler insanların hata yapmalarından kaynaklanmaktadır. Yanlışlıklar kaçınılmazdır; ancak yanlışlığın yapılmasını müteakip hızlı bir şekilde düzeltici faaliyet yapılırsa eksikliklerin önüne geçilebilir. Böylesi bir geri beslemeli düzeltici faaliyet ise ürünleri %100 sürekli gözlemlemeyi gerektirir. Bu gözlemleme üç ayrı şekilde yürütülebilir: sıralı kontrol, kendi kendini kontrol , kaynağında gözetim. Sıralı kontrol gözlemi proses dahilindeki bir sonraki istasyonda görevli kişi ya da bağımsız bir kişi tarafından yapılır. Hata tespitini müteakip, hatadan sorumu operatöre acilen durum hakkında geri besleme yapılır ve bu operatör tadilat için gereken faaliyetlere başlar. Kendi kendine kontrol her bir operatör tarafından yapılır. Bilhassa ciddi problem anlamına gelen boyada çizik ya da bir gölgelenmenin varlığının tespiti gibi faaliyetler için son derece uygun bir metottur. Kaynak gözetimi de her bir operatörün kendisi tarafından yürütülmektedir. Sadece bu yöntemde eksikliklerin tespit edilmesi yerine, bu eksikliklere neden olan yanlışlıkların irdelenmesi söz konusudur. Bu her zaman eksikliklere neden olan hataların önlenmesi için son derece etkin bir yöntemdir. Her üç tip gözlem yöntemi de hata-emniyet prosedürleri ya da cihazlarını (poka-yoke olarak da tanımlanır) içeren kontrollere güvenmektedir. Poka-yoke önce proseste bir eksikliğe neden olacak bir yanlışlığın yapılmasını önler, sonra prosesteki normal olmayan bir vaka hakkında hızlı bir geri besleme yaparak, zamanında düzeltilmesi için fırsat sunar (Burlikowska ve Szewieczek, 2009).

Günümüzde modern üretim ve envanter yönetim sistemleri yeni ve daha fazla talepkar olan zorlamalar ile karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu zorlamalar aynı anda bir işletmeyi maliyetleri aşağıya çekmeye yöneltirken, aynı zamanda kaliteyi arttırmayı, teslimat sürelerini azaltmayı

ve esnek üretim yeteneklerine sahip olmayı istemektedir. Bu hedefler toplam kalite yönetimi, özel isteklere uygun üretim sistemleri, tam zamanında üretim ve sürekli iyileştirme faaliyetlerinin temelini teşkil etmektedirler. Ancak bu hedeflere ulaşılması gerçekte her zaman için kolay olmamaktadır. Bu noktada dört ayrı kritik faktörün çok iyi bir şekilde anlaşılması ve birbiri ile koordineli bir şekilde işlemesi sağlanmalıdır. Bu faktörler aşağıda özetlenmektedir:

- Kritik müşterilerin tespit edilmesi ve onların ihtiyaçlarının ne olduğunun çok doğru bir şekilde anlaşılması
- İşletme içi prosesleri bu müşterilerin ihtiyaçlarına cevap verebilecek nitelikte tesis etme ya da yeniden yapılandırma
- Süreklilik arz eden ve entegre metriklere göre strateji tayini
- Neye odaklanılacağı, öncelik verileceği ve ne zaman yapılacağının tayini

Bir üretim faaliyeti içinde kullanılmakta olan proses üretim ve envanter kontrol sisteminin temelini teşkil etmektedir. Aynı zamanda genel sistem etkinliği ve verimliliğini iyileştirmeyi hedefleyen bir çok faaliyet için de üretim prosesi odaklanılması gereken bir husustur. Bununla birlikte üretim prosesinin amaca uygun yöneliminde bir çok güçlükle karşı karşıya kalınmaktadır (Douglas ve Melnyk, 2000).

Bilhassa prosesin amaca uygun bir şekilde yeniden yapılandırılması faaliyetleri göz önünde bulundurulduğunda, bu yapılanmayı gerçekleştirecek olan projelerin yürürlüğe girmesi ve tamamlanması uzun süreleri alacak olan bir eylemler dizisidir. Zira bu projeler oldukça büyük ölçeklidirler. Yeniden yapılandırma adına kurum tarafından ayrılan kaynağın fayda olarak geri dönmesi ancak bu projelerin başarılı bir şekilde tamamlanması sonrası mümkün olabilecektir. Özellikle ekonomik gelişim sürdürülebilir olmadığı ülkelerde böylesi uzun vadeli projelere kaynak ayırmak bir çok işletme tarafından riskli bir yatırımdır.

İkinci olarak bir çok örnekte görüldüğü üzere sık sık tekrarlanan bir hata vardır ki, odaklanılan hususun, müşteriye daha iyi hizmeti sunacak olan prosesi değiştirmek yerine, prosesin kendisine ve analizine yoğunlaşılmasıdır. Kalite yönetim ve proses iyileştirme süreçlerine yapılan büyük yatırımlara karşılık ticari kuruluş daha iyi mal ve hizmet yeteneği kazanmak ve bunu fayda olarak geri almak zorundadır.

Üçüncü olarak prosesin gidişatını tayin etmeyi imkanlı hale getirecek ve potansiyel problemlere işaret edecek olan metrikler söz konusudur. Referans alınan bu metriklerin tayininde doğruluk son derece önem arz etmektedir. Aksi halde hedef olarak tayin edilen bu

değerler maliyet arttırıcı bir etken haline dönüşebilirler. Aynı zamanda bu faktörler proses performansını faaliyetin tamamlanmasını müteakip raporlamaktadırlar. Sözgelimi kesin maliyetler bir siparişin üretiminin tamamlanmasını ya da kesin teslimat zamanı siparişin tamamlanmasını müteakip, müşteriye teslim edilmesini müteakip raporlanabilmektedir. Böylesi bir yaklaşım prensibi dahilinde hatayı önleyecek olan önlemlerin alınmasını sağlayacak bilgiye erişimde her zaman geç kalınacaktır.

Bu faktörler nedeni ile bir çok işletme müşteri isteklerine cevap verecek uyumluluğu gösterememektedir. Poka-Yoke sadece bir proses dahiline ikaz edici sistemler tesis etmekten ibaret olmayıp, bu yaklaşım tüm proses iyileştirme metotları üzerinde bütünsel olarak yeniden bir değerlendirme yapmayı gerektirmektedir.

Bir kuruluşun kurumsal stratejik planlamasında müşteri taleplerine cevap verme yeteneğini kazanma hedefi en üst sırada yer almalıdır. Kurumun yapabilirlik kapasitesi neyi iyi yapabileceği ya da yapamayacağına bağlı olarak değişim göstermektedir. Kurumsal yapabilirlikler kapasite (miktar, şekil, zaman), faaliyetler (büyüklük, lokasyon ve uzmanlık), teknoloji, tedarik zinciri, işgücü (çalışan sayısı, beceri düzeyi ve ücret politikası), üretim planlama ve kontrol sistemleri ile organizasyonel yapı dahilinde şekillenmektedir. Yapabilirlikler aynı zamanda kurum için kritiklik arz eden prosesin de tanımlanmasına yardımcı olur.

3.10. 5 S

5 S çalışma alanını temiz, düzenli ve amaca uygun biçime sokulması için uygulanmakta olan bir Toplam Kalite Yönetimi tekniğidir. S ile başlayan beş Japonca kelimenin baş harflerinin- seiri (ayıklama/sınıflama), seiton (düzenleme/yerleştirme), seiso (temizlik), seikitsu (standartlaştırma), shitsuke (eğitim/disiplin)- bir arada ifade edilmesi nedeni ile bu yönetim biçimi 5 S olarak anılmaktadır. 5 S işletmelerdeki düzen ve disiplini sağlamak için kullanılan hem basit, hem de işletmenin en küçük ayrıntılarının denetimini sağlayan ve diğer iyileştirme faaliyetlerinin temelini oluşturan bir sistemdir.

5 S sistemi işyerini organize ve standardize eden, sistematik bir yaklaşımdır. 5 S güvenliğin arttırılmasına, iyileştirilmiş iş akışının sağlanmasına, daha iyi ürün kalitesinin elde edilmesine, stok savurganlığının önlenmesine ve çalışma alanındaki kontrol edilen hususlara hakkındaki verimliliğin arttırılmasına yardımcı olur (5S).

5 S sisteminin uygulaması ile birlikte, üretim araçlarının, ham malzeme ve yarı mamulünün, çalışma ortamında yeni bir yaklaşımla ile bir arada var olmaları gerektiği sonucu açığa

çıkmaktadır. 5 S yönetimi ve yaklaşımı uygulandığında nominal değerlerden olan sapmaları çok hızlı bir şekilde tespit etme yeteneği söz konusu olacaktır. Görsel ve açık bir biçimde neyin önceden tayin edilmiş olan metrikler dahilinde olduğu ortaya koyulduktan sonra, işletme içerisindeki tüm birimler normalden olan sapmaları ve koşulları daha kolay saptayabilecektir.

3.10.1. 5 S' in İşletmeye Sağaldığı Faydaları

5 S faaliyetleri sadece işletme görsel olarak bir düzen ve disiplin içinde gözüksün amacı ile yürütülmezler. Zira 5 S faaliyetlerinin işletme içinde performansı olumlu yönde etkileyen bir çok yararı vardır. Sözgelimi 5 S sayesinde üretim alanı organize, düzenli ve temizdir; bu sayede böyle bir ortamda çalışma iş emniyeti açısından daha güvenlidir. Zira 5 S faaliyetleri sayesinde düşmeler, yangınlar ve yaralanmalara sebep olabilecek, dağınık ve dökülmüş üretim araçlarının sahip olduğu risklere karşı tedbirler alınır. İyi yapılmış bir organizasyon sayesinde, üretim prosesi daha etkin bir şekilde yapılandırılacağından ötürü, üretim araçlarına erişim ve yerine kaldırma esnasındaki kaza olasılıkları azaltılır ve bununla birlikte tehlike arz eden kimyasal maddelerin daha güvenli bir şekilde kullanılması sağlanır.

5 S sistemi daha düz ve süreklilik arz eden üretim akışına çeşitli yönlerden yardımcı olmaktadır. İhtiyaç duyulmayan malzemelerin üretim hattı çevresinden uzaklaştırılması ve en gerekli olduğu yerlere konması ile arama ve ayar sürelerinde azalmaya gidilir. Yerleşim göstergeleri ve şemaları doğru prosedürleri gösterir ve malzemelerin en kısa sürede bulunmasını sağlar. Temizlik ve muayene, arıza kaynaklarını, ekipman arızalanmadan önce bulmaya imkan verdiği için plansız kayıp zamanları azaltılır.

Günlük temizlik faaliyetleri, mamulleri ve üretim aşamalarını kirden uzak tutmaya yardım eder. Günlük temizlik esnasındaki ekipman ve makina kontrolleri mamül hatalarına yol açabilecek arızaların bulunması için uyarılarda bulunur.

Üretim tesisine bütünüyle hakim olma yeteneği 5 S' in üretim yönetimine kattığı en önemli kriterdir. 5 S sisteminde,

- Üretim hattında neye ihtiyaç duyulduğunu tanımlama,
- Malzemelerin nerede olması gerektiğine karar verme,
- Malzemeleri bu yolda tutma,

sonucunda en verimli üretim sistemi oluşturulmuş olacaktır.

5 S' te amaç verimliliği arttırmak için, çalışma ortamının temiz, düzenli ve kullanıma uygun bir şekle dönüştürülmesidir. 5 S, Toplam Kalite Yönetimi' nin bir parçası ve sürekli

gelişmenin bir ayağıdır. 5 S temizlik ve düzen yönetimi üretim tesisinin iyileştirilmesinde birincil önceliğe sahip olduğu ve işletmedeki diğer iyileştirme çabalarının temelini oluşturduğu için önemlidir. 5 S normalin ne olduğuna ilişkin tanım getiren, israfı görselleştiren bir iletişim ve öğrenme aracıdır. 5 S temizlik ve düzen yönetimi grup odaklı bir faaliyetler bütünüdür. Ayrıca bu sistem kalite geliştirme ve iyileştirme açısından basit, güçlü bir yaklaşımdır. Zira temiz ve düzenli çalışma ile:

- Zamandan tasarruf sağlanır,
- Hata oranı azaltılır,
- Ayar zamanları azalır,
- Verim ve kalite artar,
- Maliyetler düşer,
- İş kazalarını önler,
- Üretim araçlarında arıza olasılıkları düşer,
- Motivasyon/moral düzeyi artar,

Tüm bu kriterler sayesinde işletmenin rekabet gücü artar.

5 S' in müşteriye faydaları:

- Tam zamanında performans kriteri artar,
- Teslimat performansı iyileşir,
- Ürün maliyeti düşer,
- Çevrim zamanı azalır,
- Tedarikçi ile iyi ilişkilerin kurulması desteklenir,
- Taleplere karşı cevap verme süresi kısalır,
- Müşteri taleplerinin karşılanması kolaylaşır.

5 S' in çalışanlara faydaları:

- Yaratıcılıkların sergilenmesini destekler,
- İş süreçlerine dair vizyona katılımları sağlanır,
- Yürütmekte oldukları günlük üretim faaliyetlerini kendilerinin yönetmesi söz konusu olur,
- Çalışanların üretim faaliyetleri içerisinde günlük alışkanlıklardan kurtulması mümkün olur.

3.11. Görsel Fabrika

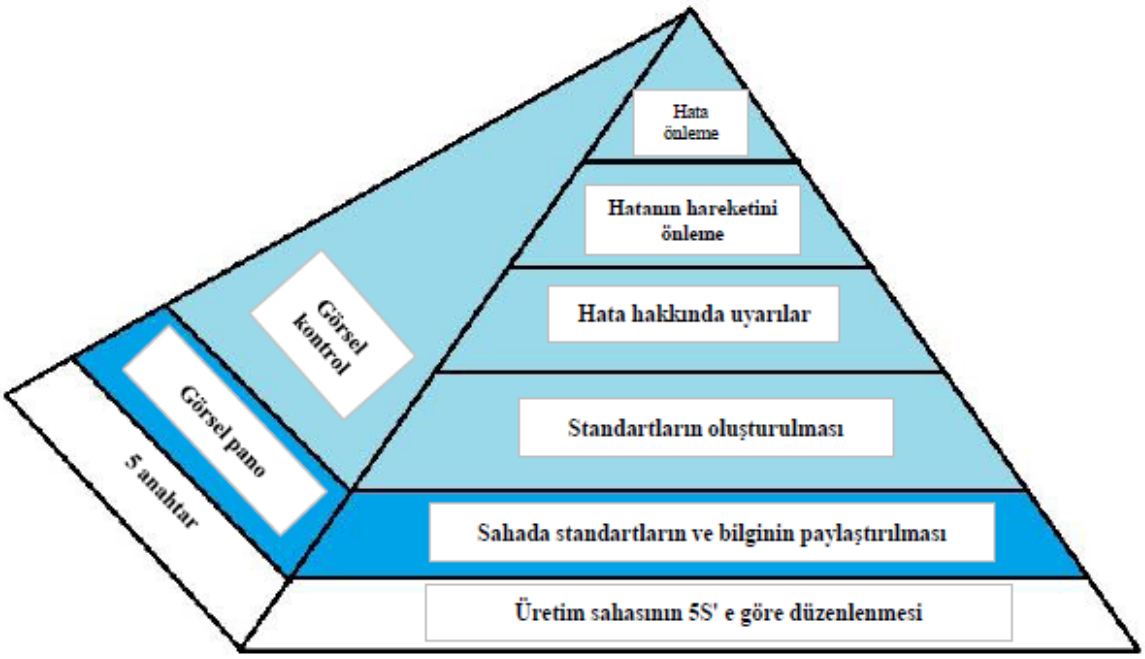
Görsel fabrika kavramı çalışana hızlıca bir standarda ulaşmaya ve bu standarttan sapmanın hangi derecede olduğunun belirlenmesine imkan verecek kontrol tekniklerinin kullanımı

olarak açıklanabilir. Bu sayede operatöre sürekli standartları hatırlatmak ve olası hatalara zamanında fırsat verilmemiş olur. Şekil 3.7' de görsel fabrika unsurları gösterilmektedir.

Görsel fabrika herhangi bir çalışma alanını hiç bilmeyen bir kişinin, hiç yardım almadan beş dakika ya da daha kısa sürede o noktada kimin, ne, nerde, ne zaman, nasıl ve niçin çalıştığını anlaması için yapılan çalışmalardır.

Hat üstü proses kontrol olarak da açıklanabilecek olan bu kavramın ana unsurları ve döngüsü aşağıda ana unsurları ile tayin edilmektedir:

- Değişiklik yönetimi
- İleri ürün kalite planlaması ile kalite gerekliliklerinin tanımlanması
- Proses kontrol yöntemlerinin tanımlanması
  - Eylem planı
  - Akış şemaları
- Kalite proses sisteminin geliştirilmesi
  - Standartlaştırılmış iş akış şemaları (sinoptikler)
- Prosesin kontrolü
- Kalite sonuçlarının kontrol edilmesi



Şekil 3.7 Görsel fabrikanın unsurları

Çalışma süresinin azaltılması, ekipmanlara kolay erişim ve kaybolmalarının önüne geçme, iş emniyetinin, çalışma emniyetinin ve çalışan memnuniyetinin artması görsel fabrika kontrol

metodunun bir üretim tesisine sağladığı faydalardır. Görsel fabrika metodunun uygulandığı bir üretim tesisinde gereksiz hiç bir şey yoktur. Çalışma alanları temizdir. Standartlara kolaylıkla ulaşılır ve anormal durumların tespit edilmesi hızlıca sağlanır. Bu yöntem sıfır hataya ulaşmanın en önemli etmenlerinden biridir. Görsel fabrikanın bir üretim tesisine katmayı hedeflediği faydalar aşağıda kısaca özetlenmektedir:

- Fazlalıklardan kurtulma
- Anormallikleri hemen görme
- Hataları çabuk düzeltme
- Sürekli iyileşme
- İyileştirmeyi Koruma

Hat üstü proses kontrolünün gelişimi aşağıdaki etmenlerin idamesi ile sağlanabilmektedir:

- Üretim tesisi içinde görsel fabrika tekniklerinden faydalanmak
- Proses kontrol panosu yönetim sisteminden faydalanmak
- Hata önleyici metotlardan faydalanmak
- Kısa ömürlü üretim takımlarının yönetim sisteminden faydalanmak

Görsel fabrika teknikleri aşağıda maddeler halinde belirtilmektedir:

- Sıralama
- 5 anahtar
- İş destek dökümanları
    - Standartlaştırılmış iş sayfaları: Asli görev detayları, çevrim zamanları, kalite kontrol planı, üretim yönetimi planları, mesai başlangıç ve bitiş bilgileri, emniyet bilgileri, görsel yönetim desteği
    - Hata işaretleri
    - İşaretler, çıkartmalar
    - Görsel panolar
    - Makinalar üzerinde dönme ve ilerleme yönünü gösteren etiketler

3.11.1. Görsel Fabrikada 5 Anahtarın Kullanımı

5 anahtarın görsel fabrikanın uygulanması için en önemli etmenlerinden biridir. 5 anahtar aşağıda belirtilen unsurlardan ibarettir:

- Ayıklama
- Belirleme

- Temizlik
- Standartlaştırma
- Süreklilik

3.11.2. Görsel Panolar

Görsel panolar görsel fabrika kontrol tekniğinin icrasında bilgi paylaşımını saplamak maksatlı olarak kullanılmaktadır. Bu panoların ulaşmaya çalıştığı hedefler aşağıdaki gibi özetlenmektedir:

- Bilginin paylaşımı
  - Hedefler, faaliyet planları ve metrikler
  - Devamsızlık
  - Üretim kontrol
  - Bir önceki günün belli başlı problemleri
  - Gün içinde takip edilecek konular
- Standartların paylaşımı
- 5 S ten çıkan sonuçlar
- Standart hale getirilen düzenli faaliyetler
- Operatörlerin gidişatı görmeleri gerekli tedbirleri ve faaliyetleri almaları.

3.11.3. Görsel Kontroller

Çalışma alanı ve prosese kontrol unsurları dahil eder ve bilgi paylaşımını sağlar. Böylelikle faaliyetler standartlara göre yürütülür. Böylelikle hata önleyici sistemler, hatanın bir sonraki aşamaya taşınmaması, hatalar hakkında uyarıcı yöntemlerin geliştirilmesi ve standartların oluşturulması için gereken ortam yaratılmış olur. Görsel kontrolün amacı potansiyel hataya mümkün olduğunca yakın olan uygun kontrolün sağlanmasındır.

Görsel fabrikayı uygulamak için kullanılacak görsel kontroller aşağıdaki gibidir:

- Çalışma sahasında standartlaşma
- Anormalliklerin uyarıyla belirtilmesi
- Anormalliklerin durdurulması
- Anormalliklerden kaçınma

3.12. Altı Sigma

Sigma, bir prosesteki değişkenliği ölçen ortalamadan standart sapma olarak da bilinir. Altı sigma yaklaşımı, ölçüm aracı olarak “mamul başına hata sayısını (Defects per unit,(DPU))

kullanır. Mamul başına hata sayısı, bir prosesin veya ürünün kalitesini ölçmek için iyi bir araçtır. Hatalar, maliyet ve zaman arasında bağlantı kurar. Sigma değeri hataların hangi sıklıkta meydana geldiğini ifade eder. Daha yüksek sigma değeri, daha düşük kusur olasılığı demektir. Hata, müşterinin memnuniyetsizliğine sebep olan herhangi bir nedendir. Bundan dolayı, sigma düzeyi artarken maliyet ve çevrim zamanı azalmakta, aynı zamanda müşteri memnuniyeti artmaktadır.

Altı sigma prosesi üç ana alan üzerine odaklanır. Bunlar;

- Çevrim zamanının azaltılması
- Kusurların/Hataların azaltılması
- Müşteri memnuniyeti olarak sıralanabilirler.

Altı sigmayı değerlendirirken organizasyonlar değişik seçenekleri düşünmelidirler. Bunlar;

- Hiçbir şey yapmamak
- Altı sigma girişimi yaratmak
- Altı sigma iş stratejileri yaratmak

Altı Sigma' nın ne olduğuna ilişkin farklı bakış açıları ve farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. İş dünyası Altı Sigma'yı genellikle "mühendis ve istatistikçiler tarafından ürün ve proseslerin ince ayarını yapmak için kullanılan ileri derecede teknik bir yöntem" olarak tanımlamaktadır. Bu tanım kısmen doğrudur. Ölçüm ve istatistik Altı Sigma'nın anahtar bileşenleridir, fakat resmin tümü değillerdir. "Müşteri ihtiyaçlarını kusursuza yakın karşılama hedefi" Altı Sigma'nın bir diğer yaygın kullanılan tanımıdır. Bu tanım da doğrudur. Altı Sigma, kusur/hataların her milyon faaliyette 3.4'e kadar indirilmesini hedefler. Bu çok az şirket ya da proseste başarıldığı iddia edilebilecek bir hedeftir.

Altı Sigma'nın bir diğer tanımı ise "organizasyonun daha fazla müşteri tatmini, karlılık ve rekabetçi pozisyon için kültürel değişim gayreti" şeklindedir. GE, Motorola gibi Altı Sigma'nın şirket çapında uygulandığı yerlerde "kültürel değişim", Altı Sigma'yı tanımlamanın doğru yoludur. Fakat Altı Sigma'nın bir takım araçlarının, belirli proseslerinin iyileştirilmesi için kullanıldığı şirketler için bu tanım uygun olmayacaktır.

Altı Sigma yaklaşımı tüm dünyada bir çok büyük kuruluşun devreye aldığı en önemli yönetim biçimlerinden biridir. Altı Sigma' nın temel yaklaşımı proses dahilinde yer alan makinalar, malzemeler, metodlar, ölçüm sistemleri, çevresel faktörler ve insanlar gibi ürünü etkiyen parametrelerin tümünün kaynağının tanımlanması ve bunların optimize edilmesidir. Aslında fikir yeni değildir. Bu yaklaşımın izleri Toplam Kalite Yönetimi ve Yalın Düşünce

yaklaşımına kadar uzanır. Yaklaşımın temelinde istatistiki kalite kontrol sisteminin olasılık teorisinin uygulaması söz konusudur. Teknik seviyeden bakıldığında Altı Sigma hatasız ürün üretilmesini ve bu ürünlerin istenen performansı tam olarak göstermesini amaçlamaktadır. Hatasız üretimde hata kavramı müşteri gereksiniminin tam olarak ürün tarafından sağlanamaması olarak açıklanmaktadır. Sigma seviyesi aynı zamanda her bir kuruluşun imalat imkan ve kabiliyetlerinin ölçümü için de kullanılır. Burada c_{pk} sistemin hatasız ürünü üretme derecesinin ölçümü olarak ifade edilir.

Altı Sigma' nın temelinde istatistiki kalite kontrol sisteminin olasılık teorisi olsa da, bu yaklaşımın önemi daha geniş bir vizyonda değerlendirilmelidir. Zira bu yaklaşım son yıllarda kurumsal yapının tümünde sürekli gelişimin sağlanabilmesi için kullanılmaya başlanmış bütünsel bir yönetim aracı haline gelmiştir. Bu yaklaşım ile farklı proseslerin performanslarının ölçülebilmesi imkanlı hale gelmiştir ve böylelikle performans iyileşimleri sağlanabilir olmuştur. Aynı zamanda bu sistem ile alt kademedeki performans ölçümlerinin, üst kademede yer alan kurumsal hedefler ile temasa geçmesi mümkün olmuş ve böylelikle kurum daha etkin ve geniş kapsamlı bir şekilde yönetilebilir hale gelmiştir. Altı Sigma sayesinde sürdürülebilir kalite gelişiminde somut maliyet tasarrufları da elde edilmiş olur. Altı Sigma' nın temel amacı iyileştirme için iyileştirme yapmak değildir; daha ziyade müşteri ve tedarikçi için refah yaratmaktır.

Bir çok büyük kuruluş Altı Sigma' yı yapısal bir yönetim biçimi olarak tercih etmişlerdir. Bu yönetim biçiminde beş farklı aşama vardır:

- Müşteri beklentilerinin tanımlanması ve iyileştirilecek proses için bir yol haritasının geliştirilmesi,
- Verimlilik ve etkinliğin anahtar değerlerinin ölçülmesi ve bunlarında sigma kavramına aktarılması,
- Gelişim gerektiren problemlerin kök neden analizlerinin yapılması,
- Gelişimin sağlanabilmesi için çözümlerin uygulanması,
- Zaman içinde gelişimin sürdürülebilir bir nitelik kazanması için kontrol faaliyetlerinin yürütülmesi.

Aslında bu proses gelişim sürecinin temel veri tabanını oluşturacak olan PÜKÖ döngüsünün temeline dayanmaktadır.

Yalın Düşünce yaklaşımı ticari faaliyet katılımcılarının tümü için değer yaratmayı kayıpları azaltarak sağlamaya çalışırken, Altı Sigma ise proses değişkenlerini azaltmayı ve refah

yaratmak amacı ile müşteri memnuniyetini arttırmayı hedeflemektedir. Değer yaratmak ile refah yaratmak her zaman aynı anlama gelmez. Burada temel soru faydayı kimin sahiplendiğidir. Yalın Düşüncede değer yaratılır ve daha sonra bir sonraki ticari faaliyet katılımcılarına ikmal edilir. Altı Sigma' da, yaratılan refah ticari faaliyet katılımcılarına daha dar anlamda fayda sağlayabilir. Zira refahın bir kısmı uzun vadeli varoluş ve başarıyı getirecek yatırım için kullanılacaktır. Altı Sigma, Yalın Düşünce' nin tersine, değer yaratımı ve bunun katılımcılara aktarımı kavramının açık bir tanımı gibi görünmemektedir.

Yalın Düşünce ve Altı Sigma arasındaki farklılıklar arasında, Yalın Düşünce' nin tüm kurum içindeki değer akışını yansıtması da yer almaktadır. Tersine Altı Sigma kendi alanı içinde daha az spesifiktir; yani bir kuruluş içinde belirli bazı iyileştirme projeleri üzerinde daha dar anlamda konsantre olur. Tedarik ağı ve tüm ağ içindeki performansı geliştirme ihtiyacını çevreleyecek kurum nosyonu Altı Sigma' nın kavramsal yapılanmasını içermemektedir.

Yalın Düşünce ve Altı Sigma merkezdeki odaklanmalarda da farklılıklar göstermektedir. Örnek olarak Yalın Düşünce sürekli akışı sağlamak için tüm kayıp kaynaklarının tespit edilmesi ve tedbirlerinin alınmasını gerektirir. Böylelikle rekabetçi bir avantaj sağlayacak hız artışı sağlanır. Tersine Altı Sigma değişkenlerin tüm kaynaklarını azaltmayı hedeflemektedir. Değişkenlerin kaynaklarının azaltılması aynı zamanda kayıpların da azaltılması anlamına gelmektedir. Bununla beraber, değişkenlerin kaynağının azaltılması, tüm kayıpların önüne geçilmesi (Yalın Düşünce' nin temelidir) anlamını taşımamaktadır. Benzer yaklaşımla, Altı Sigma' da değişkenlerin kaynağının azaltılması faaliyeti kesin bir şekilde kalitenin iyileşmemesi demektir. Yalın Düşünce de kalitenin iyileştirilmesine önem vermektedir. Kök neden analizi, poka-yoke, hata türleri ve etki analizleri (FMEA), tasarım deneyimleri, istatistiki proses kontrol gibi ortak metotların yanı sıra, Yalın Düşünce kalite gelişimi için daha geniş kapsamlı metotlar kullanır (örnek olarak kalite çemberleri, Kai-Zen, sadece hızın arttırılması için değil, aynı zamanda yeniden işlemlerin de önüne geçmek için standartlaştırılmış imalat).

Yalın Düşünce ve Altı Sigma değişimin kendisidir. Yalın kavramı sistematik değişimin agresif ve evrimsel prosesidir. Tüm kurumu kapsar ve kurumsal değişime liderlik eder. Bu bir anlamda önemli değişimlere liderlik etmeyen ama marjinal performans iyileştirmeleri ile sonuçlanan bir dizi geliştirme faaliyetlerinden farklılık arz etmektedir. Altı Sigma da süregelen iyileştirme sürecinden ziyade sistemsel ve evrimsel değişimi desteklemektedir. Bununla birlikte değişim çalışmaları hakkındaki Altı Sigma tartışmaları genel anlamda yerel nitelik taşımaktadır ve proses spesifiktir. Altı Sigma kurum çapındaki dönüşümsel değişimin

prosesine ne kadar uyum sağladığı çok açık değildir. Yine de bu Altı Sigma' nın dönüşümsel değişime sıcak bakmadığı anlamını taşımamaktadır. Altı Sigma' yı ilerleten kavramsal çerçevenin kurumsal dönüşümün sağlanmasında ölçülebilir nitelikte olduğu söylenemez. Altı Sigma, Yalın Düşünce' nin kurum çapındaki bir çok alan ve seviyede değişim yönetimi hususlarına atıfta bulunması olanağına sahip değildir.

Dahası Yalın Düşünce sadece tüm prosesleri geliştirmek ile ilgilenmez, aynı zamanda çalışanların imkan ve kabiliyetlerini optimize etmeyi ve bu faktörden en yüksek derecede fayda sağlamayı hedefler. Altı Sigma da tüm prosesleri iyileştirmek amacındadır. Ancak, hatta çalışan operatörlerin iyileştirme faaliyetlerine olan katkılarının önemine inansa da, Altı Sigma' nın insan faktörü üzerine olan vurgulaması nispeten daha azdır. Altı Sigma' da değişim bir hayli spesifik olan, proses odaklı ve "Altı Sigma Kara Kuşak" prensipleri, çalışma ve taktiklerince eğitilmiş olan ekiplerce yürütülür. Ancak yine de tamamıyla birbirinden ayrı faaliyet gösteren ekiplerin harcadığı çabalar sayesinde uygun, bütünleşik ve sistematik olan değişimin kurum içinde nasıl ortaya çıkacağı konusunda açıklar vardır. Değişim adına derleyici nitelikte olan kurum çapındaki bir perspektif ya da yol haritasının yokluğunda, değişim için farklı birimlerin yürüttüğü faaliyetler bütünüyle yerel niteliktedir. Bu faaliyetler konu birimlerin uhdesi altında yer alan maliyet/fayda kriterleri paralelinde yürütülür ve temel anlamda birbirleri ile bağlantılı olmayan izole edilmiş girişimlerdir. Bu tarz değişim girişimleri birer başarı adası üretecektir. Sistem optimizasyonundan ziyade yerel bir optimizasyondur. Altı Sigma bir kuruluşun birden fazla değişim prosesinin karşılıklı dayanışma ve işbirliği içinde yürütülmesini ifade eden bir yönetim biçimi değildir.

Yalın Düşünce ve Altı Sigma arasındaki farklar taktik seviyede daha da keskin bir şekilde su yüzüne çıkmaktadır. Yalın Düşüncenin geleneksel merkezi görevlerinden biri olan "akış" kavramı bu duruma örnek olarak gösterilebilir. Üretim hattı içinden çekme prensibine dayalı tek parça akış sistemi temel yalın üretim çalışmasıdır. Malzeme ve bilgi bir istasyondan diğerine akar. Ancak bu akış içinde hatalar ayıklanır. Bu anlayış içinde mükemmel kaliteye ulaşma çabası sürekli akışı mümkün kılan ve yalın üretimi bütünleyici yegane özelliktir. Bununla birlikte benzer kavramsal bağlantı Altı Sigma' da yoktur. Zira bu yöntemde "akış kavramı" merkezi bir rol oynamaz. Yalın Düşünce sürekli akış içinde hızı göz önünde bulundururken, Altı Sigma değişkenlerin kaynağının azaltılması ile kaliteye atıfta bulunur. Ancak yine de temel yalın düşünce faaliyetlerini devreye almadan (örneğin standart üretim) kaynak azaltılması mümkün değildir.

Yalın Düşünce ve Altı Sigma arasında bu kadar keskin faklılıklar olmasına karşın, yine de bu

iki metodun bir çok ortak noktası vardır. Müşteri odaklılık, değişkenlerin azaltılması, sürekli iyileştirme, ortak faydalar üzerine kurulu ilişkiler, sonrasını önceden gören ve tedbir alan liderlik yapısı, bilgi ve verilere dayalı yönetim biçimi bu ortak noktalara örnek olarak verilebilir. Ayrıca sürekli akış ve hıza bağlı olarak yüksek kaliteye erişim düşüncesi ve hataya tölerans gösterilmemesi Yalın Düşünce tarafından da vurgulanmaktadır. Dolayısı ile Altı Sigma bir anlamda Yalın Düşüncenin özel bir şeklidir denilebilir. Altı Sigma temel anlamda görsel olarak mükemmel kaliteye ulaşmayı hedeflemektedir. Bu bağlamda Altı Sigmayı Yalın Düşünceye geçişte itici bir güç olarak görmek yanlış olmayacaktır. Bu yüzdendir ki, bir çok kuruluş Yalın Düşünce ve Altı Sigma prensiplerini birbirlerine sentezleyerek değişim faaliyetlerini yürütmektedir.

4. LOJİSTİK SÜRECİ

4.1. Tedarik Zinciri Yönetimi

Teknolojik gelişimler, artan rekabetin zorlaması ile birlikte yatırımcıları tedarik zinciri yönetimini verimli kılması yönünde harekete geçirmiştir.

Tipik bir tedarik zinciri yönetimi aşağıdaki ana etmenlerden ibarettir:

Hammadde-> Tedarik-> Ara Stok-> Bitmiş Ürün-> Ara Depolama-> Nakliye-> Satış-> Son Kullanıcı.

Tedarik zinciri yönetiminde temel hedef maliyetlerin düşürülmesi ile hizmet kalitesi ile verimliliğin arttırılmasıdır. Tedarik zinciri lojistik ağı olarak da anılmaktadır.

Tedarikçi zinciri yönetimi tedarikçi, imalatçı, depolama ve satış birimlerini birbirleri ile verimli bir şekilde bütünleştirmeye yarayan bir yaklaşımlar dizisidir (Levi vd., 2003).

Tedarik zinciri yönetimindeki zorluklar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Tüm sistem göz önünde bulundurulduğunda, maliyeti oluşturan tüm faktörlerin aynı anda indirgenmesi ve aynı zamanda hizmet kalitesi ve verimliliğin arttırılmasını sağlayacak bir yöntemler dizisi geliştirmek fiiliyatta oldukça güçtür.
- Böyle bir sistem tasarlanabilse dahi, belirsizlik her zaman için, bu sistemin istenilen performansta çalışmasına engel olacaktır. Belirsizlik, nihai kullanıcı taleplerinin önceden tahmin edilememesi, lojistik aktarımlarda yaşanan eksiklikler, üretim süreci sırasında ön görülemeyen duraksamaları içermektedir.

Tedarik zinciri yönetimine etki eden faktörler aşağıdaki sıralanabilir:

- Tedarik zinciri karmaşık bir yapıdır ve dünya üzerinde geniş bir coğrafyayı

içerebilmektedir.

- Zincir içindeki ana etmenler olan tedarikçi, imalatçı ve satış birimlerinin ana hedefleri çoğu zaman birbirleri ile çelişmektedir.
- Tedarikçi zinciri zamana bağlı olarak gelişim gösterebilmektedir.
- Belirsizlikler tedarikçi zinciri yönetiminin sağlıklı işlemesine engel teşkil etmektedir.

Bu bağlamda;

- Temin ve talep süreçlerini dengede tutmak gerekmektedir.
- Nihai tüketiciden satış birimlerine gelen taleplerde çok yüksek değişkenlikler olmamasına rağmen, satış biriminden imalatçıya gelen taleplerde yüksek değişkenlik söz konusu olabilir.
- Öncesinden yapılan tahminler ya da ön görüler çoğu zaman başarılı sonuçlar üretmemektedir.

Özetle belirsizlik tamamıyla ortadan kaldırılamaz; ancak en aza indirgenecek risk yönetimi yaklaşımları geliştirilebilir.

1980’ lerde yeni imalat yöntemleri ve stratejilerin geliştirilmesi ile birlikte rekabet gücü artmış, maliyetler hızla düşmüş ve farklı pazarlara mal ve hizmet sunma imkanı doğmuştur. Tam zamanında üretim, kanban, yalın üretim, toplam kalite yönetimi gibi kavramlar son derece popüler olmuş, bu stratejilerin kurulması için geniş ölçekli yatırımlar yapılır hale gelmiştir. Son birkaç yılda, bununla beraber, üretim maliyetleri pratik anlamda mümkün olabilecek en düşük seviyeye indergenmiştir. Artık bilinmektedir ki, etkin bir tedarik zincir yönetimi, karlılığın ve pazar payının arttırılmasında atılacak diğer bir adım haline dönüşmüştür. Sadece 1998 yılında Amerika’ daki ticari kuruluşlar tedarik ile ilintili konular için 898 Milyar $’ lık yatırım gerçekleştirmişlerdir ve bu da bu ülkenin gayri safi milli hasılasının %10’ una tekabül gelmektedir. 2000 yılında ise bu rakam 1 Trilyon $’ a çıkmıştır. Ancak bu devasa yatırımlar dizgisi fazla stok, verimsiz nakliye stratejileri ve diğer kayıplar nedeni ile bazı atıl maliyetleri de beraberinde getirmiştir. Sözgelimi eğer ilaç sektörü daha etkin bir tedarik zinciri yönetimine sahip olabilmiş olsaydı, bugüne değin 30 Milyar $’ lık bir tasarruf sağlayabilecekti ki, bu da sektörün işletim maliyetlerinin %10’ una denk gelmektedir. Başka bir örnek vermek gerekirse ihraç edilen bir standart bir arabanın fabrikadan bayiye ulaştırılması ortalama 15 gün sürmektedir. Bu 15 günlük süre içindeki gerçek nakliye süresi 4 ya da 5 günden ibarettir. Bu örneklerden de görüleceği üzere tedarik zinciri yönetimi dahilinde maliyetlerin aşağıya çekilmesine olanak sağlayacak bir çok fırsat vardır. Verimli bir tedarik zinciri yönetime sahip olan kuruluşların sürekli olarak gelirlerinin artması ve

maliyetlerinin düşmesi şaşırtıcı değildir.

Tedarik zinciri yönetiminde tedarikçi-üretici arasındaki stratejik ortaklık verimliliğin artmasında son derece etkin bir rol oynamaktadır. Ayrıca bilhassa bazı endüstriler için tedarik zinciri yönetimi kuruluşun ticari başarısında belirleyici olan tek en önemli faktördür. Buna örnek olarak bilgisayar donanım sektörü verilebilir. Zira üretici firmalar aynı tedarikçiden benzer teknolojileri temin etmektedir. Bu sektörde faaliyet gösteren kuruluşların odaklandığı iki unsur vardır: maliyet ve hizmet kalitesi ki, bunlar tedarik zinciri yönetiminin anahtar elementleridir. Belirsizliği iyi yönetebilmek başarılı bir tedarik zinciri yönetimine sahip olabilmenin en temel koşuludur. Günümüz dünyasında artan belirsizlikler gereği, tedarik zinciri yönetimi için kaynak ayırma zorunluluğu da artmıştır.

Sadece birkaç yıl öncesine kadar yüksek hızda talebe cevap verme özelliği ile düşük envanter seviyesi gibi iki kavramın bir arada aynı anda bulunamayacağı düşünülmekte idi. Geleneksel tarzdaki envanter teorisine göre talebe cevap verme hızının artması, envanter seviyelerindeki ve dolayısı ile maliyette artışa bağlıdır. Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki son gelişmeler ile tedarik zinciri stratejilerinin daha iyi anlaşılması sayesinde kurumlar, bu iki kavramı bir arada tutmayı sağlayacak yenilikçi yaklaşımlara yönelebilmişlerdir.

4.1.1. Tedarik Zinciri Yönetiminde Anahtar Faktörler

Tedarik zinciri yönetimi dahilinde yer alan faktörler kurumun stratejik, taktik ve operasyonel seviyedeki faaliyetlerini tümünde yer almaktadır.

- Stratejik seviye kurumun uzun süre değiştirmeyeceği kararlar ile ilgilidir. Bu kararlar depoların, üretim tesislerinin ve lojistik ağı içerisinde malzeme akışının miktarı, yeri ve kapasitesi ile ilgilidir.
- Taktik seviye periyodik zaman dilimleri içinde (yıllık, üç aylık, aylık, v.b.) sürekli olarak güncellenir. Bu seviye satınalma ve üretim kararları, envanter politikaları ve nakliye stratejileri gibi konuları ele alır.
- Operasyonel seviye günlük planlardan ibarettir. Örnek olarak zaman çizelgelerinin hazırlanması, teslimat sürelerinin belirlenmesi, rotalama ve yükleme gibi konular verilebilir.

4.2. Lojistik Ağının Tasarımı

Lojistik ağı tedarikçiler, depolar, dağıtım merkezleri, hammadde, ara stok ve bitmiş ürünleri içerir. Lojistik ağının tasarımı fabrika, depo ve satış birimlerinin yerleşimini kapsayacaktır. Daha önceden de açıklandığı üzere bunlar alınan stratejik kararların bir sonucudur ve

kurumun faaliyeti üzerinde uzun vadeli etkisi vardır. Bu noktada üzerinde hassasiyetle durulması gereken stratejik kararlar aşağıda belirtilmiştir:

- Ambar miktarları.
- Her bir ambarın yerleşimi/coğrafi konumu.
- Her bir ambarın büyüklüğü/kapasitesi.
- Her bir ambarda ürünler için ayrılan boş alan miktarı.
- Her bir ambardan müşterilerin hangi ürünü alacağı.

Burada hedef alınan, üretim, satınalma, envanter tutma, çeşitli faaliyetler (depolama, ikmal ve diğer sabit giderler), nakliye girdilerini de içeren genel sistem çapındaki tüm maliyetleri en aza indirgeyecek bir lojistik ağının yeniden kurgulanması ya da tasarlanmasıdır.

Bu kurguya göre gerçekleşen bir organizasyondaki fayda ve kayıplar son derece açıktır. Ambar sayılarının artması aşağıdaki sonuçların elde edilmesini sağlar:

- Müşteriye olan erişim süresi azalacağından hizmet kalitesi artar.
- Müşteri taleplerindeki belirsizliklere karşı her bir ambarı korumak için gereken emniyet stokları artacağından dolayı envanter maliyetlerinde artış olacaktır.
- Genel giderlerde artış olacaktır.
- Ambardan müşteriye olan nakliye maliyetlerinde bir düşüş olacaktır.
- Tedarikçiden/üreticiden ambarlara olan nakliye maliyetlerinde bir artış olacaktır.

Sonuç olarak kuruluş yeni ambarlar açmak ile müşteriye yakın olmanın avantajı ile açığa çıkacak yeni maliyetleri dengelemek zorundadır. Bu yüzdendir ki, ambarın coğrafi konumu bir ürünün dağıtımı için kullanılan tedarik zincirinin verimli olup olmaması noktasında son derece kritik öneme haizdir.

4.3. Envanter Yönetimi

Envanter yönetimi, envanter ve nakliye politikaları hakkında alınan kararların koordinasyonu önem arz etmektedir. Maalesef, karmaşık yapılı tedarik zincirinde envanter yönetimi güçtür ve müşteri ihtiyaçlarının tatmininde ve tedarik zincirinin sistemi genelinde rol alan maliyetlerde önemli etkisi vardır. Tipik bir tedarik zincirin iki ucunda tedarikçi ve müşteri konumlanmışken bunların arasında ise, dağıtım merkezleri ve depolar gibi birimler yer almaktadır. Bu durum bir tedarik zinciri içinde envanterin çeşitli biçimlerde yer alacağına işaret etmektedir:

- Hammadde envanteri

- Ara stok envanteri
- Bitmiş ürün envanteri

Bunların her biri kendisine has envanter kontrol mekanizmasına sahiptir. Ancak bu mekanizmalara karar vermekte güçlükler yaşanabilir. Zira verimli üretim, dağıtım ve envanter kontrol stratejileri tedarik zinciri içinde yer alan çeşitli seviyelerdeki karşılıklı etkileşimleri hesaba katmak zorundadır ki, sistem genelindeki maliyetler azaltılırken, hizmet kalitesi arttırılmış olsun. Bilinmelidir ki, envanter kontrol mekanizmalarının kararlaştırılmasında elde edilecek faydalar azımsanmayacak derecede yoğundur.

General Motors (GM) dünyada en büyük üretim ve dağıtım ağına sahip olan otomotiv üreticilerinden biridir. 1984 yılında GM' in lojistik ağı 20.000 tedarikçi, 133 adet parça üretim tesisi, 31 adet montaj tesisi ve 11.000 bayii içermekte idi. Nakliye maliyetleri yaklaşık 4.1 Milyar $ mertebesinde iken, bunun %60' ı malzeme ikmalleri için harcanmakta idi. Ayrıca GM' in envanter değeri yaklaşık 7.4 Milyar $ idi. Bu ederin %70' i ara stok ve gerisi ise bitmiş mamullerini kapsamakta idi. GM envanter ve nakliye kalemlerindeki toplam kurumsal maliyetleri aşağı çekmeye sağlayacak bir karar almış ve ikmal hacimleri/büyüklükleri ile güzergahları üzerine yaptığı iyileştirici çalışmalar neticesinde, bu maliyetleri %26 mertebesinde azaltmayı başarmıştır.

Envanter tutma nedenleri aşağıda özetlenmektedir:

- Müşteri taleplerindeki beklenmedik değişim. Müşteri taleplerindeki değişim tahmin etmek her zaman için zordur ve bu belirsizlik son birkaç yıl içinde hızlanarak artmıştır. Çünkü
  - Bazı ürünlerin yaşam çevrim süreleri kısalmıştır. Bu durum geçmişe dair istatistiki bir verinin yokluğu anlamını taşımaktadır.
  - Pazarda rekabet eden bir çok alternatif ürün yer almaktadır. Ürün seçeneklerindeki bu artış belirli bir model için gelecek talebi tahmin etmeyi güçleştirmektedir.
- Tedarikçi kaynaklı miktar, fiyat, kalite ve teslimat konularında ihmali imkansız belirsizlikler söz konusudur.
- Talep ve tedarikte sorun olmasa bile, teslimatların mantıklı bir sürede gerçekleştirilebilmesi için bir miktar envantere ihtiyaç vardır.

Envanter yönetiminde iki önemli husus etkin rol oynamaktadır:

- Talep tahmini
- Sipariş miktarının tayini

Bir çok durumda talep belirsiz olduğundan ötürü, bu konuda tahmin yürütmek sipariş

miktarının kararın için kritik bir faktördür.

Envanter yönetimine tesir eden etkenler aşağıda özetlenmektedir:

- Müşteri talebi: önceden tahmin edilebilir ya da rastlantısal olarak tayin edilir. Ortalama müşteri talebini hesaplamak için geçmiş veriler tahmin amacı ile kullanılabilir.
- Teslimat zamanı: siparişin alınmasını müteakip kesin olabilir. Ancak bazı durumlarda bu etken de önceden tahmin edilememektedir.
- Farklı ürün çeşitliliği.
- Planlamanın vadesi
- Maliyetler: sipariş (ürün ve nakliye maliyetlerinin toplamı) ve envanter tutma (sigorta, vergi, bakım/onarım, zaman içinde ürün değerindeki yıpranma, fırsat maliyetleri ve giderlerinin toplamı) maliyeti.
- Müşteri ihtiyaçlarının kesin olmadığı durumlarda çoğu zaman ihtiyaçların tam zamanında karşılanması için sergilenen performans %100 olamaz. Bu durumda kuruluş yönetimi stratejik olarak performansın hangi seviyede tutulması gerektiğine dair karar vermek durumundadır.

4.3.1. Envanterin Görevi

Bir envanter yatırımı kuruma ardışık operasyonların birbirinden ayrılmasını ve talepteki değişimlere yanıt verme yeteneğinin arttırılmasını olanaklı kılmaktadır. Temelde dört tip envanter yapısı vardır. Aşağıda bu envanter tiplerine dair açıklamalar yer almaktadır:

4.3.1.1. Transit Stok

Bu türden stok mamullerin bir yerden başka bir yere ikmali sırasında sırasında açığa çıkar (yoldaki stok). Yönetim sistemi transit stok büyüklüğüne dağıtım sistemi tasarımını yeniden yapılandırarak olumlu yönde etkileyebilir. Örnek olarak transit stok nakil yöntemini değiştirerek ya da üretim tesisine daha yakın bir tedarikçiyi tercih ederek düşürülebilir. Ancak bu seçimler dikkatlice analiz edilmelidir. Zira yapılacak karar değişikliklerinin maliyet ve lojistik süreçlerine etkisi ve olası riskler öncesinden tespit edilmelidir. Söz gelimi havayolu ile nakil transit stok seviyesini denizyoluna nazaran önemli bir derecede düşürürken, bu durum daha yüksek taşıma maliyetlerinden ötürü ürün birim fiyatında artışa neden olacaktır.

4.3.1.2. Çevrim Stoğu

Bu türden stok ani talepleri karşılayabilmek için ihtiyaç duyulandan daha fazlasını üretmek söz konusu olduğunca açığa çıkacaktır. Bu türden stok aynı zamanda tedarik zincirinde yer alan bazı maliyet unsurlarının iyileştirilmesi adına yapılan bir fedakarlık olarak da gündeme

gelebilir. Söz gelimi dönemlik ihtiyacın üzerindeki miktarda (gelecek bir kaç dönemin de olası ihtiyaçlarını kapsayacak şekilde) sipariş vermek bir çevrim stoğu yaratırken, bu karar ile nakliye maliyetlerinde de düşüşler sağlanacaktır.

4.3.1.3. Emniyet Stoğu

Bu türden stok bir ürünün taleplerinde belirsizlikler ya da düzensizlikler söz konusu olduğu zaman korunma amaçlı olarak yaratılmaktadır. Emniyet stoğu talebin tahmini aşması veya tahmin edilenden daha uzun sürelerde temin edilme olasılıklarına karşı alınmış bir tedbirdir. Emniyet stoğu müşteri taleplerinde ani ve beklenmedik artışlar söz konusu olduğu zaman, bu taleplerin istenilen sürede karşılanabilmesini kolaylaştırmaktadır.

Burada yönetimin cevaplaması gerektiği bir soru da emniyet stoğunun hangi seviyede tutulması gerekliliğidir. Bu sorunun cevabında talep/tedarik belirsizlikleri ile emniyet stoğu maliyeti arasındaki getiri/götürü dengesi yatmaktadır.

4.3.1.4. Öngörü Stoğu

Bu türden stok ise talebin mevsimsellik özelliğinde olduğu ürünler için tercih edilmektedir. Bilhassa ürünün rağbet gördüğü dönemlerde, bu duruma paralel olarak talep düzeyinde de en üst seviyelere çıkılmış olacaktır. Bu yüzden öngörülen talebe karşılık oluşturulmuş stok önceden yapılandırılır ve konu dönemlerde hızla tüketilir. Her stok türünde olduğu gibi burada da getiriler ve götürüler söz konusu olacaktır. Kestirimci stok yerine üretim kapasitesini arttırmaya yönelik yatırıma gitmek bu duruma alternatif bir çözüm getirir.

4.3.2. Envanter Sistem Performansının Tayini

Envanter kontrol sisteminin performansının kararlaştırılması temel yönetim fonksiyonlarından biridir. Envanter miktarı bir performans göstergesidir. Bu yüzden bazı kurumlarda performans göstergesi olarak envanter seviyesindeki düşüş hedef olarak tayin edilmektedir. Ancak bu yaklaşım çok yeterli değildir. Zira envanter yatırımı ve kurum dahilindeki diğer faaliyetler arasındaki getiri/götürü ilişkisini tam olarak yansıtmamaktadır.

Bir envanter performansında ortak olarak kullanılan bir gösterge de devir hızıdır.

Devir hızı aynı endüstride faaliyet gösteren firmalar ile karşılaştırma yapmak ya da envanter kontrol tekniklerinin değişiminin etkisini gözlemlemek maksadı ile kullanılmaktadır. Yüksek devir hızı envanter yatırımının geri dönüş hızının yüksek bir oranda gerçekleşmesi anlamına gelmektedir.

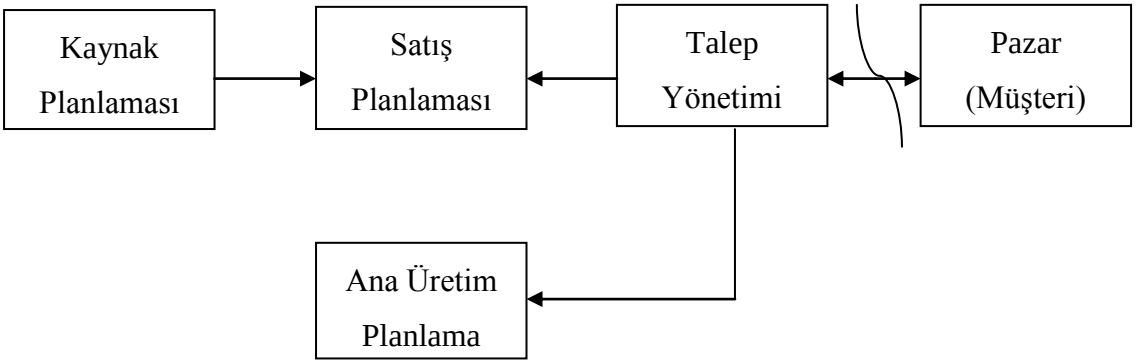
Envanterin başlıca faydalarından birini elde etmek için bazı kurumlar envanter

performanslarına değer biçmek maksadı ile müşteri hizmetini bir kriter olarak almaktadırlar. Müşteri hizmetinin ortak ölçütlerinden biri doluluk oranıdır (müşteri tarafından ani olarak talep edildiğinde ürünün bulunabilirlik yüzdesidir). Söz gelimi %98' lik doluluk oranı, müşteri talebi geldiğinde toplam talebin sadece %2' lik miktarının o anda teslime hazır olmaması anlamını taşımaktadır. Bir başka deyişle toplam talebin %98' i karşılanabilmişken, %2 si karşılanamamıştır.

Diğer performans ölçütleri arasında belirli bir zaman aralığındaki stok seviyelerinin kritiğe düşme sayısı, ürünün teslim edilmesi için gereken süre ve müşterinin talebinin karşılanamama yüzdesidir. Uygun kriter veya kriterler envanter taşıma nedeni, ürün önemi, ticari faaliyetin niteliği ve kurum objektiflerine bağlı olarak değişim gösterir.

4.3.3. Talep Yönetimi

Talep yönetimi bir kurumun üretim yönetimindeki anahtar hususlardan biridir. Bu yönetim kurum, müşterileri, tedarikçileri ve depoları arasındaki bağlantıyı hazırlar.



Şekil 4.1 Üretim yönetiminde talep yönetimi

Bu bağlamda talep yönetimi sayesinde pazardan bilgiler toplanır, siparişler sisteme girilir ve malzeme ihtiyaç planlaması yapılır. Dahası, bu yönetim sayesinde müşteriye ürün teslim tarihleri hakkında teyitler verilir, siparişi bilgilendirmesi yapılır. Bir üretim yönetim sisteminde talep yönetiminin pozisyonu Şekil 4.1' de gösterilmektedir. Şekilde de görüldüğü üzere talep yönetimi müşteri ile iletişime geçerek onlardan beklentileri hakkında bilgi toplamaktadır. Talep yönetimi aynı zamanda satış planlaması ve ana üretim planlama ile de bağlantı halindedir. Toplanan bilgi bir yıl ya da daha fazla süreyi kapsayacak satış planlarının geliştirilmesi için kullanılacaktır. Tahmini ve kesin talep bilgilerinin her ikisi de ana üretim planlama sürecinde saptanmaktadır. Ana üretim planlama sürecinde kısa vadeli, ürün-spesifik imalat planları geliştirilmekte ve kontrol edilmektedir. Zira kesinleşmiş talep bilgilerine bu süreç zarfında ulaşılabilmekte ve bu bilgilerin süreç tarafından işlenmesini müteakip, teslim

süreleri ve sipariş durumları hakkında müşteriye teyitler verilmektedir.

Kurumun üretim ve kontrol faaliyetleri aracılığı ile tüm taleplere dair miktar ve zaman bilgileri elde edilmeli ve değerlendirilmelidir. Planlama süreci ürünler için gelen kesinleşmiş gelecek taleplerin karşılanmasını mümkün kılacak olan kapasitenin belirlenmesini sağlamaktadır. Bu faaliyetin büyük bir kısmı satış planlaması ile kesişmektedir. Kontrol süreci ise siparişler alınırken kapasitenin nasıl ürüne dönüştürüleceğine karar verir. Kurum oluşturulmuş planı kesin talep bilgisi geldikten sonra icra eder. Kontrol uzvu ise tahmindeki sapmaların ve kabullerde kaçınılmaz bir şekilde gündeme gelecek diğer değişikliklerin ışığında kurumun planı nasıl değiştireceğini tayin etmektedir. Kontrol faaliyetinin büyük bir bölümü ana üretim planlama süreci tarafından yürütülmektedir. Satış planlaması ve ana üretim planlama faaliyetlerinin her ikisi de talep yönetimi tarafından sağlanan bilgilere ihtiyaç duymaktadır.

Bir çok kurum için planlama ve kontrol süreçleri günlük olarak yürütülmektedir. Diğer kurumlar için fiziksel dağıtım önem arz etmektedir. Zira bu kurumlar için nihai müşteri talep modelleri dikkati çeker bir şekilde farklılıklar gösterdiğinden ötürü, üretim tesisi bir depo ikmal programını desteklemek zorundadır.

Talep modelleri ve kurumun tepki verme süresi arasındaki fark tahmin ve planlar arasında yer alan önemli ayrıma dikkati çeker. Talep yönetiminde müşteri ihtiyaçlarına ait tahmini miktar ve zamanlama geliştirilir. Bu bir anlamda gelecekte pazarda ne olacağını kestirmektir. Kurumun taleplere nasıl cevap vereceğini kararlaştıran imalat planları esasen bu kriterleri temel almaktadır. Cevap verme için geliştirilmiş plan tahminden farklıdır. Bilhassa mevsimlik olarak talebi artan ürünlerde bu durum iyice belirginleşmektedir. Zira ürünün tüketildiği mevsim zamanında taleplerdeki artışlar zirve yaparken, diğer mevsimlerde gelen talepler epeyce azalmaktadır. Buna karşılık olarak imalat planları yıl içerisinde süreklilik arz etmek zorundadır.

Tahmin ve planlar arasındaki fark iki sebepten ötürü önem arz etmektedir. Zira kurum tahminlerin yüzde yüz bir şekilde tutturulamamasından sorumlu tutulamaz. Ancak planların gerçekleştirilmesinde bir aksama var ise burada bir sorumluluk söz konusu olacaktır. Üretim yönetim sistemlerinin ana görevlerinden biri mümkün olduğunca icra edilebilir ve gerçeğe dönüştürülebilir planlar geliştirmektedir.

Diğer sebep ise müşteriden gelen taleplerin bağımsız nitelikte olmasıdır. Her ne kadar ürünün tüketim miktarlarına yürütülen bazı pazarlama faaliyetleri ile etki etmek mümkün olsa da,

nihai karar müşteri tarafından verilmektedir. Ancak kurumun almış olduğu siparişlerin paralelinde, üretim için yapmış olduğu malzeme ihtiyaç planlaması sonucu çıkan ihtiyaçlar ise bağımlı niteliktedir. Söz konusu ihtiyaçlar planlanan üretim miktarları ile doğru orantılıdır.

Talep yönetiminin satış planlaması ve ana üretim planlama fonksiyonu arasındaki bağlantı tahminlerin tutarlı bir şekilde ve detaylı olarak yapılmasının önemini açığa çıkarmaktadır. Taleplerin tanımlanmasının önemi aşikardır. Eğer malzeme ve kapasite planlaması etkin bir şekilde yürütülmek isteniyorsa talep kaynaklarının tümü tanımlanmak zorundadır. Tüm talep kaynakları yedek parça, dağıtım miktarları, envanter seviyelerindeki değişim, tanıtım malzemeleri, yeni ürünler ve promosyonları içerir. Sadece tüm talep kaynakları hesaba katılır ise, gerçekçi bir üretim yönetim sistemi yürürlüğe konulabilir.

5. ÜRETİM YÖNETİM SÜRECİ

5.1. Toyota Üretim Yönetim Sistemi

Japonya' nın ikinci dünya savaşı sonrası yüz yüze gelmiş olduğu, talebin düşük olduğu şartlar dahilinde, geniş bir ürün gamında, düşük miktarlı üretimi verimli kılmak gibi bir sorunu vardır ki, bu ihtiyacı karşılamak için ileride Toyota Üretim Yönetim Sistemi' ni oluşturacak yenilikçi yaklaşımlar geliştirilmiştir. Düşük talep kısıtı Japon otomobil üreticilerinin Avrupa ve Amerika' da çoktan oturmuş olan endüstrideki seri imalat ve dağıtım organizasyon ve sistemleri ile rekabet edebilmeleri ve varoluşlarını sürdürebilmelerini sağlayacak alternatif bir yönetim biçimi geliştirmelerini gerektirmiştir.

Bu sitemin özünde verimliliğin arttırılması ve kayıpların en aza indirgenmesi hedef alınmıştır (Ohno, 1988).

Günümüzde, üretilen "her şey" satılamamaktadır; bunun yerine her birinin beklentisi ve ihtiyaçları farklılık arz eden müşterilerin bireysel ihtiyaçlarını karşılamak için üretim yapılmaktadır. Günümüz dünyasında endüstriler düşük hacimli ve çok çeşitli üretim yapmaya zorlanmaktadırlar.

Homojen ve miktarı yüksek üretim beraberinde kayıpların gündeme gelmesine neden olmaktadır. Bu da maliyetleri arttırmaktadır.

İmalatçıların artık masa üstünde yaptıkları planlamalar neticesinde açığa çıkan ürünleri piyasaya sürmeleri (itmek) yerine, her biri farklı değer yargılarına sahip tüketiciler pazara hükmetmekte ve sadece ihtiyaç duydukları ürünü, doğru miktar ve zamanda çekmektedirler.

1973 yılındaki petrol krizi ile birlikte ekonomik kriz de gündeme gelmiş ve küresel durgunluk yaşanmıştır. Bilhassa Japonya' da 1974 yılında büyüme sıfır olarak gerçekleşmiştir. Ancak

Toyota' da durum tersine işlemiş ve karlılıkta düşme olsa dahi, takip eden yıllarda hep kar açıklamıştır.

Söz konusu kriz dönemlerinde, daha önce işe yaramış olan çeşidin az olduğu ve üretim miktarlarının yüksek olduğu Amerikan modeli artık karlı hale gelmemiştir. Bu dönemlerde geniş bir spektrum dahilinde müşteri beklentilerini karşılayacak ürün çeşitliliği ve düşük üretim miktarlarına karşılık maliyetleri aşağıya çekmek temel hedef haline gelmiştir.

Seri imalat felsefesinin temel prensibi olarak, maliyet azaltmanın belirli bir sınırı olsa da, birim araç maliyetini azaltma üretimi yapılan miktarlardaki artışa bağlıdır. Ekonomik büyümenin yüksek olduğu dönemlerde bu yaklaşım kendini ispat etmiş ve otomotiv endüstrisinde insanların zihninde bu faydalı bir model olarak yer etmiştir.

Ancak günümüz ekonomik koşullarında, büyüme hızı yavaşlamıştır ve yüksek hacimli üretim yöntemlerinden kaçınılmalıdır. Lot miktarlarındaki artışa dayalı olarak yürütülen üretim sistemi, kayıplara neden olmanın ötesinde, gerçek ihtiyaçlara cevap verecek nitelikte değildir.

Savaş sonrası yıllarda Amerika' ya kıyasla Japonya' da üretimde ciddi boyutlarda sayılabilecek verimsizlikler vardı. Japon endüstrisinin giderek küreselleşen dünya üzerinde varlığını idame ettirebilmesi için çok kısa süre içinde, verimliliğe dair bu sorunları çözüme ulaştırması gerekiyordu. Kayıpların önüne geçilebilirse, rekabet gücünün artması sağlanacak idi.

5.1.1. Tam Zamanında Üretim

Toyota üretim sisteminin temelinde kayıpların mutlak surette ortadan kaldırılması yer almaktadır. Bu sistemi destekleyecek iki ana unsur vardır:

- Tam zamanında üretim
- Otonomasyon (Otokontrole sahip otomasyon)

Tam zamanında üretim ile işleyen bir süreç içinde, montaj için gerçekten ihtiyaç duyulan doğru parçalar, montaj hattına ihtiyaç duyulduğu an ve miktarda ulaşırlar. Bu akışı tesis etmeyi başarabilen işletmeler ideal olarak sıfır seviyesinde bir envantere ulaşmış olurlar.

Bilhassa binlerce parçanın bir araya geldiği ve bir çok sürecin iç içe geçmiş olduğu otomotiv endüstrisinde bu ideal durumu gerçeğe dönüştürmek geleneksel imalat yöntemleri ile mümkün değildir.

Üretim bir anlamda malzeme transferi olarak da algılanabilir. Geleneksel yöntemlerde malzeme temini bir önceki süreçten, bir sonraki sürece doğru işlemektedir. Otomotiv

endüstrisinde ana hatları ile ham malzeme parçalara (yarı mamullere), parçalar alt gruplara, alt gruplar ise nihai istasyon hattında araç haline dönüşmektedir. Bu akışın tersi düşünülürse sonraki süreç, bir önceki sürece gidererek, sadece ihtiyaç duyduğu miktardaki doğru parçaya, tam da ihtiyaç duyduğu zamanda çekecektir. Böylelikle önceki proses ihtiyaç duyulan doğru parçayı, doğru zaman ve miktarda yapacaktır. Bu sisteme kanban (işaret kartları) denecektir. Bu sistemde nihai montaj hattı başlangıç noktası olarak kabul edilir. Talep edilen araçların model, miktar ve teslim tarihi bilgisini içeren üretim planı nihai üretim hattına gönderilir. Sonra malzeme akışına ait metot ters yönde işletilir. Montajda kullanılan parçaların temini, sonraki sürecin, önceki süreçten ihtiyaç duyulan miktar ve zamanda parça çeker. Bu tersine akışta, imalat süreci bitmiş arabadan, ilk istasyona doğru uzanmaktadır.

Tam zamanlı üretim zinciri dahilindeki her bir halka birbirine bağlanmış ve uyum içerisinde işletilmektedir. Bu sistem sayesinde iş gücüne duyulan ihtiyaç düşer. Kanban aynı zamanda üretim siparişlerinin toplanması ya da alınması için de bir araçtır.

5.1.2. Otonomasyon (Otokontrole Sahip Otomasyon)

Uygun olmayan ürünlerin üretilmesinin önüne geçen otonom sistemleri, istenmeyen kayıpların üretim aşamasında açığa çıkmamasını sağlamaktadır. Otonom özellikteki üretim sistemleri aynı zamanda iş gücüne olan ihtiyacı da düşürmektedir.

5.1.3. Maliyeti Düşürmek Temel Hedeftir

Genel anlamda verimlilik, maliyetlerde düşüş demektir. Bu, büyük ölçüde bir makinaya bir işçi yerine, birden fazla makinaya birden fazla yapabilirliği olan işçi atama ile sağlanabilmiştir.

5.1.4. Toyota Üretim Sisteminin Gelişimi

Problemlerin kök nedeninin tespit etmek, alınacak önlemlerin verimliliğini arttırmak açısından son derece önemlidir. Kök neden tespiti üzerinde titizlikle durulmaz ise, alınacak önlem(ler) de sorunu ortadan tamamıyla ve etkin bir şekilde kaldırmayacak ve belirli bir zaman dilimi sonrasında tekrar gündeme gelerek istenmeyen kayıplara neden olacaktır.

Kayıpların bütünüyle ortadan kaldırılabilmesi için göz önünde bulundurulması gereken iki nokta vardır:

İlk olarak, verimlilikteki artış, ancak bu durum maliyet azaltımına neden oluyorsa, anlamlıdır.

Son olarak, önce her bir üretim hattı ve operatörün bireysel verimliliği, sonra tüm operatörlerin grup olarak verimliliği ve son olarak tüm üretim tesisinin tek bir bütün olarak

verimliliği değerlendirilmelidir. Verimlilik işletme içindeki her bir adımda arttırılmalı ve aynı zamanda bu durum tüm tesisin geneline yansıtılmalıdır. Örneğin, bir işletme içinde çalışan 10 işçi günlük olarak 100 birimlik üretim yapabilmektedir. Bu durumda işletme içinde çalışan bir işçinin günlük verimliliği 10' dur. Üretim hattı ve operatörler geniş kapsamda incelendiğinde, gereksiz üretim faaliyetleri, bekleme süreleri ve operatörlerin üretim hattı yerleşim planı gereği zorunlu olmayan hareketleri tespit edilmiş olsun. Alınan önlemlerin uygulanması neticesinde azaltılan kayıplar ile günlük 100 birimlik üretim 8 işçi ile yapılabilir hale geldiğini farz edilsin. Bu verimlilik iş gücünde her hangi bir azaltmaya gidilmediğinde, aynı işletmenin günlük olarak 125 birimlik üretim yapabilme yeteneğine sahip hale geldiği anlamını taşımaktadır. 25 birimlik kapasite yukarıda bahsi geçen gereksiz üretim faaliyetleri nedeni ile kayba uğramaktadır. Bu durumu aşağıdaki gibi matematiksel ifade ile tanımlayabiliriz:

Mevcut kapasite = iş + kayıp (5.1)

Bu eşitliğe göre ideal verimlilik artırımı, üretim faaliyeti süresince sıfır kayıp açığa çıkarıp, işin %100 oranına ulaşması ile sağlanabilmektedir. Üretim faaliyetleri sırasında açığa çıkacak kayıplar ana hatları ile aşağıda sıralanmaktadır:

- Gereksiz üretim
- Bekleme süreleri
- Malzeme nakli
- Proses
- Envanter
- Hat içi hareketler
- Hatalı ürün üretimi

Bu kayıpların ortadan kaldırılması, üretim sistem içindeki verimliliğin artışında çok yüksek oranda katkı sağlamaktadır. Bunu yapabilmek için sadece ihtiyaç duyulan üretimi gerçekleştirmek gereklidir. İhtiyaç fazlası iş gücü de gerçek ihtiyaca göre azaltılmalıdır.

Toyota üretim yönetim sistemi dahilinde görsel kontrol tam anlamı ile uygulanmaktadır. Standart iş akış prosedürlerine ait dökümanlar her bir istasyonda tesis edilmiştir. İçerdikleri bilgiler Toyota üretim yönetim sisteminin çok önemli bir parçasıdır. Zira verimliliğin arttırılması çalışmalarında çok etkin bir şekilde kullanılmaktadırlar. Standart iş prosedürlerine ait dökümanlar malzeme, insan ve makine parametrelerini verimli üretim yapmak için bir araya getirmektedir ve temel olarak aşağıdaki bilgileri içermektedir:

- Çevrim zamanı

- İş akış sırası
- Standart envanter

Çevrim zamanı birim ürünü üretmek için ayrılan zamandır. Bu, talep edilen miktar ve çalışma süresi parametrelerini de kendi içinde barındıran üretim miktarı ile tespit edilir. Günlük talep edilen miktar aylık talep edilen miktarın çalışma gününe bölünmesi ile hesaplanır. Çevrim zamanı ise, günlük talep edilen miktarın günlük çalışma saatine bölünmesi ile belirlenmektedir. Bir çok durumda hesaplanan çevrim zamanından operatör kaynaklı sapmalar gündeme gelebilmektedir. İnsana bağlı bu sapma faktörünün ortadan kaldırılabilmesi için çalışanın ilgili eğitimleri alması gerekmektedir.

İş akış sırası adından da anlaşılacağı gibi işçinin üretim faaliyeti süresince takip ettiği operasyonların dizisidir.

Standart envanter ise takip edilen operasyonlar için ihtiyaç duyulan minimum ara stoktur. Bu hat kenarındaki üretimden çıkmış ya da üretimi bekleyen yarı mamuller kadar, hat üstü üretimi yapılan malzemeleri de içermektedir.

Kanban sistemi Amerika' daki süpermarketlerden esinlenerek geliştirilmiştir. 1940' ların sonuna doğru Amerikan tarzı süpermarketlerde kullanılan malzeme akışı temel prensipleri, Toyota üretim tesislerinde de uygulanması çalışmalarına başlanmıştır. Süpermarket ve araç üretimi kavramları başlangıçta çok alakasız gözükse de, süpermarketlerin iş yapış tarzlarında yapılan araştırmalardan elde edilen bulgular arttıkça, tam zamanında üretim sisteminin kurgulanması da hızlanmıştır. Süpermarketler müşteri ihtiyacının istenilen miktar ve zamanda karşılandığı yerlerdir.

Süpermarketlerden öğrenildiği üzere, Toyota üretim yönetimi, bir sonraki prosesin (müşterinin) bir önceki prosese (süpermarket) giderek ihtiyaç duyduğu miktardaki parçaları (malları) ihtiyaç duyduğu an temin etmesinden ibarettir. Önceki proses az önce alınan miktardaki ürünü (yeniden rafların stoklanması) hemen üretmeye başlar. Bu yaklaşım tam zamanında üretim felsefesinin temelini teşkil eder ve ilk olarak 1953 yılında uygulamaya konmuştur. Bu yaklaşım içindeki temel problem, sonraki prosesin tek bir seferde büyük miktarlarda malzeme talep etmesinde açığa çıkmaktadır. Bu sorun hat dengelemesi yaklaşımı ile çözülmüş olup, bu yöntemden çalışmanın ilerlenen aşamalarında genişçe bahsedilecektir.

Kanban vinil bir dikdörtgen koruyucu içinde saklanan bir kağıttan ibarettir. Bu kağıt tesellüm, ikmal ve imalat bilgilerini içermektedir.

Bir süpermarketin işleyişinde, müşteri tarafından satın alınan malların kasada ödemesinin

yapılmasını müteakip, çıkışı yapılır. Satın alınan malların türü ve miktarı hakkında bilgileri içeren kartlar sonra satınalma departmanına gönderilir. Bu bilgi kullanılarak, satın alma tarafından tüketilen mal kadar raflara yeniden stoklar ilave edilir. Bu kartlar Toyota üretim sisteminde çekme kanbanına tekabül gelmektedir. Süpermarkette ise sergiye çıkarılmış olan mallar bir üretim faaliyeti içindeki envantere tekabül gelmektedir.

Eğer bir süpermarket yakınlarında kendi üretim tesisine sahip olmuş olsaydı, mağaza ile üretim faaliyeti arasında üretim kanbanı ve çekme kanbanı yer alacak idi.

Eğer kanban sistemi bir üretim faaliyeti içinde başarılı bir şekilde uygulanabilirse, üretim tesisi içindeki tüm faaliyetler birbiri ile bütünleşerek, sistematik bir yapıya kavuşur. Sadece bir parça kağıt ile üretim miktarı, zamanı, metodu, sırası veya ikmal miktarı, zamanı, yönü, depolama adresi, nakil ekipmanı, sepet/palet türü gibi bilgileri yönetmek mümkün hale gelecektir.

Bir üretim faaliyeti içinde sıklıkla kullanılan yaklaşım olan ne, ne zaman ve ne kadar sorularının imalat emirleri halinde iş planı yapan kısımlar tarafından cevaplandırılması ve ne zaman sorusunu isteğe bağlı bir şekilde kurgulanması durumunda, üretim için ihtiyaç duyulan hammadde ya da yarı mamul parçaların zamanında ya da erken gelmesi bir sorun olarak algılanmayacaktır. Oysa ki, bu malzemelerin tam ihtiyaç anında temini yerine, ihtiyaç öncesi herhangi bir zaman aralığı içinde gelmesi gereksiz ara işçilik sarfiyatı anlamına gelmektedir. Bu durumda kayıpların açığa çıkmasının engellenmesi olanaksızdır.

Totoya üretim yönetim sisteminde aşırı üretim kanban tarafından önlenmektedir. Sonuç olarak fazladan envantere gerek duyulmamakta ve gereksiz stoğun ihtiyaç duyduğu boyutlarda bir depo, insan gücü ve kağıt işleri de ortadan kalkmaktadır.

Kanban sistemini bir üretim yönetim faaliyeti içine entegre ederken gerçek amacı tam olarak kavranamaz ve uygun şekilde kullanılmaz ise, büyük sorunlara neden olacaktır. Kanban sistemi tam zamanında üretimi başarı ile gerçekleştirebilmenin en etkili yoldur. Kanbanın tek amacı tam zamanında üretimdir ve aslında kanban sayesinde üretim hattı kendi kendini kontrol edebilir hale gelir.

Kayıpların en aza indirgenmesine dair hedef ve yaklaşım kanban tarafından özellikle vurgulanmaktadır. Kanbanın kullanılmaya başlanması ile birlikte sürekli iyileştirme faaliyetlerinin de katkısı ile kayıplar su yüzüne çıkar.

Temel Kanban fonksiyonları aşağıda özetlenmektedir:

- Çekme ve iletme bilgilerini sağlar: Bir üretim hattı içinde sonraki istasyon, bir önceki istasyondaki kanban tarafından işaret edilen miktardaki parçaları çeker.
- İmalat bilgilerini sağlar: Kanban tarafından işaret edilen miktar ve düzendeki parçaları bir önceki istasyon üretir.
- Aşırı malzeme üretimi ve ikmaline engel olur: Kanbansız hiçbir parça yapılmaz ya da ikmal edilmez.
- Malzemelerin üzerine eklenmiş bir imalat emri vazifesi görür: Malzemeler üzerinde her zaman için bir kanban formu vardır.
- Uygun olmayan ürünleri üreten süreçleri belirleyerek hatalı ürün kullanımına engel olur: Hatalı ürün bir sonraki istasyona gönderilmez. Sonuç olarak %100 hatadan arındırılmış ürünler açığa çıkacaktır.
- Var olan problemlerin su yüzüne çıkmasını sağlar ve envanter kontrolünü geliştirir: Kanbanın yapısında etkin ve güvenilir problem tanımlama ve gereksiz ara stok değerleri düşürme yöntemleri mevcuttur.

Kanban sistemin bir üretim yönetim faaliyeti içine dahil edilmesi için üst yönetimin katkı ve desteği çok önemlidir. Geleneksel üretim yönetim sisteminin yıkılıp, radikal bir şekilde yerine yeni bir üretim yönetim sisteminin inşasının başarılması için bu katkı son derece önemlidir.

5.1.5. Malzeme Akışını Yönetmek Temel Şarttır

İkinci Dünya Savaşı sonrası temel kaygı yüksek kalitede ürün üretmek idi. Petrol krizi sonrası ise sorun ihtiyaç duyulan miktarda ürün üretmek üzerinde yoğunlaştı. Malzeme akışı ana sanayi ile tedarik ayağının karşılıklı olarak işbirliği yapması vesilesi ile etkin bir şekilde yönetilebilir. Malzeme akışı gereken etkinlikte yönetilemez ise, Kanban sisteminin de başarılı bir şekilde yürütülmesi olanaksızdır. İmalat süreci içerisinde geriye doğru gidecek bir kanban sistemini içeren bir malzeme akışı kurgulanamaz ise, sistem çalışmayacaktır. Kanban sistemini başarılı hale getirecek ana etmenler aşağıda özetlenmiştir:

- İmalat sürecinin kesintiye uğramaması ve süreklilik arz etmesi mümkün olduğunca çok sağlanmalıdır.
- İş istasyonlarında hat dengelemesi yapılmalıdır.
- Standardize edilmiş imalat yöntemleri geliştirilmeli ve uygulanmalıdır.

Kanban sisteminin her durumda sağlıklı bir şekilde işletilmesinde bazı zorluklar vardır. Zira söz gelimi bir sonraki istasyon tarafından talep edilen malzemelerin miktar ve süresindeki değişimlere her insan ve makine kaynakları zaman için ayak uydurmakta güçlük yaşabilirler.

Çekilecek miktardaki dalgalanmalar ne kadar çok artarsa, bir önceki istasyon o oranda kapasitede artış ihtiyacı duyacaktır. Üstelik sadece işletme içi değil, iş ortaklığı yaptığı dış tedarikçileri de devreye girince bu durum daha da karmaşık bir hal alacaktır. Son istasyondaki talep dalgalanmaları geriye doğru tüm süreçleri olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olumsuz çevrimin ortaya çıkmasından kaçınmak ve malzeme akışını olabildiğince düz bir zeminde kurgulayabilmek için, üretim süreci içerisinde gündeme gelen bu ani iniş ve çıkışları da mümkün olduğunca doğrusal bir hale getirmek gerekmektedir. Buna hattaki iş yükü dengelemesi denmektedir.

İdeal olarak hat dengelemesi sıfır dalgalanma ile sonuçlanmalıdır. Ancak otomotiv sektöründe olduğu gibi binlerce parça ve onlarca iş sürecinin karşılıklı olarak etkileşim içinde olduğu bir üretim ortamında bunu gerçekleştirebilmek son derece güçtür.

Hat dengelemesi üretim sırasında aynı tipten ürünün üretim miktarlarını mümkün olduğunca düşük tutmak ile başarılabilmektedir. Zira bir önceki istasyonda arzu edilmeyen bir talep dalgalanması yaratmaktan kaçınmak temel hedeftir. Örnek olarak bir otomotiv fabrikasında üretim hattına giren araç tipleri sırası ile bir sedan, ardından bir üstü açılır, sonra bir sedan ve sonra da bir vagon modelden ibarettir. Bu yolla aynı ürünlerin lot miktarları ve üretimdeki talep dalgalanmaları en aza indirgenmiş olur. Ancak hat dengelemesinin de beraberinde getirdiği bazı problemler de vardır. Örnek olarak yine bir otomotiv fabrikası düşünüldüğünde, montaj hattı üzerinde ürün çeşitliliğinin çok, miktarının az olması ile birlikte bir önceki istasyonda örneğin preshanede gereken önlemler alınmaz ise, maliyet artışları gündeme gelecektir. Zira preshanede farklı ürün tiplerine hitap eden kalıpların kurulumu sırasında harcanacak kayıp zaman miktarı artacaktır. Genel bir yaklaşım gereği preshane bir kalıp kurulumunun gerçekleşmesi sonrası olabildiğince durmadan ve aynı üründen mümkün olduğunca çok miktarda üretim gerçekleştirebildiği sürece kabul edilebilir maliyet seviyelerine ulaşabilmektedir. Montaj hattındaki dengeleme ise, bu durumun tersini talep etmektedir. Ana montaj hattındaki düşük lot miktarlarındaki üretim, geriye dönüldüğünde preshanedeki bir zımba kalıbının çok uzun süre kullanımına engel olmaktadır. Dolayısı ile preshanedeki kalıp kurulum prosedürleri, kayıp zamanları en aza indirgeyecek şekilde kurgulanmalı ve uygulanmalıdır. 1940’ larda Toyota’ da kalıp değişim süresi iki-üç saat idi. 1950’ lerde hat dengelemesi tüm fabrika geneline yayıldıktan sonra, kurulum süreleri önce bir saatin altına indi, sonra 15 dakikaya geriledi. 1960’ lara gelindiğinde üç dakika içerisinde kalıp değişimi tamamlanabiliyordu. Bilhassa otomotiv sektöründe geçerli olmak üzere, seri imalat endüstrisinde hat dengelemesi ve ürün çeşitliliği, planlı seri imalat sisteminden daha

avantajlıdır. Ancak unutulmamalıdır ki, ürün çeşitliliği arttıkça hat dengelemesini de gerçekleştirmek o kadar güçleşir.

Hat dengelemesi bir çalışma grubu üyelerinin hedef sürenin altında kalacak şekilde operasyonların dengeli olarak paylaşımıdır. Bu noktada hedef süre net çalışma zamanının üretim adetine bölünmesi ile bulunacaktır. Hat dengelemesi metodu operatör ağırlıklı olan üretim faaliyetlerinde kullanılmaktadır. Otomasyonun yoğunlukla tercih edildiği üretim tesislerinde ise iş analiz diyagramları kullanılır. Hat dengelemesi sayesinde hedef sürenin altında kalınarak istenen üretim adetlerine ulaşılır. Ayrıca mevcut iş yükü istasyonlar arasında en uygun şekilde dağıtılır. Üretim şartlarında değişkenlik yaşanması durumunda ise, üretim sistemi kendisini bu duruma hızlıca uyarlar. Hat dengeleme panosu hazırlanırken aşağıda belirlenen adımlar takip edilecektir:

- Üretim sırasına göre prosesi sistemini oluşturan adımlar dizilir. Sıralı olması iş kaydırmanın mümkün olmasını sağlar.
- Proses sistemindeki ana adımlar ölçülü olarak sütunlara yerleştirilir.
- Hedef süre ölçülü olarak belirtilir.

Hat dengeleme panosunda 1 saniyelik iş 0,5 cm. uzunluğundaki bir çubuk ile ifade edilir. Yapılan tüm operasyonlar değer katan ve katmayan, kalite kontrol, opsiyon değer katan ve katmayan olarak sınıflandırılır. Bu sınıflandırmalar birer renk kodu ile tanımlanmaktadır. Önerilen renk kodları aşağıda belirtilmektedir:

Katma değeri olan=> Yeşil

Katma değeri olmayan=> Kırmızı

Kalite kontrol=> Siyah

Opsiyon değer katan=> Sarı

Opsiyon değer katmayan=> Mavi

Şekil 5.1’ de hat dengelemeye bir örnek verilmektedir. Bu örneğe göre toplamda 240 saniye tutacak bir operasyon için 120 cm. yüksekliğinde bir pano hazırlanmalıdır. Şekilde de görüleceği üzere sütunlar bölümüne proses sistemini oluşturacak adımlar yazılacaktır. Sütunların her renk kodu ile yapılan ayrımına proses sistemi ana adım adı ve No’su yazılır. Sütunların altına ise renk kodlarının toplam süresi yazılmaktadır (Ford, H.D.).



Şekil 5.1 Hat dengeleme panosu

5.1.6. Kanban Gelişimi Hızlandırır

Kanban sistemi %100 hatadan arındırılmış olan yarı mamüllerin üretim hattına ilerlemesini sağlamaktadır. %100 hatadan arındırılmış yarı mamüllerin üretim hattı üzerimde sağlayabilmek için, hatalı ürün üreten herhangi bir sürecini operatöre bildiren otomatik sistemler kurulmalıdır. Bu öylesine bir sistemdir ki, hatalı ürünü ortaya çıkaran imalat süreci sürekli olarak bu hatanın bir daha gündeme gelmemesi için kendisini sürekli iyileştirmeye tabi tutar. Bu da kanbanın diğer üretim yönetim sistemlerine göre olan bir üstünlüğüdür.

Tam zamanında üretim yapan bir imalat hattında fazladan stok bulundurulmadığından ötürü, bir önceki istasyon eğer hatalı ürün yaparsa bir sonraki istasyon üretim hattını durdurmak zorunda kalabilir. Bu durum, böylesi hataların bir daha vuku bulmaması için psikolojik bir baskı unsuru halini almıştır. Standardizasyon ve rasyonellikteki yetersizlikler hatalı ürün üretimine neden olan iş prosedürleri ve uygulamalarında kayıplara, kararsızlıklara ve makullükten uzaklaşmalara neden olur.

Eğer hatalı ürün üretimi düzeltilemez ve önlenemez ise, bir sonraki istasyonun çekeceği yeterli miktardaki tedariki sağlamak olanaksız hale gelir. Bu sebepten ötürü, üretimin temel hedeflerinden biri olan maliyetlerin mümkün olduğunca aşağı çekilmesi söz konusu olamaz. Üretim sürecini tam olarak dengelemek ve rasyonel hale getirme konusundaki çabalar otomasyon sisteminin kurulumundaki başarının anahtarıdır.

5.1.7. Kanban Mantığında Taşıma Sepetleri

Daha önceden de bahsedildiği üzere, kanban aslında dikdörtgen vinil bir zarf içindeki bir parça kağıttır. Kanbanın en önemli görevi her aşamada bir önceki istasyon ile bir sonraki istasyonu birbirine bağlayan bilgi paylaşımını sağlamaktır. Hat üstünde imalat yürürken bir kanban her zaman için yarı mamuller üzerine iliştirilmiştir.

Ancak bazı durumlar vardır ki, bu kartların kullanımı her zaman zorunlu değildir. Sözgelimi taşıma kapasitesi sınırlı olan bir sepet düşünülsün. Her ne kadar ürün üzerinde bir kanban etiketi iliştirilmiş olsa da, sepetin kendisi aslında bir kanban aracıdır. Zira hat kenarındaki stok önceden tayin edilmiş standart emniyet seviyesine ulaştığında, boş taşıma sepeti bir önceki istasyona gönderilir ve aynı anda sonraki istasyon tarafından dolu sepet çekilir.

Prensip olarak kanban etiketi her bir ürün üzerinde iliştirilmiş olmalıdır. Ancak bu durumda böyle bir zorunluluk ortadan kalkmaktadır. Çünkü kanban sisteminin gereği olan istasyonlar arası iletişim bu yöntemle de sağlanmış olur.

5.1.8. Organizasyon İçinde Otonom Sistemi

Toyota üretim yönetim sistemi, tıpkı insan bedeninde istem hareket eden sinir sistemine benzer bir karar mekanizması geliştirilmiştir. Bu mekanizma gereği mümkün olan en alt seviye de dahil olmak üzere sistem dahilindeki tüm katmanlar sorumluluk alanları dahilinde sözgelimi; üretimin ne zaman ve hangi koşullar altında durdurulacağı, parçaların imalatında hangi sıranın takip edileceği, ihtiyaç duyulan miktardaki üretimi gerçekleştirebilecek üretimi yapmak için harcanacak fazladan çalışma mesaileri gibi konuların karara bağlanması aşamasında kendi yargılarını kullanmaktadırlar.

Otonom karar alma mekanizması tam zamanında üretim ve kanban sisteminin bir üretim yönetim sisteminde yaygın ve derin bir şekilde kullanılmasının doğal bir sonucudur. Karar almada merkeziyetçilik ise çoğu zaman çoğu zaman çok değerli fırsatların yakalanması için gerekli olan kısıtlı zamanın verimli bir şekilde kullanılamaması anlamına gelmektedir.

5.1.9. Toyota Tarzı Bilgi Sistemi

Her üretim tesisinde olduğu gibi Toyota' da da bir üretim planlama faaliyeti vardır. Bu plan dahilinde öncelikli olarak yıllık tahmini üretim planı oluşturulur. Bu tahmini planda satış ve pazarlama departmanlarından alınan öngörüler dahilinde konu yıl içinde yürütülecek üretim faaliyeti ile imalatı gerçekleştirilecek miktarlar kabaca tayin edilir. Daha sonra bu plan aylık bazda detaylandırılır. Hem yıllık olarak tahmini, hem de aylık olarak daha kesin olarak hazırlanmış bu iki plan da dış tedarikçiler ile paylaşılır. Nihai olarak bu planlara bağlı kalarak

hat dengelemesini de içerecek şekilde günlük üretim çizelgeleri detaylı bir şekilde oluşturulur. Toyota üretim yönetim sisteminde bu detaylı günlük üretim çizelgeleri son derece önemlidir. Bir önceki ayın son yarısında, tüm üretim hatları her bir ürün tipi için gerçekleştirilecek olan üretim miktarları hakkında bilgilendirilir. Öte yandan, günlük üretim sırası sadece nihai montaj hattına gönderilmektedir. Bu durum Toyota üretim yönetim sisteminin kendisine münhasır bir özelliğidir. Halbuki konu üretim sırasının tüm üretim birimlerine gönderilmesi dünya genelinde faaliyet göstermekte olan diğer otomotiv firmalarında yaygın bir şekilde kabul görmüştür.

Bu özellik üretimde Toyota bilgi sisteminin nasıl çalıştığının çok önemli bir göstergesidir. Montaj hattı kenarındaki üretim hattı operatörleri parçaları kullanırlarken, parçalar üzerinden kanban etiketini çıkarırlar. Takip eden süreç kullanılan miktar kadar parça yapmayı içerecektir. Bu durumda özel bir imalat planı oluşturulmasına gerek yoktur. Diğer bir ifade ile kanban aynı zamanda bir önceki istasyon için bir imalat emri gibi davranmaktadır.

Örnek olarak bir otomotiv fabrikasındaki nihai montaj hattı ele alınsın. Her bir alt montaj süreci orta bölümde ana montaj hattı ile birleşir. 1 no' lu araç ana montaj hattından düşmek üzere iken, 20 no' lu araç hattın birinci istasyonuna henüz girmektedir. İmalat emri ya da sırası her bir araba için ilk üretim süreci olan "motor hazırlık" bölümüne yayınlanır. Bu bölümde görevli montaj operatörü araç üzerine ilgili aracın üretimini gerçekleştirmek için gerekli tüm bilgileri içeren bir form (aracın hangi özelliklerde olacağını bildiren imalat emri) iliştirir. Sonraki alt montaj süreci olan "torpido hazırlık" bölümünde görevli olan montaj operatörleri bu formu kullanarak montaj için hangi parçaların kullanılacağını söyleyebilmektedir. Burada bilgi akışı kanban aracılığı ile yürütülmektedir. Örnek olarak tampon montajını ele alalım. Bu sürece 6 no' lu araç için hangi tipte tamponun kullanılacağının bilgisinin iletilme zorunluluğu vardır. Bu noktada, ana montaj hattı üzerinde montajı yapılmakta olan 6 no' lu aracın bilgileri imalat süreci tarafından "tampon hazırlık" bölümüne kanban aracılığı ile verilir. Daha fazla bilgi ihtiyacı yoktur. Fazla bilgi her zaman için karışıklığa ve esneklik kaybına neden olan potansiyellere sahiptir. Toyota üretim yönetim sisteminde fazla ve gereksiz bilgiden her zaman için kaçınılır. Bu sadece üretilmekte olan ürünün bilgilerini yayınlamak ile gerçek olabilir. Gereksiz bilgi paylaşımının önüne geçilmesi ile birlikte ani üretim planındaki değişimlere uyum da kolay olacaktır. Zira tesis içinde herhangi bir imalat süreci sadece üretimi yapılmakta olan mamulün bilgilerine sahiptir.

5.1.10. Kayıpların Zararlarının Yeniden Gözden Geçirilmesi

Daha önceden de vurgulandığı üzere, Toyota üretim yönetim sisteminin temel amacı

kayıpların önüne geçilmesi ve verimliliğin arttırılmasıdır. Bir imalat süreci içinde "kayıp" tabiri değer katmadan maliyetleri yükselten tüm etkenleri ifade eder. Kayıpların zincirleme reaksiyon gösterme özelliği vardır. Örnek olarak gereğinden fazla işgücü, ihtiyaç fazlası üretim yapar. Bu da en tehlikeli kayıp olan ihtiyaç fazlası envanter anlamına gelmektedir. Bu envanteri depolamak için üretim tesisi içinde alana ihtiyaç vardır. Ambar içinde kullanılan ekipmanlar için ilave olarak yatırım ihtiyacı doğar. İlave olarak ambar içinde saklanan ürünleri yönetecek bilgi sistemleri ihtiyacı açığa çıkar. Ayrıca yarı mamüllerin bir kısmı ömürlü olabilir ya da paslanmaya karşı korunmak zorundadırlar. Bu yüzden kullanımına sıra gelmeden hurdaya ayrılabilirler. Envanter periyodik olarak sayılmalı ve kontrol edilmelidir. İyi yönetilemez ise, emniyet sınırını aşarak kritik bir seviyeye ulaşabilir. Dolayısı ile kayıp zincirinin ilk halkası zaman içinde maliyetleri arttıracak olan başka kayıpları da neden olacaktır.

Sürekli iyileştirme faaliyetleri kapsamında üretim hattının dikkatlice gözlenmesi neticesinde kayıplar ortaya çıkar ve geliştirmeler için fırsat yaratılır. Bu perspektifte operatörün faaliyetleri kayıp ve iş olarak ikiye ayrılabilir:

Kayıp: İhtiyaç duyulmayan ve sürekli kendini tekrar eden hareketlerdir. Bu hareketlere yarı mamul için bekleme örnek olarak verilebilir. Bu tür gereksiz hareketlerden kaçınılmak için acilen önlem alınmalıdır.

İş: Değer katmayan ve katan olmak üzere iki tip iş vardır. Değer katmayan iş de bir anlamda kayıp olarak algılanabilir. Yarı mamülün üretim hattına getirilmesi için operatörün yürümesi için harcanan zaman ya da dışarıdan temin edilen yarı mamüllerin ambalajlarının açılması ve bu ambalajların geri dönüşüm birimlerine gönderilmesi için sarf edilen işçilik değer katmayan iş kapsamında incelenmelidir. Bu işlerin minimuma indirgenmesi için sürekli iyileştirici faaliyetlere ihtiyaç vardır.

Değer katan iş ise, bir ürünün şeklini ya da özelliğini değiştiren bir faaliyet çeşididir. Bu sürecin devamında ürünün değeri sürekli olarak artar. Ham malzemenin yarı mamüle, yarı mamulün nihai ürüne dönüştürülmesi ve sonunda değerin yaratılmasına imkan verir. Değer katan iş oranı ne kadar yüksekse, işletme içindeki verimlilik de o kadar yüksek olacaktır.

Değer katan işin yüzdesel oranını yükseltmek için değer katmayan hareketlerden kaçınılması gerekliliği vardır. Bir çok imalat tesisinde bir üretim sürecinde görev alan operatörlerin, diğer imalat süreçlerinden önde gittikleri gözlemlenebilmektedir. İşçi beklemek yerine bir sonraki işi yapacak ve böylelikle beklemeye dair kayıplar kısa vadede gizlenecektir. Ancak bu durum

tekrarlandıkça, ihtiyaç fazlası ara stok açığa çıkacaktır. İşgücünde optimizasyon ihtiyaç fazlası üretimin açığa çıkmasına engel olurken, kontrol önlemlerinin alınabilmesini de olanaklı hale getirir. Kanban sistemi sayesinde bu önlemlerin alınması kolay olur. Örneğin bir istasyondaki standart emniyet stoğu eğer beş ise ve herhangi bir zamanda bu stok beşin altına inerse, kanban sayesinde bir önceki istasyon kritik stok miktarı olan beşe ulaşana kadar üretim yapacak ve bu seviyeye ulaşıldığı anda üretimi durduracaktır. Böyle işleyen bir üretim faaliyeti içinde fazladan ara stok asla gündeme gelmeyecektir. Gereksiz üretim yapmanın önüne geçebilmek, sadece parçaların ihtiyaç duyulduğu anda ve bire bir yapılmasını sağlamak için bu parçaların ne zaman ihtiyaç duyulduğunu bilmek son derece önemlidir. Bu yüzden çevrim zamanları her zaman için doğru tespit edilmelidir.

5.2. Yalın Üretim

Yalın düşünce dinamik, bilgi ile yönetilen ve müşteri odaklı bir proses olup, değer yaratılması amacı ile kayıpların önüne geçilmesini hedeflemektedir. Değer yaratımı yalın düşüncenin temelini oluşturur. Ancak bu sayede ihtiyaçlara cevap verebilen, esnek hareket etme imkanına sabit ve rekabet gücüne haiz bir kuruluş yapısı söz konusu olabilecektir.

Yalın üretimin temelinde aşağıda yer alan prensipler vardır:

- Müşteriye odaklanma: müşteri ihtiyaç ve beklentileri kurumun tüm aktiviteleri üzerinde çekme etkisi yaratır.
- Değer yaratılması amacı ile kayıpların önüne geçilmesi: sadece maliyetlerin düşürülmesi amacı ile değil, aynı zamanda verimlilik ve gelişimin sağlanması için her türlü kaybın önüne geçilmesi gerekmektedir. İyileştirme ve verimlilik artışı süreklilik arz etmelidir.
- Bilgiye dayalı kurumsal değişimin desteklenmesi: fikir ve çabalardan faydalanılarak tüm iş gücünün evrimsel dönüşüme katkı sağlamasına destek olunmalıdır.
- Değişim prosesinin yönetilmesi ve ilerletilmesi: sürdürülebilir bir değişim prosesinin sağlanması, pazardaki değişimlere ayak uydurabilen, esnek yapılı, rekabet gücüne sahip bir kurum için gereken özelliklerdir.

Yalın uygulamalar için aşağıdaki temel faaliyetler yürürlüğe sokulmalıdır:

- Değer zincirinde akışın senkronize edilmesi gerekmektedir.
- Ürün geliştirme prosesleri uyarlanabilir nitelikte olmalıdır.
- Bilgi akışının hızlandırılması.
- Mükemmel kaliteye erişmek için çaba sağlanmalıdır.
- Tüm yönetim seviyelerinde liderlik ve etkin karar verme mekanizmaları oluşturulmalıdır.

- Kapasite kullanımı ve iş gücünden faydalanma optimize edilmelidir.
- Organizasyonel öğrenme desteklenmelidir.
- Değer zinciri içinde yenilikçilik ve bilgi bütünleşmesi sağlanmalıdır.
- Ortak güven ve taahhütlere dayalı ilişkiler yapılandırılmalıdır.

Yalın üretim'de kullanılan yönetim araçlarından "Heijunka"yı Türkçe'ye "düzgün üretim" veya "dengelenmiş üretim" şeklinde aktarılabilir. "Heijunka" en tepeden en alta kadar "kendi işini kendin planla ve üretimi dengele"nin ifadesidir. Heijunka tüm üretim kaynaklarının planlamasını içerir. Burada çalışanlar kendi iş yüklerini bir sonra gelen prosesin istediği miktarda çıktıyı üretebilecek şekilde ayarlarlar. Müşteri talebinin değişkenliği karşısında, istenilen zamanda, istenilen miktarda, istenilen kalitede, istenilen maliyette, istenilen yere ürünün ulaştırılması üretimin düzgünleştirilmesinden ve işletme içinde son montaj bantlarından başlayarak her alt proses için üretimin sonra gelen prosesin isteklerini hemen cevaplandıracak şekilde yapılanmasından geçer. Talep dalgalanmaları arttığı ölçüde, talepleri geri çevirmemek için elde bulundurulması gerekli proses içi stok seviyeleri yükselir.

Üretim içinde son montaj bantlarından geriye doğru bir sonraki prosesin bir önceki prosese yaptığı talepte dalgalanmalar artar. Geleneksel anlamda aynı modelden çok sayıda üretim yapmak zaten işletmelerde şu anda karşılaşılan pek çok sorunu beraberinde getirmektedir ve maalesef bu sorunlar üretimin kendi sorunları değil üretimi yönetenlerin yarattığı sistemi karmaşık hale getiren "her şeyi görmek" arzusundan doğmaktadır. Gerçekte üretim kendi içinde metotlar tanımlandıktan sonra ilişkilerin yalın olarak yürütülebileceği bir ortamdır. Burada önemli olan son montaj bantlarının her biri için ayrı ayrı düzgünleştirilmiş üretim programları hazırlamaktır.

"Heijunka Yönetimi"nin yüksek hacimli imalat sistemlerinde kullanılması beraberinde bazı maliyetleri de getirir. Aslında bu maliyetler kaçınılmazdır ve diğer bir deyim ile "olmazsa olmaz"dır. Burada katlanılan tampon stoklardan söz edilmektedir. "Heijunka Yönetimi"nde yüksek hacimli imalat sistemlerinde tampon stoklar darboğaz ve ürün özel operasyonlarda talebin cevaplanamama maliyetini yok ederler. Buna karşılık elde tampon stok bulundurma maliyetleri oluşur. Darboğaz, sürekli bir imalat prosesindeki en uzun imalat süresine sahip operasyondur. Darboğaz bir operasyon zincirindeki en yavaş operasyon olduğu için, hattın çıktısını etkileyecektir. Gerekli zamanda, gerekli AraStoklar ile ortaya çıkan darboğaz operasyonlar kritiktir ve ardışık iş , bu operasyonlar ile yapılması gereken iş ile birleşemez. Benzer olarak ürün özel veya esnek olmayan operasyonlar çok dikkatli olarak yönetilmelidir, böylece teorik olarak yüksek kapasiteli operasyonların beklenmedik bir şekilde darboğaz

olması önlenebilir. Aynı şekilde bir darboğazda işler çok iyi sıralanmalı ve dengelenmeli, iş esnek olmayan operasyonlarda dikkatli yönetilmelidir. Burada sözü edilen sıralama, dengeleme ve dikkatli yönetmenin Japonca'da karşılığı "Heijunka"dır.

Esnek olmayan operasyon, bir proses içinde ortaya çıkabilecek ara stoğun hepsini işleyecek yeteneğe sahip olmayan operasyondur. Eğer test hücreleri arasında iş dengelenmesi yapılmazsa, bazı test hücreleri önünde fazla ara stok yığılmaları olurken bazıları boş kalacaklardır. Bu yüzden yeterli kapasite olduğu halde, yapay bir darboğaz yaratılmış olur. Ürün akışının yanlış yönetilmesi yüzünden mevcut kapasite kullanılamamış durumdadır. Üretim hattındaki uygun boyutlu ara stoklar bahsedilen sorun için ve esnek olmayan prosesler arasındaki işin dengelenmesi için gereklidir. Ara stokları özellikle belirli proses yollarına atamak ve bu yollarda malzeme akışını dengelemek için malzeme serbest bırakmalarını sıralamak "Heijunka Yönetimi"ni kolaylaştırır.

5.2.1. Yalın Düşünce Faktörleri

Yalın düşünce, değerin tanımlanması, değeri oluşturan adımların sıralanması, bu adımların eksiksiz ve sürekli artan bir etkenlikle uygulanmasının yollarını göstermektedir. Bu tanımlamadan hareketle yalın düşüncenin öğeleri değer, değer akımı, akış, çekme ve mükemmellik olarak sıralanmaktadır.

5.2.1.1. Değer

Değer, müşterinin gereksinmelerini belli bir zamanda, belli bir fiyattan karşılayan belli bir ürün olarak ifade edildiği zaman bir anlam taşır. Bu ürün, "mal" olabileceği gibi, "hizmet" de olabilir. Müşteriler, üreticilerin varoluş nedeninin değer yaratmak olduğu görüşündedirler. Bazı durumlarda üreticiler değeri doğru bir biçimde tanımlayamazlar. Üretimde bulunan firma yöneticileri kendilerini: kavramdan gerçekleşmeye uzanan süreçte bir tasarımın, siparişten teslimata uzanan süreçte bir siparişin, hammaddeden müşteriye uzanan süreçte ürünün yerine koyarak, atılan her adımda kendilerine uygulanacak işlemlerin neler olabileceğini tanımlayabilmelidirler. Bu yapılamadığı takdirde, değer doğru bir biçimde tanımlanamaz ve üreticiler değer yaratamazlar. Eski yöneticilerin finansman ağırlıklı zihinsel modelleri ve şirket hissedarlarının beklentileri, değerin müşteri açısından tanımlanması ve yaratılmasına sebep olur.

Değerin üreticilerce doğru bir biçimde tanımlanamayışı ve istenen değerin yaratılamayışı, bu konuda yalın düşünce sisteminin değeri tanımlaması ve bu hususta inceleme yapmasına neden olmuştur. Yalın düşünce, değerin, belli müşterilerle oluşturulan diyalog sonucunda, belli

yetkinliklere sahip olan, belli ürünler cinsinden tam ve doğru olarak tanımlanmasını amaçlamaktadır. Değerin yaratıldığı akışın üstünde yer alan her firma, değeri kendi ihtiyaçları doğrultusunda farklı bir biçimde tanımlamaktadır. Bu ise firmaların değeri doğru olarak tanımlamalarını zorlaştırır. Değerin doğru olarak tanımlanabilmesi için; üreticilerin müşterilerle iletişim kurmalarının sağlanması, bu iş için yeni iletişim kurma biçimlerinin geliştirilmesi ve ayrıca, değer akımı üzerinde yer alan firmalar arasındaki ilişkilerin de yeniden düzenlenmesi gerekecektir. Yalın düşüncenin başarısı, hızla yeni müşteriler ve yeni satış olanakları bulabilme becerisinin geliştirilmesine bağlıdır. Satışların artırılmasında en doğru yaklaşım ise, değerin iyi bir biçimde tanımlanmasıdır. Değer kavramı ile ilgili düşünme aşamasından sonra, yalın işletmeler, ürün ekipleri kanalıyla en iyi çözüme ulaşana kadar değer tanımını tekrar tekrar sorgularlar ve mükemmellik yolunda kalıcı sonuçlar elde etmeye çalışırlar. Değer tanımlanmasında; öncelikle ürün tanımlanır ve daha sonra; belirli özellik ve yetkinlikleri olan bu ürün için; üretim sürecinde göze çarpan tüm israflar ortadan kaldırıldıktan sonra, kaynak ve emek miktarlarına da bağlı olarak bir hedef maliyet belirlenir. Yalın üretim yapacak işletmeler, önce seri üretim yapan işletmelerin müşterilerine sundukları ürünlerin özelliklerini ve mevcut piyasa fiyatlarını inceler, daha sonra, yalın üretim teknikleri ve yöntemlerinin uygulanması durumunda sağlanacak maliyet indirimlerini saptarlar. Bu saptanan hedef maliyet, geleneksel üretim yapan diğer şirketlerin maliyetlerinden daha düşük olacağından, yalın işletmeci, ürününe yeni unsurlar ve yenilikler ekleyebileceği gibi, ek değer yaratmak üzere fiziksel ürüne hizmetler ekleyebilir, dağıtım ve servis ağını genişletebilir ve karları yeni ürünlere yönlendirebilir (Bozdogan, 2006).

5.2.1.2. Değer Akışı

Değer akımını belli bir mal, hizmet veya her ikisini birlikte içeren bir ürünün işletmedeki üç kritik yönetim görevinden (problem çözme görevi, bilişim yönetimi görevi ve fiziksel dönüşüm görevi) geçirilmesi için gerekli olan aşamaları ifade eder. Bunlardan; problem çözme görevi, işin kavramsal boyutuyla başlayıp, ayrıntılı tasarım ve mühendislik çalışmalarından üretimin başlamasına kadar olan süreci içine alır. Bilişim yönetimi görevi, siparişlerin alınmasından başlayıp, ayrıntılı çizelgeleme çalışmalarıyla teslimatın yapılmasını içerir. Fiziksel dönüşüm görevi ise, hammaddeden müşteriye ulaşan nihai ürüne dönüşümü içerir. Yalın düşüncenin "değer" den sonraki aşaması olan "değer akımı", her zam israfın varlığını ortaya çıkarır ve her ürün için değer akımının tümüyle tanımlanmasını içerir. Burada gerekli olan, ayrı ayrı ürünlerin değer akımını bütünsel bir yaklaşım, çerçevesinde ayrı ayrı yönetme becerisinin kazanılmasıdır. Bu beceri günümüz işletmeleri için büyük önem

taşımaktadır. Çünkü günümüz işletmeleri kendi bünyelerinde daha az üretip, dışarı daha fazla üretim yaptırmaktadırlar. Bu eğilim gün geçtikçe daha da artmaktadır. Yalın düşünce, uygulandığı şirketin sınırlarını aşarak, şirket dışında da değer zinciri üstündeki tüm süreçleri kapsar ve bu süreçlerde yer alan israfları yok etmeyi görev bilir. Yalın düşünceyi uygulayan günümüz şirketlerinde, dikey bağlantı düzeyi günden güne düşmektedir. Bu durumda, değer zinciri üzerinde yalınlığı sağlayabilmek için, ilgili tüm şirketlerin gönüllü işbirliği yapıp, kendi içlerindeki ve aralarındaki katma değer yaratmayan işlevleri saptayarak yok etmeleri gerekecektir. Ayrıca, belli bir ürünün tasarımı, siparişi ve imalatı için tüm adımların tanımlanmasıyla bir değer akım haritası çıkarılır. Tanımlanan bu adımlar üç kategoride gruplanmaktadır. Bunlardan birincisi, fiilen değer yaratan ve değer yarattığı müşteriler tarafından algılanan adımlardır. Bu kategoriye giren adımlar kaldırılmamalıdır. İkinci kategoriye giren adımlar ise, birinci tip "muda" olarak adlandırılan ve değer yaratmayan ancak ürün geliştirme, sipariş alma ya da üretim sistemlerinin gerektirdiği ve bu nedenle hemen kaldırılamayan adımlardır. Bunlar aşağıda ayrıntılı bir biçimde anlatılacak olan akış, çekme ve mükemmellik teknikleri kullanılmak suretiyle kolay bir biçimde ileride ortadan kaldırılabilirler. Üçüncü kategoriye giren adımlar ise, müşteri açısından değer yaratmayan ve derhal kaldırılması gereken, ikinci tip muda olarak adlandırılan adımlardır.

5.2.1.3. Değer Akışı Haritalandırma

Değer akışı haritalandırma, bir değer akışındaki değeri, israfı ve israf kaynaklarını görmek ve tek bir prosesten daha fazlasını göz önünde canlandırmak için başvurulan bir yöntemdir. Değer akışı bakış açısı, yalnızca parçalar üzerinde değil büyük resim üzerinde çalışmayı ve sadece tek tek prosesleri değil bütünü iyileştirmeyi gerektirir. Değer akışı haritaları, 'kapıdan-kapıya' bütün akışın nasıl işleyeceğinin tasarlanmasına yardım ederek yalın uygulama için bir plan oluşturmaktadır. Katma değer yaratmayan adımlar, temin süresi, kat edilen mesafe, stok seviyesi gibi sayısal değerler, üretilen bir çok nicel teknikten ve yerleşim planı hazırlamaktan daha faydalıdır. Değer akışı haritalandırma, akışı yaratmak için işletmenin nasıl çalıştırılması gerektiğinin çok detaylı bir şekilde tanımlanmasını sağlayan görsel bir araçtır.

Müşterilerin bir fabrikada üretilen tüm ürünlerle değil, kendi spesifik ürünleriyle ilgilenmeleri nedeni ile haritalandırma için tek bir ürün ailesi üzerinde odaklanılması gerekmektedir. Küçük ve tek ürünlü bir fabrika olmadıkça, bütün ürün akışlarının tek bir haritada gösterilmesi oldukça karmaşık olmaktadır. Değer akışı haritalandırma, tek bir ürün ailesi için fabrika içinde kapıdan-kapıya, malzeme ve bilgi akışı ile ilgili proses adımları boyunca yürümek ve onları şematik hale getirmek demektir. İlk önce Toyota Üretim Sistemi uygulamacıları

tarafından yalın sistemleri kurma aşamasında mevcut, gelecek ve ideal durumların tanımlanması için kullanılmıştır.

Çizelge 5.1 Değer akışı haritalandırmasında takip edilecek metotlar

Uygulanacak Yöntem:	**Kod:**	**Açıklama:**	**Detaylar:**
Süresi ölçülecek	CT	Çevrim süresi	Bir parça için gereken süre. Operasyon tekrarı öncesi harcanan zaman
Süresi ölçülecek	CO	Değişim süresi	Ürün çeşidini değiştirmek için gereken süre
Süresi ölçülecek	SU	Kurulum süresi	Ürün değişimi, son parçadan bir sonrakine geçiş süresi
Gözlemlenecek	Y	Hatasız üretim miktarı	Kalite kontrolden onay alan parçaların yüzdesi
Gözlemlenecek	UP	Çalışma süresi	Makinanın çalışır durumda olma yüzdesi
Gözlemlenecek ve sorulacak	SC	Planlanan değişimler	Haftalık planlı değişim miktarı
Ölçülecek	TR	Yürüme	Operatörün işini yapması için yürümesi gereken mesafe
Sorulacak	CI	Düzeltme bilgisi	İş talimatlarının doğru olma sayısının yüzdesi. Operatör kaç defa düzeltme talebinde bulunuyor?
Sayılacak	I	Envanter	Proses öncesi ve sonrası envanter sayımının yapılması
Sorulacak	OPS	Vardiya başına operatör sayısı	
Sorulacak	PS	Üretim planı	Üretim hattı amiri tarafından
Gözlemlenecek ve sorulacak	WT	Bekleme süresi	Bir operatörün bir işi yapması için ne kadar beklediğinin tayini.
Sorulacak	IFU	Envanter artışı	Envanterin nereden geldiğinin araştırılması
Sorulacak	IFD	Envanter azalışı	Envanterin nereye gittiğinin araştırılması

Değer akışı haritalandırma ile anlatılmak istenen; müşteriden tedarikçiye ürünün üretim yolunun izlenerek malzeme ve bilgi akışında yer alan her prosesin dikkatli bir şekilde sembollerle çizilmesidir. Daha sonra, bir dizi kritik anahtar soru sorarak akışın nasıl olması gerektiğini gösteren ‘gelecek durum’ haritası çizilir.

Ürün ailesinin seçilmesi, mevcut durumun çizilmesi, gelecek durumun tasarlanması ve faaliyet planının hazırlanması, değer akışı haritalandırmanın temel adımlarıdır. Müşteriler tarafından algılanan ‘değerin’ belirlenmesi sonrasında başlatılan değer akışı haritalandırmada

ilk adım, seçilen bir ürün veya hizmet ailesi için değer akışının tanımlanmasıdır. Tanımlanan değer akışı için sahadan bilgi toplayarak mevcut durumun haritası çizilir. Mevcut durum haritası, gelecek durumun tasarlanması için ihtiyaç duyulan bilgiyi sağlamaktadır.

Değer akışı haritalandırması yapılırken toplanacak bilgi Çizelge 5.1' de belirtilen metoda uygun olacak şekilde toplanmalıdır (Ford, D.A.A.).

5.2.1.4. Değer Akışı Haritalandırma İçin Bir Uygulama

- Üretim prosesleri:
  - Karışım Hazırlama:

Bütün lastik üretim süreçlerinin ilk prosesi olup istenilen spesifikasyonların karşılanabilmesi için ürüne özel bir formülle spesifik bir karışımın elde edilmesi işlemidir. Kauçuk ve çeşitli kimyasallar mikser ve vals ismi verilen makinelerde belirli şartlar altında homojen bir şekilde karıştırılmaktadır. Prosesin ve makinelerin özelliğine bağlı olarak 80 kg'lık harmanlar (lot) halinde üretim yapılmaktadır. Daha düşük ağırlıkta hazırlanan karışımlar, istenilen spesifikasyon değerlerini olumsuz etkilemekte ve maliyeti artırmaktadır. Bir harmanın üretimi standart 20 dakika sürmektedir.

  - Soğutma (Batch Off):

Hazırlanan karışımın preslerden önce vulkanize olmadan (pişmeden), daha uzun süre saklanabilmesi için uygun bir şekilde batch off ismi verilen makinede soğutulması, şerit halinde kesilmesi ve istiflenmesi işlemidir. Bir lot karışım batch off ile standart 10 dakikada soğutulmaktadır.

  - Vulkanizasyon:

Hazırlanan karışımın preslerde şekil verilerek ısı altında belirli süre pişirilmesi işlemidir. Vulkanizasyon süresi (pişme süresi), parça büyüklüğüne, hazırlanan karışımın özelliğine, kalıp dizaynına ve pres özelliklerine bağlı olarak değişmektedir.

  - Paketleme:

Üretilen mamulün kontrolünün yapılarak müşteri isteklerine bağlı olarak ambalajlanması işlemidir.

  - Müşteri İstekleri:

Müşteri aylık ortalama 4200 adet parça istemekte ve sevkiyatlar günlük olarak müşteri için lojistik firması tarafından yapılmaktadır.

- Tedarikçi Çalışma Şartları:

Tedarikçi ayda 26 gün 1 vardiya çalışmakta, gerektiğinde fazla mesai ve ek vardiya ile kapasiteyi artırmaktadır. Vardiya süresi 9 saattir.

- Tedarikçi Üretim Kontrol Departmanı:

Tedarikçi Üretim Planlama ve Kontrol departmanı müşteriden kesin ve tahmini siparişleri alıp derleyip haftalık olarak üretimi yapılacak ürünleri üretim birimlerine aktarmakta ve gerekli gördüğü takdirde revizyonlar ile ihtiyacı gidermektedir. Derlenen siparişlerin hammadde ihtiyacı çıkarılmakta ve tedarikçilere bir aylık kesin, altı aylık tahmini siparişler gönderilmektedir.

- Mevcut Durum

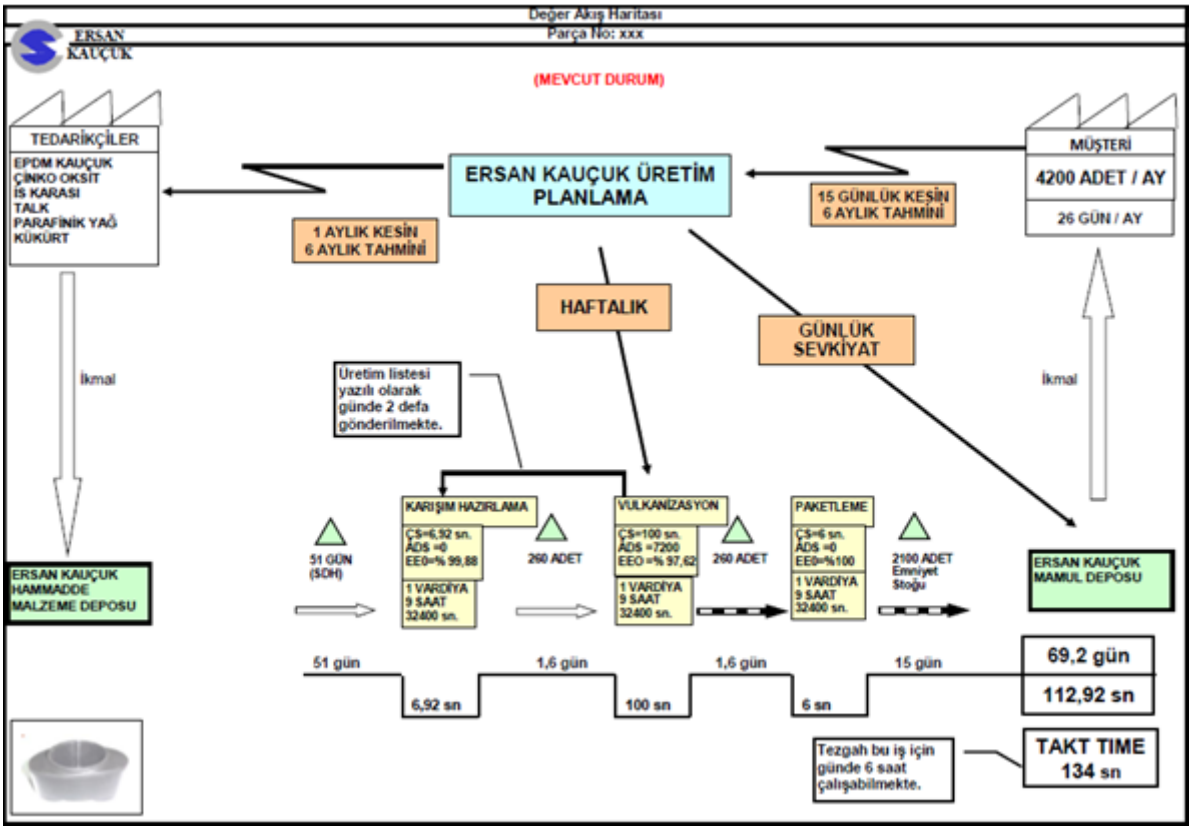
Mamulün üretimi için gereken hammadde ve malzemeler yurtiçi ve yurtdışında bulunan çeşitli tedarikçilerden karşılanmaktadır. Kullanılan hammadde ve malzemeler birçok farklı üründe kullanıldığı için yalnızca bu ürünün hammadde deposundaki miktarı hesaplanamamakta bunun yerine ortalama stok devir hızı kullanılmaktadır. Özellikle birçok hammadde kauçuk türü yalnızca yurtdışından tedarik edildiği için tedarik süresi ve ekonomik alım miktarı gibi sebeplerden dolayı stokları yüksek tutulmakta bu yüzden stok devir hızı yüksek çıkmaktadır (Son 6 Ay ortalaması=51 gün).

Karışım hazırlama prosesinde mamul üretimi için gereken karışım 80 kg'lık lotlar halinde üretilmekte ve batch off ile soğutulup, prese uygun olarak şerit kesilip istiflenmektedir. Her mamulün karışımı istenilen spesifikasyonlara bağlı olarak üretilir. Bu yüzden üretilen karışımın başka bir mamul için kullanılması istenilen değerleri karşılaması açısından uygun veya ekonomik olmayabilir. Üretilen karışım uzun süre beklemesi durumda bekleme süresi ve ortam sıcaklığına bağlı olarak karışım presten önce vulkanize olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı üretilen karışım bu mamul için beklemeden kullanılmakta ve her lot karışımdan 260 adet mamul üretilmektedir. Üretilecek karışımlar vulkanizasyon grubu tarafından kullanılacağı zaman sipariş verilmektedir. Böylece karışım hazırlama +Soğutma (batch off) prosesleri çekme sistemine göre üretim yapmaktadır.

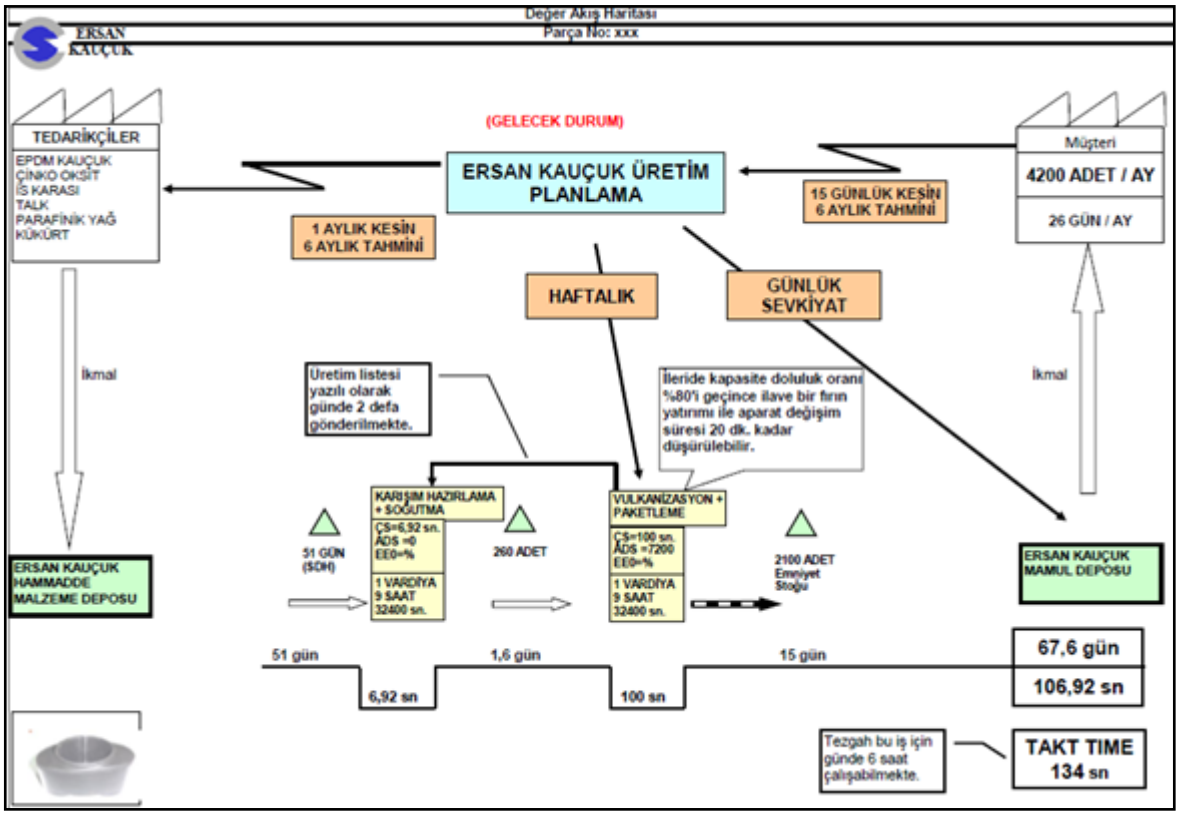
Hazırlanan karışım vulkanizasyon prosesinde preslerde kalıp ile şekillendirilip belirli bir süre belirli bir ısı altında bekletilerek pişmekte (vulkanize olmakta) ve mamule dönüşmektedir. Vulkanizasyon prosesinin bir parça için çevrim süresi 100 sn'dir.

Mamuller Paketleme prosesinde kontrol edilerek ambalajlarına yerleştirilip mamul deposuna gönderilmektedir.

Paketleme prosesinin çevrim süresi 6 sn'dir. Bu ürün için mamul deposunda 15 günlük



Şekil 5.2 Değer akışı haritası-mevcut durum



Şekil 5.3 Değer akışı haritası-gelecek durum

emniyet stoğu tutulmaktadır.

- Gelecek Durum

Gelecek durum için vulkanizasyon ve paketleme prosesleri birleştirilerek tek operasyona dönüştürülmüştür. Operatör, parça preste vulkanize olurken bir önceki baskıdan çıkan mamulleri kontrol ederek ambalajına yerleştirmekte ve bu şekilde bir parçanın çevrim süresi 112,92 saniyeden 106,92 saniyeye düşmektedir. Ayrıca vulkanizasyon ile paketleme arasındaki ara stok yok olmakta ve üretim için bir adam tasarrufu sağlanmaktadır. Mevcut ve gelecek durum analizi Şekil 5.2 ve Şekil 5.3' de gösterilmektedir.

Gelecek dönemde tüm presler tam dolu çalışmaya başladığı durumda vulkanizasyon presinin kalıp değişim süresi bir fırın yatırımı ile bir saatin altına indirilebilir.

5.2.1.5. Sıfır Hata Yaklaşımı

Yalın üretim yaklaşımında üretimde kalitesizliğin bir maliyeti vardır. Eğer firma ürünlerin istenen kalitede üretilmesini garanti edemiyorsa ürüne herhangi bir değer katmayan ve işgücü maliyetini artırıcı bir unsur olan kalite kontrol faaliyeti içinde bulunmak zorunda kalır. Bazı hatalı ürünlerin onarılması işgücü ve amortisman maliyetini arttıran -bir faktördür. Üretilen pek çok ürünün ya da parçanın kalitesiz olduğu için ıskarta edilmesi işgücü v makina zamanını israf etmek anlamına gelecektir ve maliyeti artırıcı bir unsur olacaktır. %100 kalitesinden emin olunmayan ürünlerin müşteriye ulaşması durumunda kullanımda oluşacak arızalar sorun yaratacaktır.

JIT üretim prensibiyle kalite düzeyinin yükseltilmesi zorunluluk olmaktadır. Stoksuz üretim prensibiyle gerçekleştirilecek üretim sürecinde oluşabilecek ıskarta üretimin tamamen durması anlamına gelecektir.

Yalın üretim sistemini uygulamayan birçok firmada %1-5 arası ıskarta oranı normal bir seviye olarak ele alınırken yalın üretim sisteminde en düşük hedef ıskarta oranının milyonda birler seviyesine indirilmesidir. Ancak asıl hedef sıfır hata noktasına ulaşılmasıdır.

5.3. Yalın Tedarik Ağının Kurulması İçin Yol Haritası

Yalın üretim için öngörülen yol haritası yalın tedarikçi ağının tasarlanması, geliştirilmesi ve gerçekleştirilmesi için gereken bir araçtır. Söz konusu araç altı ana unsurdan ibarettir. Bu unsurlar kapalı devre geri besleme mantığı içinde birbirleri ile irtibat halindedir. Bu altı unsur aşağıda sırası ile belirtilmiştir:

- Vizyonun tanımlanması

- Tedarikçi ağı stratejik planının geliştirilmesi
- Yalın kültürün kurulması ve altyapısının hazırlanması
- Yalın gerçekleşim planının yaratılması ve yenilenmesi
- Yalın sorumlulukların uygulamaya konması
- Sürekli iyileştirmenin sağlanması

5.3.1. Vizyonun Tanımlanması

Yalın tedarik ağının özellikleri kurumun hizmet verdiği pazara daha kısa sürede, yüksek kalitede, en yüksek değerde, performansı arttırılmış ürün ve hizmetleri sunmasına imkan veren verimliliğin yaratması amacı ile tanımlanır. Tedarik ağının vizyonu kurumun kendisinin oluşturduğu vizyon, hedef ve objektiflerinin doğrudan bir uzantısıdır. Tedarik zincirinin büyüklüğü, yapısı ve kompozisyonu kurumun tanımladığı vizyon ve iş modeli aracılığı ile yönetilmektedir. Kuruma ait vizyon ve seçmiş olduğu iş modeli tedarik zinciri tarafından da paylaşılmak zorunda olan strateji tercihleri yönetmektedir. Vizyonun tanımlanması ve iş modeli ana uzmanlığının portföy görünümünü yansıtır ve bu uzmanlığı tedarikçi değer akışı içine nasıl entegre edeceğini tarifler. Bütünsel olarak kurumun tedarikçilerine dair sahip olduğu vizyon, kendi içinde, yine kurumun rekabetçi üstünlüklerini yükseltmek için kullanıldığı merkezi bir uzmanlığı temsil etmektedir.

Burada dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda özetlenmektedir:

- Tedarik zincirinin tasarlanması ve yönetilmesi için temel yalın yaklaşım ve altı sigma kavramlarına tüm kurumun yabancı olmaması gerekmektedir.
- Tedarik zinciri tasarımı ve yönetimi stratejileri ve faaliyetlerine kılavuzluk edecek kurumsal vizyon ve iş modeli açık bir şekilde tanımlanmış olmak zorundadır.
- Kurumun üst yönetimi yalın prensiplerinin uygulamaya konulmasından doğrudan katkısı ve desteği olmalıdır.
- Anahtar tedarikçiler ile karşılıklı beklentileri karşılayan iyi tanımlanmış değer değişim önerileri üzerinde antant kalınmalıdır. Farklı tedarikçi kategorileri için farklı öneriler söz konusu olabilir.
- Tedarik zinciri tasarımı ve yönetimi ile kurum çağındaki yalın faaliyetlerin birleri ile bütünleşme derecesi sürekli olarak değerlendirilmeli ve kontrol altında tutulmalıdır.
- Kurumun yalın yönetime geçiş esnasında dönemlik olarak hangi aşamada olduğu değerlendirilmedir ve sonuçları raporlanmalıdır.

Vizyonun tanımlanmasında takip edilecek uygulama adımları sırası ile aşağıdaki gibidir:

- Temel yalın tedarik zinciri tasarımı ve yönetimine dair bilgi birikiminin geliştirilmesi.
- Tedarikçi entegrasyonu ile ilintili olan kurum vizyonu ve iş modelinin tanımlanması.
- İş ortaklarının taahhütlerinin temini ve beklentilerin karşılanması.
- Tedarikçi Ağının Stratejik Planlaması İçin Yol Haritasının Oluşturulması.

5.3.2. Tedarik Zinciri Stratejik Planının Geliştirilmesi

Stratejik planın tedarik zincirinin güncel durumunu tanımlaması, gelecekteki taleplere hitap etmesi ve tedarik zincirinin geliştirilmesine imkan verecek eylemlere yönelik önerileri sağlaması gereklidir. Bu plan gelişim fırsatlarını, engelleri, iyileştirmeler ile ilişkili maliyet ve faydaları belirlemelidir. Aynı zamanda planın spesifik unsurlarını gerçekleştirecek olan organizasyonel sorumluluk ve kaynaklar da tayin edilmek zorundadır.

Burada dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda özetlenmektedir:

- Kurum dahilinde sahip olunan vizyon ve iş modelini, tedarik zinciri tasarımı ve yönetimi faaliyetlerinin stratejik planlaması ile irtibatlandıracak yapısal bir proses kurgulanmalı ve uygulamaya konmalıdır.
- Tedarik zinciri tasarımı, geliştirilmesi ve yönetilmesini yönlendirecek stratejik yalın yaklaşımlar ve uygulamalar devreye alınmalıdır.
- Dahili tedarik zinciri yönetim mekanizmasının imkan ve kabiliyetlerinin mevcut durumu tespit edilmelidir. Ayrıca anahtar tedarikçilerin yalın yaklaşıma olan uygunluk derecesi de tanımlanmalıdır.
- Dahili tedarik zinciri yönetim mekanizmasının imkan ve kabiliyetlerinin gelecekte hangi seviyeye ulaşması gerektiğine dair bir hedef tayin edilmelidir. Bu noktada zincir dahilinde yer alan tedarikçilerin hangi seviyede yalın yaklaşıma uygun hale geleceği de bilinmelidir.
- Gelecek hedeflerin tayini sırasında, dışarıdan ya da içeriden tedarik imkanları, değer yaratımı ve aktarımı akışı, ana uzmanlık alanı içinde gelecek ihtiyaçlar ve tedarik zincirine göre bu ana uzmanlıkları nasıl optimize edileceğinin değerlendirilmiş ve sonuca bağlanmış olması gerekmektedir.

Tedarik ağı stratejik planının geliştirilmesinin uygulama adımları sırası ile aşağıdaki gibidir:

- Yalın tedarik zinciri tasarım ve yönetimi prensiplerinin operasyonel bilgi birikiminin geliştirilmesi.
- Tedarik ağı tasarımı ve geliştirilmesi için kurumsal iş modelinin geliştirilmesinde açığa çıkacak gerekliliklerin belirlenmesi.
- Tedarik ağında değer yaratımı prosesinin stratejik değerlendirilmesinin yönetilmesi:

- Stratejik satın al/yap kararının verilmesi.
- Tedarik ağı stratejik planının geliştirilmesi.
- Altyapı destek gerekliliklerinin tanımlanması.
- Görev ve sorumluluklar, ilişkiler, yönetim prensipleri ve davranış kurallarının tanımlanması.
- Stratejik planın icraatı için kaynak planlamasının yapılması.

5.3.3. Yalın Kültür ve Altyapının Kurulması

Yalın tedarik zincirinin evrimleşmesi için gereken yalın prensip ve uygulamaların devreye alınabilmesi için yalın kültürün yaratılması ve altyapının geliştirilmesi zaruridir. Bu görev fiziksel sistemlerin (bilgi teknolojileri ve sistemleri, ekipmanlar, etkinlikler), organizasyonel yapılanmanın yenilenmesinin, yalın davranışın, destek sistemlerinin geliştirilmesinin (örneğin eğitim, malzeme, makina/ekipman ve üretim yöntemleri) gündeme gelmesi demektir. Yalın tedarik zincirine geçiş için gereken şartlar yaratılmalıdır. Yalın prensipler ve uygulamalar öğrenilmeli ve devreye alınmalıdır. Yüksek hacimli seri imalat yöntemlerinden vazgeçilmelidir. Proses ve uygulamaları yalın davranış tarafından yönetilmeli, değişimi desteklemeli performans iyileştirmeleri sürekli hale getirilmelidir. Yalın kültürün kurulması ve altyapısının oluşturulması kurumun tedarik ağının yalın hale getirilmesini amaçlamalıdır.

- Yalın tedarik zinciri yönetim kültürü, yapısı ve araçlarının geliştirilmesi için gereken altyapı ve eğitim bütçelenmelidir.
- Kritik proses ve prosedürler kurum dahilinde olduğu kadar tedarikçi kanadında da tanımlanmalıdır.
- Tedarik zinciri ile kurulan ilişkilerde iletişimi güçlendirecek, kolaylaştırarak etkinleştirecek olan günümüz teknolojik imkanlarından faydalanılmalıdır.
- Tedarik zincirinin etkin bir şekilde çalışmasını teşvik edecek bir ölçme/değerlendirme sistemi kurulmalıdır.

Yalın kültür ve altyapısının oluşturulması uygulama adımları sırası ile aşağıdaki gibidir:

- Değişimden Sorumlu Birimlerin Tanımlanması.
- Proses ve prosedürlerin birleştirilmesi.
- Organizasyonel yapı ve arayüzlerin tanımlanması.
- Bilgi teknolojileri ve bilgi sistemleri alt yapısının geliştirilmesi.
- Ödüllendirme sisteminin tanımlanması.
- Bilgi altyapısının geliştirilmesi ve yalın geçişte uzmanlaşma.

5.3.4. Yalın Uygulama Planının Yaratılması ve Güncellenmesi

Bu faaliyet daha önceden kurgulanmış olan yalın tedarik zincirinin vizyonu ve stratejilerinin gerçeğe dönüştürülmesinden ibarettir. Bir önceki faaliyet bilgi teknolojilerinin kullanımı ile organizasyonel yapının, sorumluluk mekanizmalarının, teknik ve ticari proseslerin geliştirilmesini içermekte idi. Şimdiki durumda artık yalın uygulamaların devreye alınması için gereken faaliyetlerin yaratılması ve ihtiyaçların değişimine göre bunların güncellenmesini söz konusu olacaktır. Atılması zorunlu olan adımlar tedarikçi değer akışının şemaya dökülmesi ve analiz edilmesi, mevcut durum ile ulaşılması gereken seviye arasındaki farkın kapatılması için yalın uygulamaların nelerden ibaret olacağının belirlenmesi ve bunların önem sırasının belirlenmesi, kullanıma hazır iyileştirme uygulamaları için araç ve metodun geliştirilmesi ile gerekli tüm kaynakların süreçlere katılımının sağlanması ve ihtiyaç duyulan eğitim programlarının yürürlüğe konmasıdır. Burada tedarikçiler stratejik kriterlere göre kategorilere ayrılırlar ve ayrıca maliyetlerin düşürülmesi ve en fazla değer yaratımına izin verilmesi için farklılaştırılmış tedarik zinciri yönetim yaklaşımı tanımlanır. Uygun olduğu anda, bazı anahtar tedarikçiler ile stratejik ortaklık içinde yalın uygulama planları geliştirilir. Maliyetler, riskler ve potansiyel kazanımlar olduğu kadar, son kullanıcıya aktarılan değeri maksimum seviyeye çıkarırken tedarikçilerin sürekli olarak maliyetleri nasıl aşağıya çekeceği hakkında bilgi paylaşımı gerçekleştirilir. Stratejik tedarikçi ilişkileri ve iş ortakları belirlenir. Internet tabanlı yapısal satınalma prosedürleri oluşturulur. Yalın araçlar temin edilir ve devreye alınır. Böylelikle gelecek adım olan yalın faaliyetlerin gerçekleştirilmesine zemin hazırlanır.

Gerçekleştirme aşaması kısa vadeli çevrim ile başlar. Bu aynı zamanda dönemlik faaliyet planıdır. Bu aşamada yürütülen faaliyetler ile kurumsal seviyede yalın uygulamalara geçiş (geçekleştirme programının oluşturulması ve güncellenmesi, yalın faaliyetlerin başlatılması v.s.) arasında güçlü taktiksel ilişkiler mevcuttur.

Kapsamlı bir devreye alma planının oluşturulması son derece önemlidir. Burada aşağıdaki konular göz önünde bulundurulmalıdır:

- Tedarikçi zinciri yapısının tasarlanması.
- Tedarikçi imkan ve kabiliyetlerinin eksiklerinin giderilmesi ve geliştirilmesi.
- Tedarik zincirinde akışın sağlanması ve kanbanın devreye alınması.
- Kurumsal ilişkilerin ve etkin koordinasyon mekanizmalarının oluşturulması.
- Cevap verme hızı ve esnekliğin arttırılması.
- Tedarikçinin de ürün ve proses gelişim sürecine dahil edilmesi.

- Bilgi ve yenilikçi yaklaşımın etkin kılınması.
- Sürdürülebilir ve performans gelişiminin sağlanması.

Dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıdaki gibidir:

- Ürün geliştirme, kalite kontrol, üretim ve diğer başlıca prosesler ile işbirliği içinde dahili olarak sürekli iyileştirme eylem planı oluşturulmalıdır.
- Tedarik zinciri imkan ve kabiliyetlerini geliştirecek ve yalın tedarik ağında iyileşmelere sağlayacak metrik verilere dayalı bir ölçme/değerlendirme sistemine sahip olunmalıdır.
- Değer akışı şemaları hakkında fikir sahibi olunmalı ve uygulamaları için teknikler geliştirilmelidir.
- Kurum içi çalışanların eğitilmesine önem verilmelidir.
- Uygulamaya geçiş ve devreye alma için gereken araçların altyapısı oluşturulmalıdır.

Yalın uygulama planının yaratılması ve güncellenmesi uygulama adımları aşağıdaki gibidir:

- Tedarik ağı değer akışının tanımlanması, yol haritasının oluşturulması ve analiz edilmesi.
- Taktik metriklerin yaratılması, mevcut durum ile gelecek hedefler arasındaki farka atıfta bulunan uygulama planları.

5.3.5. Yalın Uygulamaların Devreye Alınması

Bu aşamada daha önce geliştirilmiş olan planın uygulamaya geçmesi için atılacak spesifik adımlar ve eylemler söz konusu olacaktır. Devreye alma adına atılacak her bir adım kurumsal seviyede olup, yalın altyapı sistemi tarafından desteklenen vizyon ve stratejik hedeflerin başarılması için gereken imkan ve kabiliyetlerin geliştirilmesini hedeflemektedir. Planın devreye alınması mühendislik, üretim, tedarikçi, satınalma, üretim planlama, kalite kontrol, satış sonrası hizmetler fonksiyonlarının koordinasyonu, birbiri ile uyumlu hale getirilmesi ve bütünleşmesini içerecektir. Devreye almada atılacak adımlar ve yürütülecek faaliyetler mevcut fonksiyonların ve proseslerin nasıl iyileştirileceğine dair bir yol haritası sunmalıdır.

Tedarikçi iyileştirme programında takip edilen iki yol vardır. Bunlardan ilki tedarikçi imkan ve kabiliyetlerinin denetimden geçirilmesidir. Bu denetimler web tabanlı ya da kağıda çıktı alınmış anket formlarından ibaret olabilir. Bu denetimlere aynı zamanda saha ziyaretlerini de içerebilir. Bu anketler saha denetimleri sırasında birebir denetimci takibinde edindiği izlenimlere ve tespit ettiği uygunsuzluklara göre doldurulabilir. Bu anket sonuçları denetçi ve tedarikçi tarafından karşılıklı değerlendirilerek bazı hususlara dikkat çekilir, uygunsuzluklara yönelik düzeltici ve önleyici faaliyet planı talep edilir ve bu sayede gelişim fırsatları elde edilir. İkinci adım ise daha çok seçilen tedarikçiye odaklanılarak kaynak yoğunluklu

faaliyetleri içerir. Bu faaliyetler tedarikçi sertifikalandırma ya da derecelendirme, eğitim ve geliştirme ile kai-zen olgularını içerir.

Yalın uygulamalara kurum dahilinde geçerken bu sürece üst düzey yönetimin de katılımı şarttır. Bu kişiler uygulayıcıların karşısına çıkan engelleri ortadan kaldırmak ve etkinliklerin gerçekleştirilmesi sırasında teşvik edici olmalıdırlar. Değişim sürecine katkı sağlayacak her kişinin katılımını sağlamalıdırlar. Bu sürecin ilerleyişi sırasında her türlü iletişim son derece kritiktir. Organizasyon dahilinde sonuçların tanımlanması, gösterilmesi ve güçlendirilmesi gerekmektedir. Daha önceden tayin edilmiş metriklere ulaşmada başarı sağlandığında hem bireysel, hem de takım performansının gösterilmesi açısından ödül sistemi kurulmalıdır. İş yapış tarzında eski ile yeni yöntemler arasındaki çelişkilere çözüme kavuşturulmalı ve iyi yönetilmelidir. İrade ve amacın değişmezliği herkesçe bilinmeli ki, olası karamsarlıklar ve işbirliğinden uzaklaşmaların önüne geçilebilsin.

Dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıdaki gibidir:

- Yalın tedarik zincir yönetimini sevk ve idare edecek, kapsamlı ve öncelik sırasına göre dizilmiş ve iyileştirme faaliyetleri tarafından yönetilen çalışmalar yapılmalıdır.
- Belirli bir yalın uygulamalara geçişi sağlayacak ekip, zaman planı, bu planın ana hatları ve çıktıları değerlendirecek bir ölçme sistemi yapılandırılmalıdır.
- Yalın uygulamaya geçişi gerçekleştiren ekipler arasında üzerinde antant kalınmış ve karşılıklı olarak paylaşıla gelen uygulama girişimleri var olmalıdır. Bu uygulama girişimleri aynı zamanda tedarikçiler için de geçerli olmalıdır. Tedarikçiler bu girişmelere tam olarak katılım sağlamalıdırlar.
- Yalın uygulamalara geçiş esnasında ortaya çıkacak engel ve güçlükler ortadan kaldırılmalıdır. Bu engellerin üstesinden gelmek için gereken faaliyet planları oluşturulmalı ve uygulamaya konmalıdır.

Yalın girişimlerin uygulanmasının adımları aşağıdaki gibidir:

- Tederakçi değer akışı içinde hedef, amaç ve metriklerin yaratılması.
- Yalın dönüşüm girişimlerinin uygulanması.
- Yalın dönüşüm girişimlerinin uygulanması sırasında geri besleme ve öğrenme süreci.

5.3.6. Sürekli Gelişimin Teşvik Edilmesi

Bu uygulamalar kurumun yalın uygulamaya geçmesi ve yalın tedarikçi ağının oluşturulması sırasında yürütülen süreç gözlemlenmesi, ölçme ve değerlendirilmesi için gereken sistemleri, çalışmaları, metot ve araçları içerir. Burada odaklanılan kurum içinde yürütülen süreçlerin ve

dışarıda tedarikçilerin performansıdır. Böylelikle sürekli öğrenme, adaptasyon ve gelişim sağlanmış olur. Göreceli olarak kurumun tayin ettiği vizyon, amaç ve performans metriklerine ne kadar ulaşıldığının rutin olarak ölçülmesinin ötesinde, tedarik ağı dahilinde bilgi paylaşımı ve deneyimlerin arttırılması yönünde önemli bir görev söz konusu olacaktır. Tedarik ağı dahilinde sürekli öğrenme ve geliştirme ile tedarik performans gelişiminin sürekli hale getirilmesi çalışmaları kurumsal düzeye taşınmalıdır.

Dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıdaki gibidir:

- Kurum tarafından tanımlanmış hedef ve metriklere karşın sonuçları ölçme ve değerlendirmeye yarayacak yapısal bir proses oluşturulmalıdır.
- Bu yapısal proses kurum dahilinde söz konusu olabilecek sürekli gelişim fırsatlarının ortaya çıkarılmasına yardımcı olmalıdır.
- Sürekli iyileştirmeyi destekleyecek yardımcı proseslere geliştirilmelidir.
- Sürekli iyileştirme faaliyetlerini temel alacak kurumsal vizyon, strateji ve destek altyapısında ihtiyaç duyulan değişimler ile temas sağlanmalıdır.
- Sürekli iyileştirme çalışmalarının bir çıktısı olarak elde edilen birikimlere göre taktik uygulama planı ve faaliyetleri güncellenmelidir.
- Tedarikçi ağı üzerinde yürütülen sürekli iyileştirme çalışmalarından elde edilen yeni deneyim ve birikimler hemen dökümante edilmeli ve paylaşılmalıdır.

Girdiler, çıktılar, engeller, bu engelleri çözüme kavuşturan gruplar, metrikler, araç ve metotlar ve diğer araştırma konuları yalın uygulamalara geçiş sırasında değerlendirilmesi gereken bir diğer hususlardır.

Sürekli gelişimin desteklenmesi uygulama adımları sırası ile aşağıdaki gibidir:

- Gelecekte ulaşılması istenen durum için belirlenmiş hedef ve metrikler için sonuçların değerlendirilmesi.
- Tedarik ağı içinde gelişim fırsatlarının tanımlanması.
- Sürekli gelişim için prosesin desteklenmesi.
- Taktik plan ve faaliyetlerin güncellenmesi ve değiştirilmesi.
- Yeni bilgilerin elde edilmesi, uygulanması ve paylaşılması (Bozdogan, 2004).

5.4. Yalın Üretim Ölçütlerinin Tanımlanması

Yalın üretim sistemi metrikleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- İlk seferinde doğru üretim

- Hammaddeden bitmiş ürüne geçişteki toplam süre
- Toplam ekipman verimliliği
- Plana uygunluk

Bu ölçütlerin tanımlanmasındaki temel amaç aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Kurumun vizyon ve prensiplerini desteklemek
- Üretim tesisinin imalat sistem ve proseslerini düzenlemek
- Kayıpları ortadan kaldırmak

Etkin ölçümleme yapılabilmesi için amacın anlaşılır bir şekilde tariflenmesi gerekmektedir. Ölçüm için kullanılan yol ve araçlar doğru özellikte olmalıdır. Ayrıca gereksiz bilgiler sistemden arındırılmalı ve geride kalan tüm bilgiler yetkin kişiler tarafından kullanılmalıdır. Bilginin toplanmasında tercih edilen metotların uygunluğu önceden teyit edilmelidir (Ford, F.U.S.).

Göstergelerin tayinindeki hedef gidişatın grafikler ile belgelendirilmesidir. Bu göstergeler:

- Kurumun hedeflerini ve temel ilkelerini destekler.
- Üretim tesisinin işletim sistemine uyumludur.
- Kayıpları azaltmaya yöneliktir.
- Göstergeler kuruma iyileştirme ihtiyacı olan noktaları işaret eder ve tedbirlerin işe yarayıp yaramadığını gösterir.
- Kurumun üretim yönetiminin uygulamasında nerede olduğunu, nereye doğru gidilmesi gerektiğini ve durumun genel olarak nasıl olduğunu işaret eder (Ford, L.M.M, 2007).

5.4.1. İlk seferinde doğru üretim (İDÜ)

Bu kavram bir üretim prosesini tamamlayan ve ilk seferinde tanımlanmış olan kalite gerekliliklerini tam olsak karşılayan (yeniden işleme, test, ret olma, hat kenarında tashih ya da hurdaya çıkma ihtiyacı olmayan) parçaların toplam üretim miktarına olan yüzdesi olarak açıklanabilir.

Aşağıdaki eşitlikten faydalanarak hesaplanmaktadır:

$$\text{İDÜ}= \frac{Prosese\ giren\ parça\ sayısı-(Hurda\ sayısı+Yeniden\ işleme\ sayısı+Tashih\ sayısı)}{Prosese\ giren\ toplam\ parça\ sayısı} \quad (5.2)$$

Burada hedef alınan faktörler aşağıda sırası ile ifade edilmektedir:

- Yapılan hata sayısı sıfıra indirilmelidir
- Bir sonraki istasyona geçen hata sayısı sıfıra indirilmelidir

- İlk seferinde doğru üretim yapılabilirlik kapasitesi %100 olmalıdır.

Yukarıdaki eşitliğe göre hesaplanan ilk seferinde doğru üretim oranı günlük ve vardiya başına hesaplanmalıdır.

Bu hesaplamayı yapmak için seçilen numunenin üretim prosesinin tüm aşamalarından geçecek bir ürün olmasına dikkat edilmelidir. Bu parçanın geçtiği tüm alt proseslerde ilk seferinde üretim faktörü ayrı ayrı hesaplanmalıdır.

Preste delik delme, kaynaklı birleştirme, talaşlı imalat ve montaj aşamalarından ibaret bir imalat prosesi düşünüldüğünde bu prosesin toplam ilk seferinde doğru üretim faktörü aşağıdaki şekilde hesaplanacaktır:

Çizelge 5.2 İlk seferinde doğru üretim

Mamul Kodu	***Baskı***	***Pres Başı***	***İç Kont.***	***K.Kont.***	***Müşteri***	***Top.***	***Net***	***İDÜ (%)***
Adedi	***Isk.***	***Isk.***	***Isk.***	***Isk.***	***Isk.***	***Üretim***		
Mamul 1	19	3	0	0	0	3	73	**96,05**
Mamul 2	281	0	0	0	0	0	843	**100**
Mamul 3	281	1	0	0	0	1	842	**99,88**
Mamul 4	93	28	0	0	0	28	902	**96,99**
Mamul 5	96	10	0	0	0	10	1526	**99,35**

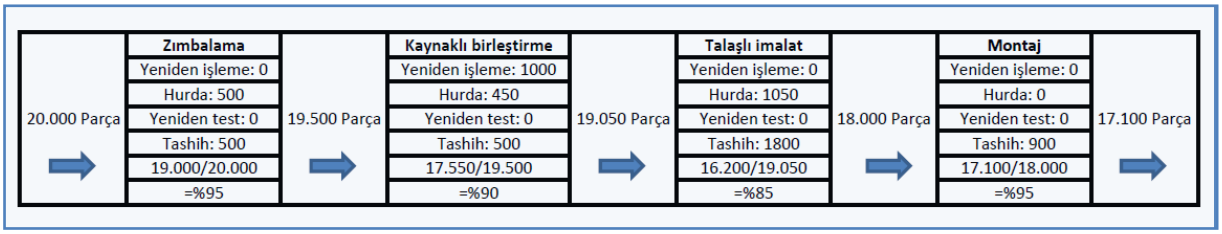
Şekil 5.4’ den de anlaşılacağı üzere, zımbalama, kaynaklı birleştirme, talaşlı imalat ve montaj aşamalarından ibaret dört istasyonlu bir imalat prosesinin ilk istasyonundaki İDÜ faktörü %95, ikinci istasyonundaki %90, üçüncü istasyondaki %85 ve son istasyondaki ise %95 olarak hesaplanmıştır.

Buna göre toplam prosesin İDÜ faktörü tüm istasyonların İDÜ faktörlerinin birbirine çarpılması ile hesaplanır:

$$\Sigma \text{ Proses İDÜ: } İDÜ_{İ1} * İDÜ_{İ2} * İDÜ_{İ3} * ... İDÜ_{İ=n} \quad (5.3)$$

n= İstasyon sayısı

Bu formüle göre prosesin toplam İDÜ faktörü %69’ dur.



Şekil 5.4 Dört istasyonlu bir üretim prosesinde ilk seferinde doğru üretim faktörü hesabı

5.4.2. Toplam Ekipman Verimliliği (TEV)

Toplam ekipman verimliliği bir ekipmanın yararlılığı, performans verimi ve kalite oranına ait bir faktördür ve aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

TEV= Yararlılık*Performans Verimliliği*Kalite Oranı (5.4)

Yukarıdaki eşitlikte yer alan yararlılık, performans verimliliği ve kalite oranına ait parametreler aşağıda belirtilen formüller ile hesaplanmaktadır:

$$\text{Yararlılık} = \frac{\text{İşlem süresi}}{\text{Net yararlılık süresi}} \quad (5.5)$$

$$\text{Performans Verimliliği} = \frac{(\text{İdeal çevrim süresi}) * (\text{İşlem gören toplam parça miktarı})}{\text{İşlem süresi}} \quad (5.6)$$

$$\text{Kalite Oranı} = \frac{\text{İşlem gören toplam parça miktarı} - \text{Toplam hata}}{\text{İşlem gören toplam parça sayısı}} \quad (5.7)$$

Yukarıdaki eşitliğe göre hesaplanan toplam ekipman verimlilik oranı günlük ve vardiya başına hesaplanmalıdır.

Yararlılık parametresi işlem süresinin net yararlılık süresine oranlanması ile tayin edilmektedir. Net yararlılık süresi ekipmanın planlanmış olan çalışma süresidir. Söz gelimi belirli bir zaman aralığı içerisinde bir ekipmanın toplam planlanmış çalışma süresi 6.000 dakika olsun. İhtiyaç duyulan duruşların (öğle yemeği ya da çay saati molaları v.b.) da toplam süresi 700 dakika olsun. Bu durumda net yararlılık süresi 5.300 dakikadır. İşlem süresi ise ekipmanın gerçek çalışma süresidir. Bu parametreye etkiyen faktörler genellikle arızalar, kurulum/ayarlar, toplantılar ya da planlı bakımlardan ibarettir. Yine aynı örnek üzerinden gidilecek olursa, bu duruşların toplam süresinin aynı periyot içerisinde 600 dakika olduğu varsayılacak olursa, bu durumda işlem süresinin 4.700 dakika olduğu tespit edilecektir. Bu durumda ekipmanın yararlılığı %89' dur.

Verimlilik parametresi ideal çevrim süresinin toplam işlem gören parça sayısı ile çarpılması ve bu değerin işlem süresine bölünmesi ile tespit edilmektedir. Toplam işlem gören parça sayısı 5.000 ve ideal çevrim süresi 0,5 dakika olarak kabul edilirse, yukarıdaki örnek

üzerinden devam edilirse (işlem süresi 4.700 dakika idi), bu durumda performans verimliliği %53' dür.

Kalite oranı kavramı aslında ilk seferinde doğru üretim kavramı ile özdeştir. Bu kapsamda eğer proses aynı zaman periyodu içerisinde 200 parçayı hurda ediyor ve 50 parça için de tashih ihtiyacı açığa çıkartıyor ise, toplam üretime alınan 5.000 adetlik parça baz alınarak, sistemin kalite oranının %95 olduğu tespit edilecektir.

Böylelikle prosesin toplam ekipman verimliliği %45' dir.

Çizelge 5.3 Toplam ekipman verimi

Mam.K:	Sure (sa.)	Durus (sa.)	Çalışma Oranı	Çevrim	İ.Çev:	P. Et.	Baski	Hurda	Net	KalOran	TEV
M 1	16,00	0,00	100,00%	10	10,00	100,00%	96	10	1526	99,34%	99,34%
M 2	87,00	1,50	98,28%	24	27,00	88,89%	190	0	570	100,00%	87,36%
M 3	4,00	0,00	100,00%	7	16,00	43,75%	15	0	375	100,00%	43,75%

Toplam ekipman verimliliği geliştirilirse, üretim tesisinin hammaddeden bitmiş ürüne geçişteki toplam süresinde azalmalar olacaktır. Ayrıca bu parametrenin iyileştirilmesi ile doğru planlama yüzdesi de artacaktır. Son olarak bu sayede operasyon tekrarları ve hurda maliyetleri azaltılır ve toplam maliyet düşer. Toplam ekipman verimliliğinin sonuçları farklı prosesler için karşılaştırılmamalı, sadece aynı tezgah parçaları veya prosesler için, aynı zaman aralıklarında karşılaştırılmalıdır.

5.4.3. Hammaddeden Bitmiş Ürüne Geçişteki Toplam Süre (HBT)

Bu kavram adından da anlaşılacağı üzere, hammaddenin tedarikçisinden ikmal edildiği andan, üretim tesisine varması, stoklanması, üretim hattına alınması, işlenmesi, nihai ürün ambarına ve oradan da müşteriye sevk edilmesi için gereken toplam süredir. Aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

HBT: Hammadde Envanteri+Ara Stok Envanteri+Bitmiş Ürün Envanteri (5.8)

Envanter parça miktarının günlük müşteri talebine oranıdır.

Yukarıdaki eşitliğe göre hesaplanan hammaddeden bitmiş ürüne geçişteki toplam envanter değeri günlük ve vardiya başına hesaplanmalıdır.

Bu parametrenin hesaplanması için bir adet kontrol parçası seçilir. Müşteri talebinin günlük olarak 1.000 adet olduğu varsayılsın. Bu durumda eğer hammadde miktarı 4.000 adet ise, hammadde envanteri 4 günlüktür. Eğer ara stok miktarı 2.000 adet ise, ara stok envanteri 2

günlüktür. Eğer bitmiş ürün miktarı 3.000 adet ise, bitmiş ürün envanteri 3 günlüktür. Bu örnek üzerinden gidilecek olursa sistemin hammadden bitmiş ürüne geçişteki toplam süresi 9 gündür.

Çizelge 5.4 Hammaddeden bitmiş ürüne toplam süre

Mamul Kodu	*Top. (h)*	*Duruş (h)*	*Net Süre (h)*	*Baskı Adedi*	*Pres Isk Isk.*	*İç Kont. Isk.*	*K.Kont. Isk.*	*Müşt. Isk.*	*Top. Isk.*	*Net Üret.*	*Top. Stok*	*Üret. Hızı*	*HBT (h)*
Mamul 1	28,5	0	28,5	122	6	0	0	0	6	970,01	143	34	4,2
Mamul 2	56	1,8	54,2	483	14	0	0	0	14	469,01	392	8,7	45,3
Mamul 3	87	1,5	85,5	190	0	0	0	0	0	570,01	296	6,7	44,4
Mamul 4	29	1,2	27,8	168	21	0	0	0	21	2667,01	500	95,8	5,2
Mamul 5	38,5	0,5	38	453	18	0	0	0	18	2595,01	2660	68,3	39

- HBT' nin azalması için ya kontrol parçası adedi azaltılmalıdır ya da hat hızı arttırılmalıdır.
- Hat hızı, her vardiyada üretilen ürün adedinin o vardiyadaki net üretim saatine bölümüdür.
- HBT' yi iyileştirmek için değer katmayan işlerin analiz edilip, malzeme/ürün beklemelerinin (hat önü, hat içi, hat sonu stokların) azaltılması gerekir.
- Hat içi stokların azaltılması HBT' yi azaltırken ayrıca malzeme taşıma ve stoklamalarını da azaltır. Bu da malzemenin daha az hasar görmesini sağlar, böylece İDÜ oranı da artar.
- HBT iyileştiğinde müşteriye ürünü zamanında teslim etme kabiliyeti de artmış demektir.
- Malzeme taşımalarında ve stoklamalarda azalma maliyetleri azaltır.

5.4.4. Plana Uygunluk (PU)

Plana uygunluk kavramı, bir üretim tesisinin doğru üretim hacimlerini, doğru zamanda ve doğru ürün gamında ve sırasında üretmek için ne kadar iyi planlama faaliyeti icra ettiğini ölçümlemektedir. Bu parametre aşağıdaki formüle göre tayin edilmektedir:

PU= Üretim Hacmi Performansı*Üretim Gamı Performansı*Ürün Sırası Performansı

$$\text{Üretim Hacmi Performansı} = \frac{\text{Üretilen parçaların fiili miktarı}}{\text{Parçaların planlanan üretim miktarı}} \quad (5.9)$$

$$\text{Üretim Gamı Performansı} = \frac{\text{Planlanan üretim gamına uygun üretilen parçaların fiili miktarı}}{\text{Üretilen parçaların fiilli miktarı } (*)} \quad (5.10)$$

*****Üretilen parçaların fiili miktarı parçaların planlanan üretim miktarından fazla ise parçaların planlanan üretim miktarı dikkate alınacaktır.

$$\text{Ürün Sırası Performansı} = \frac{\text{Planlanan üretim sırasına uygun üretilen parçaların fiili miktarı}}{\text{Planlanan üretim gamına uygun üretilen parçaların fiili miktarı}} \quad (5.11)$$

Burada hedeflenen %100 doğru planlamadır. Yukarıdaki eşitiliğe göre hesaplanan doğru planlama günlük ve vardiya başına hesaplanmalıdır.

Bir üretim tesisinde planlanan ve gerçekleşen üretim aşağıdaki gibi raporlansın:

ÜRETİLEN PARÇA ADEDİ=2000 (5.12)

PLANLANAN ÜRETİM ADEDİ= 2300 (5.13)

ÇEŞİDİ TUTAN ÜRETİM ADEDİ=1800 (5.14)

SIRASI TUTAN ÜRETİM ADEDİ=1500 (5.15)

Bu durumda plana uygunluk parametresi aşağıdaki şekilde hesaplanacaktır:

ÜRETİM HACMİ PERFORMANSI=2000/2300= % 89.96 (5.16)

ÜRETİM GAMI=1800/2000=%90 (5.17)

ÜRETİM SIRASI PERFORMANSI=1500/1800=%83.33 (5.18)

PU= %89.96 X %90 X %83.33= %65.22 (5.19)

Çizelge 5.5 Programa uygunluk

Mamul	***Plan.***	***Baskı***	***Top.***	***Net***	***Miktar***	***Çeşidi Tutan***	***Çeşit***	***Sıra***	***PU***
Kodu	***Miktar***	***Adedi***	***Isk.***	***Üretim***	***Performansı***	***Ürt. Adedi***	***Performansı***	***Performansı***	
Mamul 1	70	19	3	73	104,30%	70	100,00%	100,00%	**104,30%**
Mamul 2	840	281	0	843	100,40%	840	100,00%	100,00%	**100,40%**
Mamul 3	840	281	1	842	100,20%	840	100,00%	100,00%	**100,20%**
Mamul 4	860	93	28	902	104,90%	860	100,00%	100,00%	**104,90%**
Mamul 5	1526	96	10	1526	100,00%	1526	100,00%	100,00%	**100,00%**

5.5. Yalın Üretim Tasarımı

Yalın üretimin belirli bir plan dahilinde uygulamaya konması için, bu sistemin tasarımı ve geliştirilmesinden sorumlu kişilerin üretim tesisi genelinde ya da ilgili departmanlar bazında amaca uygun adımlar atması gerekmektedir. Yalın üretim çok geniş anlamda bir üretim tesisinde yerden tasarruf sağlarken, üretimin kontrolü ve görsel yönetim imkanları geliştirir. Bunun dışında hammaddeden bitmiş ürüne geçiş süresi, ara stok miktarları, malzeme taşıma maliyetlerinde düşüşler sağlanır.

Yalın üretim tasarımı yapılırken aşağıda tariflenen sekiz prensip göz önünde tutulmalıdır:

- Kurum organizasyonu ve üretim sisteminin hedef ve amaçlarına bağlı tüm tasarım kararları tayin edilmelidir.
- Hammaddeden nihai ürüne geçişteki harici ikmal mesafeleri kısaltılmalıdır.
- Aynı zamanda benzer şekilde dahili ikmal mesafelerinde de kısaltmalara gidilmelidir.
- Proseste kullanılmakta olan envanter seviyeleri azaltılmalıdır.
- Prosesler arası mesafeler daraltılmalıdır.
- Optimal üretim ve malzeme akışına engel olacak tüm engeller kaldırılmalıdır.
- Kayıplar ortaya çıkarılmalı ve önüne geçilmelidir.
- Karşılaştırmalar yapılmalı ve sonuçları irdelenmelidir.

Yalın ürretim tasarımının ana amaçı kayıpların önüne geçmektir. Kayıplar genel olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

- Fazladan üretim
- Bekleme
- İkmal
- Proses
- Envanter
- Hareket
- Hata

Kurumsal hedefler ve yönelimler açık bir şekilde kararlaştırıldıktan sonra, yalın üretimin nasıl tasarlanacğına dair orta vadeli hedef ve amaçlar üzerinde odaklanmak söz konusu olabilecektir. Tasarıma dayalı hedefler her bir spesifik durum ya da programa kendilerini uyarlamak zorundadırlar. Ancak yine de bu hedeflerin ana başlıkları tüm tasarımlar için ortak özellik taşımaktadırlar. Zira tüm hedeflerin ortak özelliği kayıpların önüne geçmek ve katma değer katmaktır.

Üretim tesisi tasarımı kayıplara neden olabilecek faktörleri içinde barındırabilir ve bu faktörlerin tayini ve ortadan kaldırılması yeniden organizasyon gerekliliklerini açığa çıkaracaktır.

Bir üretim tesisinde başarıya ulaşma kriterleri aşağıdaki şekilde genellenebilir:

- Hammaddeden nihai ürüne geçişteki sürenin kısaltılması
- Plansız duruş sürelerinin azaltılması
- Gereksiz üretim yapılmaması
- Envanter seviyelerinde düşüş

- Kurulum ve takım değiştirme sürelerinin kısaltılması
- Toplam ürün yaşam çevrim maliyetlerinin azaltılması
- Üretim ekipmanlarında kapasite kullanımının arttırılması
- Kalitenin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi
- Sermaye yatırım gereksinimlerinin azaltılması
- Enerji verimliliğinin arttırılması

Bunlar ve bunun gibi bir çok ölçekler sayesinde tasarım hedef ve amaçlarına ulaşılırken, aynı zamanda ilerleyişin etkinliği ve verimliliği kontrol edilebilecektir. Yukarıda adı geçen ölçekler arasında kapasite kullanımı en ön planda tutulan faktör olsa da, toplam ürün yaşam çevim maliyetinin göz ardı edilmesi proses, üretim tesisi ve kurum için oldukça kötü sonuçları da beraberinde getirecektir.

Yalın üretim tasarımı üretim tesisi, hem de ilgili bölümler bazında stratejilerin geliştirilmesi ve devreya alınmasını gerektirir. Bu stratejiler sırası ile aşağıdaki gibi açıklanabilir:

5.5.1. Üretim Tesisi Bazında Stratejiler

- Tedarikçiden gelen yarı mamülün ara depolarda barındırılıp, sonra hatta ikmal edilmesi yerine, üretim hattına doğrudan ikmal edilmelidir.

Hatta doğrudan ikmal yapılması taşıma maliyetlerinin artmasına engel olur ve envanter seviyelerin düşmesi ile birlikte kalite problemleri görünür hale dönüşür.

- Tüm malzemelerin haraketinin montaj hattına doğru olması sağlanmalıdır.

Bu strateji sayesinde ikmal mesafeleri ve ara stok miktarlarında azalmalar olur. Optimum konfigürasyon aynı anda bir çok tasarım hedefineulaşılmayı sağlar. Bu tasarım stratejisi ön planda tutulması gereken ana faktörlerden birisidir.

- Malzeme indirme kaldırma faaliyetleri en düşük seviyede tutulmalıdır.

Bu stratejinin hızılı bir şekilde üretim tesisinde devreye alınabilmesi mümkün değildir. Bununla beraber üretim tesisinin yalın üretime uygun bir şekilde tasarlarken bu sınırlama göz önünde tutulur ise, hammadde, yarımamül ve çıktı akışı mükemmel bir seviyeye ulaşırken, depolama ve dahili ikmal yatırımları için gereken sermaye ihtiyaçlarında düşüşler sağlanmış olur. Ayrıca tekrarlı nakiller kalite problemlerinin açığa çıkması açısından riskler içermektedir.

- Prosesler arasında ikmal mesafeleri kısaltılmalıdır.

Bu stratejenin doğrudan faydaları işgücüne, ikmal, malzeme hareketleri ve ara stok

envanterine olan ihtiyacın azalmasıdır. Prosesler arası ikmal mesafelerinde azalmalar sağlanması ile üretim tesisi içindeki müşteri/tedarikçi iletişimi de yoğunlaşır. Bu durum süreklilik arz eden imalat akışını tam olarak destekleyecektir.

- Üretim tesisinde imalat prosesi ile açığa çıkan hurda türevleri geri dönüştürülmelidir.

Bu strateji üretim tesisinde yardımcı işletmeler bölümündeki yetkililer ile diğer bölümler arasındaki kuvvetli işbirliğini gerektirmektedir. Açığa çıkan hurda türevlerini üretim tesisinden geri dönüştürmek maksadı ile uzaklaştırmaya yarayacak bir sistem geliştirilmeli ve bu sistemin kuralları titizlikle işletilmelidir.

- Geçici ara stok alanları en düşük seviyede tutulmalıdır.

Geçici ara stok alanlarının en düşük seviyede tutulması malzeme akışının daha az değişkene bağlı bir şekilde işlemesine yardımcı olacaktır. Malzemelerin üretim hatlarına ikmalinin kontrolü merkezileştikçe, yanlış iletişim, fazla sipariş, fazla üretim gibi kayıplara neden olabilecek potansiyeller önemli derecede düşecektir.

- Üretim tesisi içerisinde tedarikçi müşteriye yakın bir bölgede konumlandırılmalıdır.

Tam zamanında üretim sistemi içerisinde tedarikçiler müşterisinden kesin siparişlere dayalı olarak faaliyet göstermektedir. Tedarikçi/müşteri ilişkilerinin kurulmasına ilave olarak bu strateji görsel yönetim ve süreklilik arz eden imalat akış mekanizmasını destekleyecektir.

- Envanterin düşürülmesi için görsel ve fiziksel kontrol birimleri devreye alınmalıdır.

Bu strateji bilhassa yüksek hacimli üretimlerde kullanışlıdır. Tabanda işaretler, makina konfigürasyonu, simgeler ve fiziksel engeller prosesin herhangi bir noktasındaki envanteri kontrol etmek için kullanılabilmektedir.

- Yeniden yapılanma süreci içinde mevcut yapılar kaldırılmalıdır

Bir önceki üretim yönetim sistemine ait olan yapılar ve fiziksel parametrelerin ortadan kaldırılması, yalın üretim sistemi tasarımının gerekli olmayan beklentilere kendisini uyarlamak zorunda kalması riskini de azaltacaktır.

- Büyük parçalar son montaj hattına daha yakın konumlandırılmalıdır

Büyük parçalar ikmal sırasında daha fazla enerji ve zamana ihtiyaç duyduklarından ve daha karmaşık yapılı olduklarından ötürü, bu strateji ile sermaye yatırım ihtiyaçları azalacaktır.

- Ambardan üretim hatlarına olan ikmal “ilk giren ilk çıkar” prensibine dayalı olarak yürütülmelidir

Bu strateji sayesinde hataların tanımlanması olasılığı artacaktır. Ayrıca ara stok dğerlerinde de düşüş gerçekleşecektir.

- Kullanlımayan, değer yaratımına katkısı olmayan alanlar ortadan kaldırılmalıdır

Bu strateji makina yoğunluğunun artması ile beraber ilerler ve tüm alan kullanımı oranının artmasına yardımcı olur. Boş alanlar hatalara, fazla stok ve üretime müsade eder. Fiziksel sınırlar bu tür kayıpların önüne geçen niteliktedir.

- İlgili bölümler mümkün olduğunca yakın bir şekilde yerleşkeleri sağlanmalıdır

Bu strateji sayesinde transfer mesafeleri azalır ve süreklilik arz eden imalat akışına katkı sağlanmış olur. Birbirleri ile bağlantısı olan mevcut operasyonlar yine birbirlerine yakın olacak şekilde konumlandırılmalı ve bu sayede süreçler daha verimli kılınmalıdır.

- Üretim hattı görülebilir olmalıdır

Bir imalat operasyonunda sözlü iletişimin sınırlı olması nedeni ile görsel iletişimin önemi oldukça fazladır. Üretim hattı çalışanları bir proses dahilinde diğerleri ile görsel iletişimi kurmalıdırlar.

- Teknik dökümantasyon ve iletişim alanları birleştirilmelidir

Bir üretim alanındaki verimlilik ve etkinliğin doğrudan çalışanlar arasındaki iletişimin kalitesine bağlı olması nedeni ile ortak uzlaşı ortmalarının yaratılması ve bu sayede çalışma gruplarının araştırma, sorun çözme ve stratejiler geliştirme imkanlarına sahip olması gerekmektedir.

- Malzeme taşıma dağıtım güzergahları tanımlanmalıdır

Güzergahların tanımlanması sorunu bilhassa tam zamanında üretim konsepti dahilinde son derece önemlidir. Zira bu üretim metodu ile daha küçük parti miktarları ve buna karşılık olarak dışarıdan tedarik edilen ya da içeriden alınan malzemelerin daha kesin ve sık bir frekansta ikmali söz konusudur. Bu strateji ile aynı zamanda malzemelerin ikmal mesafelerinde kısalma olacaktır.

- Tekrarlı taşımalardan kaçınılmalıdır

Bu strateji depolama sistemlerinin “ilk giren ilk çıkar” prensibine göre tasarlanması ile brebare ilerler ve doğrudan hatta ikmal sistemi ile taşıma maliyetleri, kayıp yaratan ikmal hareketleri ve gereksiz envanterin önüne geçilmiş olur.

- Aşırı kapasitenin sınırlandırılmalıdır

Fiziksel ve görsel sınırların kullanılması ile aşırı üretimlerin önüne geçilmiş olur. Bu strateji makina kullanım kapastesini arttırır, envater seviyesini düşürür ve çevrim zamanlarını kısaltır. Ekipmanlar, ara koridorlar ve görsel sıralar fazla kapasitenin önüne geçilmesine yardımcı olur.

- İkmal mesafelerinin kısaltılması için ilave depolar oluşturulmalıdır

Bu strateji ilave yatırım gerektirse de işçilik, bakım maliyetleri, transfer mesafelerinin azaltılması ile orta vadede kendisini amorte edecektir.

5.5.2. İlgili Bölümler Bazında Stratejiler

- Emniyet stokları azaltılmalıdır

Emniyet stoklarının azaltılması ile hammaddeden nihai ürüne geçiş süresi, transfer mesafeleri ve ara stoklar azaltılır. Bu strateji prosesi sıfır hata yapmaya, kurulum zamanlarını azaltmaya ve toplam verimli/kestirimci bakım yapmaya zorlar.

- Manuel ve otomatik istasyonlar gruplandırılmalıdır

Bu strateji sadece bakım maliyetlerinin düşürülmesini sağlamaz, aynı zamnda hattın verilmli bir şekilde yeniden dengelenmesi ve üretim personelinin sağlıklı iletişim kurmasına da yardımcı olur.

- Gerekli olan tüm parçalar için hat üzerinde yeteri kadar alan bırakılmalıdır

Bu strateji hat üzerinde gerekli olan tüm parçaların düşük parti büyüklüklerinde temini hususuna katkıda bulunur. Üretimin sürekliliğinin sağlanması için hat üstünde o an ihtiyaç duyulan tüm malzemelerin mevcudiyeti önem arz eder.

- Hat akışında uygun olduğu sürece “u” ya da “s”şekli tercih edilmelidir

“U” ya da “s”şeklindeki hat akışı görsel yönetimi, daha iyi iletişimi ve makina kullanım oranının artmasını mümkün kılar. Bu strateji üretim personelinin birden çok operasyonu üstlenmesini ve operasyonlar arası malzem ikmalininin birleştirilmesini sağlayacaktır.

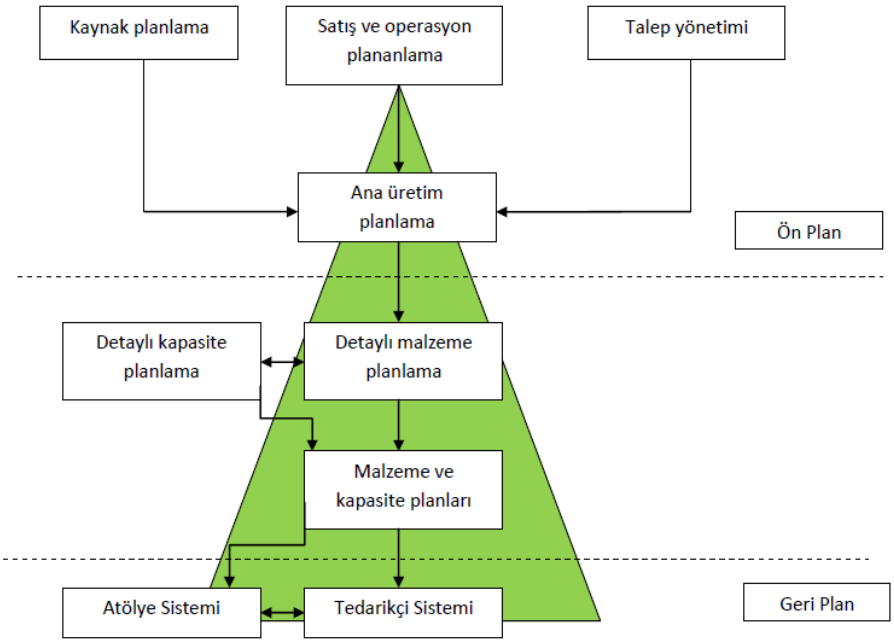
“S” şeklindeki hat akışı ise “u” şeklindeki akışın bir kombinasyonudur (Ford, L.L.).

5.6. Tam Zamanında Üretim

Tam zamanında üretim yöntemi detaylı malzeme planlamasının karmaşıklığını, atölyedeki takip faaliyetlerine olan ihtiyacı ve ara stok envanterlerini azaltmaktadır. Bu maliyet anlamında bir avantaj getirirken, üretim prosesinde de hem kurum dahilinde, hem de dışarıda tedarikçide sıkı bir koordinasyon sağlamaktadır (Vollmann vd., 2005).

5.6.1. Üretim Planlama ve Kontrol Faaliyetlerinde Tam Zamanında Üretim

Şekil 5.5' de tam zamanında üretimin üretim planlama ve kontrol faaliyetleri ile nasıl bağlantılı olduğunu gösterilmektedir. Gölgelendirilmiş alan tam zamanında üretim uygulamalarından etkilenen üretim planlama ve kontrol bölümüne işaret etmektedir.



Şekil 5.5 Üretim planlama kontrol sistemi ile tam zamanında üretim

Birincil nitelikteki uygulama geri planda yer alan son noktada yürütülen icraatlardır. Tam zamanında üretim üretim planlama ve kontrol faaliyetlerinin ötesine gitmektedir. Bu faaliyet üretim stratejesi ve verimliliği hakkındaki soruları gün yüzüne çıkartmaktadır. Bu yüzdendir ki, öncelikli olarak tam zamanında üretim programının ana öğelerine atıfta bulunulacaktır.

5.6.2. Tam Zamanında Üretimin Üretim Planlama Kontrol Faaliyetlerine Etkisi

Tam zamanında üretim bir üretim planlama ve kontrol faaliyetinin üç bölgesini de (ön plan, orta alan ve geri plan) etkilmektedir. Tam zamanında üretimin birincil katkısı geri planda yoğunlaşmaktadır. Bu sayede atölye içerisinde ve satınalma sürecinde mükemmel bir iş akışı sağlanmış olunur. Tam zamanında üretim standart raporlama sistemlerini elimine eder, detaylı atölye planlaması maliyetlerini azaltır, ara stok envanter seviyelerini düşürür, teslimat sürelerini azaltır ve tedarikçinin daha iyi planlama yapmasını destekler.

Bununla birlikte tam zamanında üretim, üretim planlama faaliyetinin hem ön plan, hem de orta bölgesine de etkimektedir. Tam zamanında üretim planlanan parça miktarını ve ürün ağacındaki seviye sayısını da indirgemektedir. Bir çok parça numarası kaynak planlamadan

sorumlu kişiler tarafından “hayalet” numara olarak takip edilmeye başlanmıştır; bir başka deyişle ürün ağacında yer almalarına rağmen, fiili olarak envantere giriş ya da çıkış işlemleri söz konusu değildir. Bu bir anlamda, tekil parçaları yapmak için detaylı operasyon adımlarına dayalı bir üretim planlama ve kontrol faaliyetleri yerine, yürütülecek planlamanın montajlar safhasında idame ediyor olması demektir. Çapraz eğitimlerden geçmiş çalışanlar ve hücresel üretim yöntemi sayesinde detaylı planlamanın önüne geçilmiş olunur. Dahası detaylı operasyonlar ve parçalar yerine, montaj seviyesinde planlamanın yürütülmesi ile parçalardan bitmiş ürüne plan genel akış süresi önemli derecede indirgenmiş olur.

Ön planda da tam zamanında üretim önemli değişimlere katkıda bulunmaktadır. Tam zamanında üretim sayesinde teslimat süresindeki kısalmalar göz önünde bulundurulduğunda, stoğa üretim yapan kuruluşlar bile kendilerini neredeyse siparişe göre üretim yapar bir konumda bulacaklar ve müşteri ihtiyaçlarının karşılanmasında daha etkin rol alacaklardır. Bu avantaj kuruluşlara talep yönetiminin verimli bir şekilde işletilmesi olarak geri dönecektir.

Tam zamanında üretimin bir kuruma sağladığı katkılar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Üretim çıktısı eldesinde zaman tasarrufu
- Malzemelerin daha kısa mesafelerde hareket görmesi
- Ambardan daha az malzeme girişi/çıkışı
- İşlem sayısının azaltılması
- Daha basit bir üretim planlama sistemi
- Daha kısa değişim süresi
- Pazar ihtiyaçlarına daha hızlı yanıt verme
- Envanter seviyelerinde düşüş
- İşçilik maliyetlerinin azaltılması
- Daha tatminkar ve katılımcı çalışan
- Takım çalışmasının geliştirilmesi
- Alana duyulan ihtiyaçta azalma
- Kalite maliyetlerinin düşürülmesi
- Kalite gelişimi

Tam zamanında üretim faaliyetinin yürütülmesinde, siparişler fabrika içinde o kadar hızlı hareket görür ki, süreçlerinin takibi için karmaşık üretim faaliyet kontrol sistemleri gerekmez. Benzer argüman satınalınan malzemeler için de geçerlidir. Eğer bu malzemeler temin edilmesinden bir kaç saat içinde bitmiş mamüle dönüşecek ise, bunları ilgili tedarikçilerinden

alıp ambarda depolamak, ardından bunları üretim alanına ikmal etmek ve diğer detayların gerekliliklerini yerine getirme zorunluluğu yoktur.

Tam zamanında üretim basitliğe dayalıdır. Amaç imalat hücreleri, ürünler ve sistemleri tasarlayarak ürünleri düzgün ve sürekli bir akış içerisine sokmaktır. Kalite hataları ve duruşların önüne geçilmesi ile faaliyetler rutin olmanın ötesine geçmez. Basit sistemler sayesinde detaylı imalat kayıtlarına da ihtiyaç yoktur.

Tam zamanında üretim dört ana temel öğe ile ilişki halindedir. Bunlar sırası ile

- Ürün tasarımı
- Proses tasarımı
- İnsan kaynakları
- Üretim planlama ve kontroldür.

Ürün tasarımında kritik rolan alan faaliyetler kalite, imalat hücrelerinin tasarımı ve ürün ağacında yer alan seviyelerin mümkün olduğunca azaltılmasıdır.

Ürün ağacı seviyelerinin azaltılması ile proses tasarımı çok yakın bir şekilde birbirleri ile irtibat halindedir. Basitlik amacı ile daha az seviye için, proseste ürün dönüştürme faaliyetlerinin sayısı da azaltılmaldır. Bunu sağlamak için genellikle hücre tipi imalat tercih edilmektedir. Hücre tipi imalatta ekipmanlar en az evnanterde, en hızlı üretim akışını gerçekleştirmek maksadı ile konumlandırılmıştır. Amaç malzeme akışına odaklanmaktır.

Üretim prosesinin tasarlanmasında bant genişliği önemli bir kavramdır. Bant genişliğinin artması ile sistemin talep ve ürün gamındaki değişim ve dalgalanmaları karşılama yeteneği o oranda artar. Tam zamanında üretimin amacı talep değişimlerine mümkün olduğunca yanıt vermektir. İmalat süreçlerinin mükemmelleştirilmesi daha fazla bant genişliği anlamını taşımaktadır.

5.6.3. Tam Zamanında Üretim Kapsamında Montaj Hattında Farklı Modellerin Planlaması

Ürün gamında yer alan farklı ürünlerin montaj hattına alınması düşük miktarlarda farklı modellerin alınması yönünde bir esneklik sağlamaktadır. Bu sayede üretim tesisi içerisinde daha küçük bitmiş ürün stokları olacaktır. Farklı ürünlerin montaj hattına alınması hat tasarımında bazı problemleri de beraberinde getirmektedir. Bu problemlere örnek olarak çevrim süresi, istasyon sayısı ve hat dengelemesi verilebilir. Farklı modellerin hatta alınması yaklaşımı aynı zamanda ürünlerin hangi sırada üretim prosesine gireceği ile de ilgilenmektedir. Böylelikle iş yükü her bir istasyonda dengeli bir şekilde dağıtılsın ve çevrim

süreleri aşılmasın.

Çizelge 5.6 Komponent ihtiyaçları

Bitmiş ürün modelleri (i)	A	B	C
Planlanmış üretim miktarı Qi	2	3	5

Komponent i	K1	K2	K3	K4
Bitmiş ürün (i)	Model Bazında Tüketimler			
A	1	0	1	1
B	1	1	0	1
C	0	1	1	0

Tam zamanında üretim amaçlarından biri de kanban kullanımına olanak sağlamak için son montaj hattına gidecek her bir komponent için sabit kullanım oranını gerçekleştirmektir. Bu aslında karışık bir sırada hatta giren farklı modellerin hatta alınış sıralarının, her bir komponentin sabit bir oranda tüketilmesini sağlayacak şekilde tasarlanması anlamına gelmektedir. Farklı modellerin üretim hattına alınması ile tekil parçaların tüketimindeki çeşitliliği azalttığını raporlayan çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalar üretim hattında kullanılan her bir tekil parçayı mümkün olduğunca sabit tutmayı hedefler. Çizelge 5.6 bu çalışmaya bir örnektir. Bu örneğe göre üç farklı model, dört ayrı komponent ile üretilmektedir. Toplamda 10 adet ürünün üretilmesi planlanmaktadır (ürün A' dan 2 adet, ürün B' den 3 adet ve ürün C' den 5 adet). Bu üretimi gerçekleştirmek için K1' den 5 adet, K2' den 8 adet, K3' den 7 adet ve K4' den 5 adetlik ihtiyaç söz konusudur. Her üç modelden toplam 10 adetlik üretim yapmak için K1' in ortalama tüketimi 5 (ilgili komponentten toplam ihtiyaç)/10 (modellerin toplam üretim miktarı)=0.5' dir. Benzer şekilde K2' nin ortalama tüketimi 0.8, K3' ün 0.7, K4' ün ise 0.5' dir. Burada ideal planlama her bir parçanın gerçek kullanımının ortalama kullanıma mümkün olduğunca yakın olması ile sağlanır.

Bu çalışmaların amacı ideal duruma mümkün olduğunca yakın bir montaj planı oluşturmaktır. Bu süreç plana alınmacak ilk bitmiş ürünün seçilmesi ile başlar. Ardından ikinci ürüne sıra gelir ve bu süreç son mamüle gelinceye kadar ilerletilir. Hesaplama yöntemi ortalam tüketim değerlerini daha yakın bir şekilde karşılayacak olan hatta alınmış bir sonraki aracın

komponent tüketimlerini dikkate alır. Yukarıdaki örneklemeye göre eğer C ürününden üretilmesi planlanan 5 adetin de peşi sıra hatta alınması söz konusu olsaydı, K1' den altıncı ürün hatta alınana kadar ihtiyaç olmayacak idi. Beşinci montajın tamamlanmasını müteakip, K1 ihtiyacı araç başına 1 olup ortalama tüketim değerinin çok üstündedir. Eğer A ve B ürünleri hatta giriş sırasında C ürününün arasında dağıtılır ise, ortalama tüketim değerlerinden olan sapma bu kadar büyük olmayacaktır.

5.6.4. Tam Zamanında Üretimde Tedarik Zincirinin Koordinasyonu

Tam zamanından üretimin bir model olarak işletmelerde tercih edilmesi giderek artmaktadır. Bu alanda en kritik noktalardan bir tanesi de tedarik ağının bu sistemi destekliyor olmasıdır. Tam zamanında üretimde çözülmesi gereken en önemli sorunlardan biri ikmal süreçlerinin doğru ve etkin bir şekilde yönetilmesidir. Bazı durumlarda bu sorunun çözümü üçüncü şahıslara bırakılmaktadır. Bazan de teslimat tedarikçi tarafından kapı teslimi yapılmaktadır. Küçük hacimli ancak sık tesalimat ihtiyacı söz konusu olduğunda, tedarikçinin bu performansı ekonomik koşullar çerçevesinde ilerletmesi çok kolay olmayacaktır. Bazı çalışmalar göstermektedir ki, müşterinin tedarikçiden mazleme toplması tam zamanında üretimin hedeflerine ulaşılması açısından daha etkin bir yöntemdir. Dahası bu sayede gecikmelerden daha zamanlı bir şekilde haberdar olacak, ikmal maliyetlerini düşürecek ve daha önemlisi teslimattaki belirsizlikleri azaltacaktır.

Tam zamanında üretim modelinde tedarikçi ile müşterisi arasında oldukça düşük değerlerde emniyet stokları vardır. En ideal koşullarda tedarikçi kullanım noktasında gün içerisinde bir çok sevkiyat yapmaktadır. Bu tip kuruluşlarda tedarikçi sevkiyatları ihtiyaç duyulan andan sadece bir kaç saat ya da gün öncesinde planlanmaktadır. Kesin zamanlama sevkiyat performansı anlamında kurumun tedarikçisine olan güvenine bağlıdır. Unutulmamalıdır ki, stok seviyelerinde yaşanan kritiklik ya da eksiklikler tam zamanında üretim yapan işletmelerde üretim hattının bütünüyle durması anlamına geldiğinden ötürü, bu durum oldukça yüksek maliyetlere neden olmaktadır. Bu yüzdendir ki, deneyimlere dayalı olarak bazı ürün gruplarında belirli seviyelerde emniyet stoğunun tutulması gerekmiştir. Ayrıca sevkiyatta gecikmelerin önüne geçmek ve ikmal sırasındaki belirsizlikleri azaltmak amacı ile nakliye işlemlerinin sorumluluğunu tedarikçiden ziyade kurumun kendisi üstlenmektedir.

Bu model taşıma kapasitesi sınırlı olan belirli miktardaki araçları, tanımlanmış bir süre içerisinde malzeme toplamak için sorumlulu kılarak, toplam envanter taşıma, ikmal ve kurulum maliyetlerini en aza indirgemeyi hedeflemiştir. Buradaki belirleyici koşul üretim tesisinin üretiminde hiç bir koşulda, herhangi bir tedarikçinin bir parçasından ötürü duruş

yaşamamasıdır.

Bu problemin çözümü için çok adımlı bir hesaplama algoritması öngörülmüştür. Bu adımlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Her bir tedarikçi için haftalık malzeme toplama sıklığının belirlenmesi
- Belirlenen bu toplama miktarlarını günlük olarak program haline getirmek
- Günlük toplama faaliyetlerini araç bazında detaylandırmak
- Mevcut planları iyileştirme faaliyelerine tabi tutmak.

5.6.5. Tam Zamanında Üretim Modelinde Kurulum Zamanlarının Azaltılması

Kurulum zamanı bir üretim sürecinden son çıkan hatasız parça ile aynı üretim sürecine ilk giren hatasız parça arasındaki süre olarak adlandırılabilir.

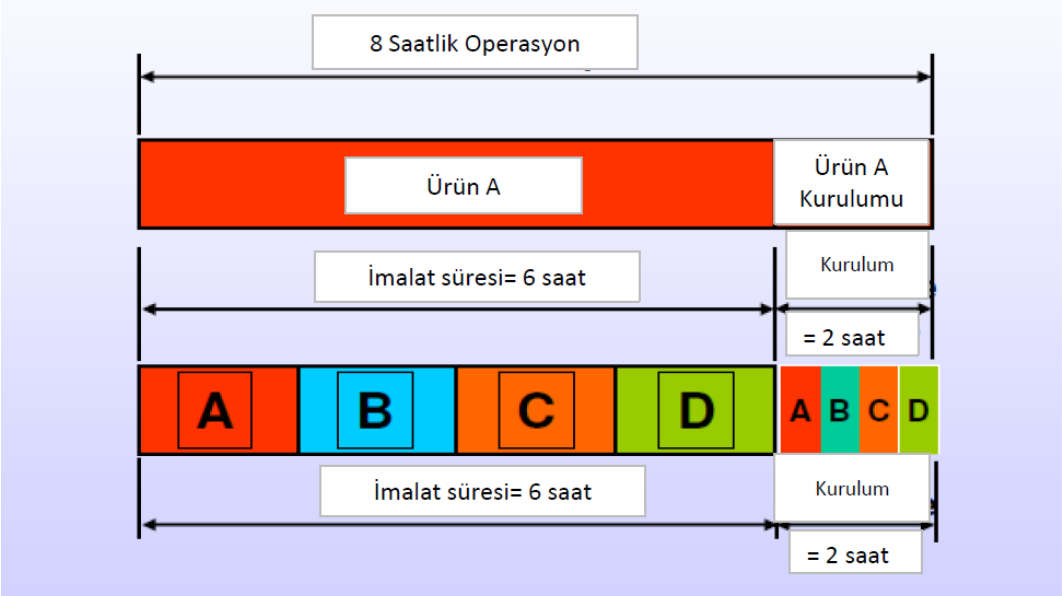
Prosese dayalı endüstrilerde kurulum, proses tanımlanmış kalite mertebesine erişene kadar tamamlanmış sayılamaz. Bir başka deyişle kurulum süreci ancak proses tam anlamı ile kontrol altına alındığından emin olunduğu takdirde bitmiş olacaktır. Ancak bu süreden sonradır ki, kalite gerekliliklerini yerine getiren ürünler üretilebilir.

Yalın üretim modelinden önce kurulum zamanlarının her zaman için uzun süreler alacağına dair inanış hüküm sürerdi. Üretim tesisleri bu zamanların maliyet etkisini azaltılmak için de büyük hacimli üretim miktarlarını prosese almaya zorlanırlardı. Uzun kurulum süreleri nedeni ile yükselen maliyetleri azaltmaya yönelik yüksek miktarda üretim gerekliliğini dengeleyecek en ekonomik üretim lotlarının belirlenmesi ve miktarların buna göre düzenlenmesi, üretim verimliliğinde göz önünde bulundurulması gereken faktörlerden biri idi.

Kurulum zamanlarının azaltılması tam zamanında üretim modelinin en önemli kriterlerinden biridir. Zira bu avantaj ile üretim tamamlama süreleri kısalır ve envanter seviyeleri azalır. Bu sayede aynı zamanda küçük lot miktarlarında üretim yapılır (Ford, S.M.E.D.).

Kurulum zamanlarının azaltılması aşağıda sayılan ihtiyaçlardan ötürü önemlidir:

- Ekipmandan elde edilen verimin arttırılması
- Kayıpların azaltılması
- Üretim planlarının dengelenmesi
- Arastok ve bitmiş ürün stoklarının azaltılması
- Tam zamanında üretimin desteklenmesi ve imalat akışının düzgün hale getirilmesi
- Makina kapasitesi ve esnekliğin arttırılması



Şekil 5.6 Esnekliğin arttırılması

Kurulum zamanlarının azaltılması ile ilgili aşağıda belirlenen hususlar gözönünde bulundurulmalıdır:

- Kurulum zamanları ile ilgili doğrudan maliyet unsurları tespit edilmeli ve bunların ölçümlenmesi için yöntemler geliştirilmelidir.
- Kurulum zamanlarının hangi koşullar altında daha verimli olduğu belirlenmelidir.
- Kurulum zamanlarının azaltılması fazla mesai ya da kapasite arttırımı gibi diğer alternatiflere göre karşılaştırması yapılmalıdır.

Bu gözetimler bilhassa herhangi bir operasyonda talebin üretim kapasitesini aşması durumunda daha da kritik bir hal almaktadır. Bu şartlara göre bir çok envanter metodu kapasite sınırlamalarını karşılamak için kurulum sıklıklarını azaltarak sipariş miktarlarını arttırmaya odaklanır. Bu yaklaşım artan kurulum sıklığını sorun olmaktan çıkaran mevcut kapasite arttırımı ihtimalini araştırmak ya da her kurulum için gereken süreyi azaltmak çabalarından farklıdır.

Kapasite arttırımına alternatif olabilecek kurulum zamanlarındaki genel verimlilik, toplam kurulum zamanı gereksinimlerinin toplam kapasite gereksinimlerine oranı arttıkça iyileşmektedir. Bu yüzden kurulum zamanının azaltılması mevcut kapasitenin çok büyük bir bölümünün kurulum operasyonlarına adandığı durumlarda daha etkilidir.

Kapasite arttırımına alternatif olarak, kurulum zamanının azaltılmasının artagelen verimliliği daha kapsamlı indirgemeler sağlandıkça ivme kazanır. Bu yüzden kapasite alternatifi üzerine

kurulum zamanı azaltılmasının gerçek etkisini elde etmek için kurulum zamanı azaltma faaliyetinin maksimum boyutu gözönünde bulundurulmalıdır.

Kurulum zamanlarının hızlanması aşağıda belirtilen sonuçlara ulaşılacaktır:

- Talepteki değişimlere hızlı yanıt verilebilecektir.
- Üretim zamanları doğal olarak kısalacaktır.
- Makina üretim kapasitesi artacaktır.
- Kurulum hataları azalacaktır.
- Operasyonlar daha emniyetli yürütülecektir.
- Kurulum operasyonu sırasında yaşanan zorluklara azalacaktır.
- Özel beceri gerekliliğine olan ihtiyaç azalacaktır.
- Daha düşük miktarlarda envanter söz konusu olacaktır.
    - Sermaye dönüş sıklığı artacaktır.
    - Alan kullanımı daha iyi olacaktır.
    - Malzeme taşıma gerekliliği azalacaktır.
    - Hatalı ürün oranı azalacaktır.
    - Aynı üretim hattında birden fazla çeşitte ürün üretme yeteneği söz konusu olacaktır.

Kurulum zamanının azaltılmasında yedi aşamalı bir yaklaşım söz konusudur. Bu aşamalar dizgide sıralanmaktadır:

- Faaliyetin analiz edilmesi: video çekim ile operatörün faaliyetinin irdelenmesi
    - Her bir etkenin dökümante edilmesi
    - Proses zamanının ölçülmesi
    - Her bir etken için zaman tesbitinin yapılması
    - Diğer faydalı bilgilerin kayıt altına alınması
    - İyileşmeye baz olacak mevcut kurulum zamanının grafiğe dökülmesi
- Dahili etkenlerin harici olanlardan ayrılması: kurulum süresi azaltma tabloları
    - Dahili faaliyetler makina kapalıyken yürütülmek zorundadır.
    - Harici faaliyetler ise makina çalışırken de yürütülebilir

Dahili etkenlere örnekler:

Kalıp, fikstür ve aparatların bağlanması ya da sökülmesi

Harici etkenlere örnekler:

Takımın ambardan alınması, temizleme ve kağıt işleri.

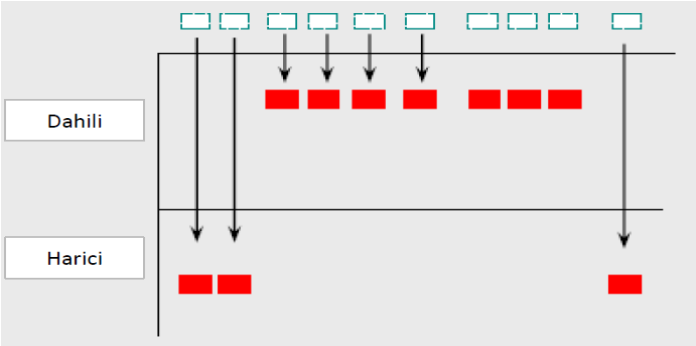
Makina çalışırken harici faaliyetlerin yürütülmesi ile kurulum süresinde %50’ lik bir iyileşme sağlanabilecektir. Görsel fabrika teknikleri ve teknoloji kullanımı kurulum sürelerinde %15’ lik bir iyileşme sağlayacaktır.

Ayırma sürecinde öncelikli olarak her bir proses adımı ve zamanı görsel olarak tanımlanır.



Şekil 5.7 Proses adımlarının belirlenmesi

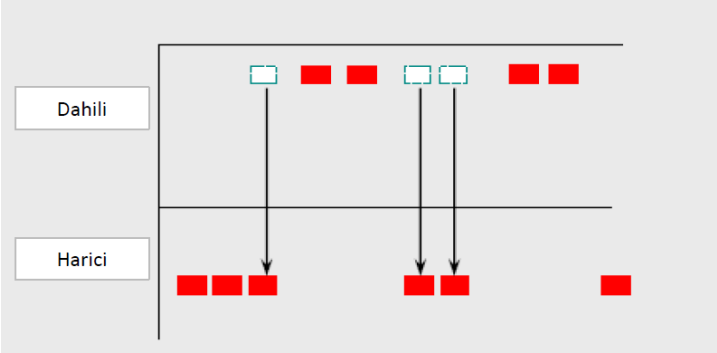
Ardından bu adımların altına yatay ve düşey çizgiler çizilerek yarısı harici, diğer yarısı ise dahili olarak adlandırılır. Her bir adımın dahili ya da harici olduğu tayin edilir ve bu adımların ayrıştırılması sağlanır.



Şekil 5.8 Proses adımlarının ayrıştırılması

- Dahili faaliyetlerin harici olanlar ile yer değiştirilmesi

Burada önemli olan makina kapalı iken yürütülmek zorunda olan işleri, mümkün olduğunca makina çalışırken yürütülebilecek olan işler dönüştürmektir.



Şekil 5.9 Proses adımlarının dahiliden hariciye dönüştürülmesi

Öncelikli olarak her bir proses adımı analiz edilir. Sonra her bir proses adımının harici faaliyete dönüştürülüp, dönüştürülemeyeceğinin çözümlemesi yapılır.

- Harici faaliyetlerin organize edilmesi: lokasyon, zamanlama, sorumluluk tayini
- Paralel faaliyetlerin organize edilmesi

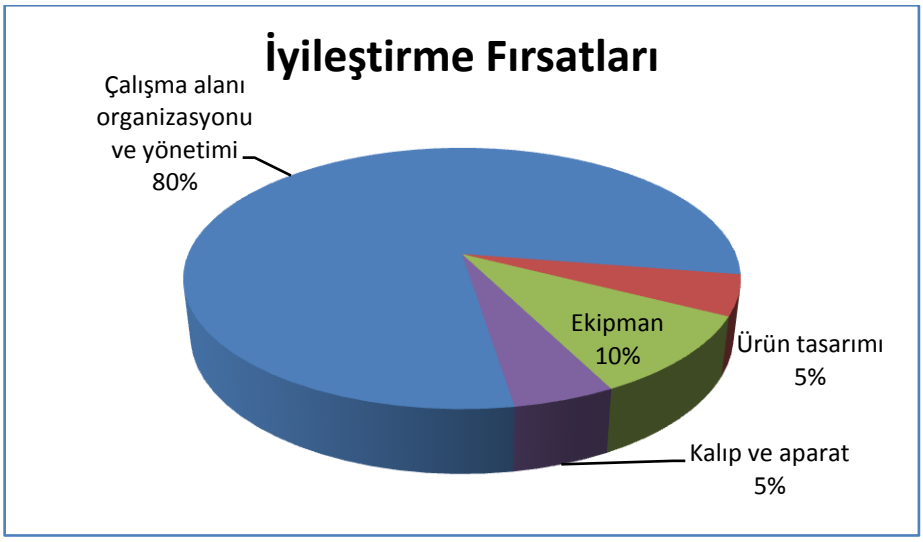
Paralel faaliyetler birbirinden bağımısızdır ve aynı anda yürütülebilirler. Paralel nitelikte olan görevlerin aynı anda yürütülmesi ile kurulum sürelerinde önemli derecede düşüşler sağlanacaktır. Paralel görevlerin icrasında güçlü ve tam organize olmuş ekiplerin oluşturulması önem arz eder.

- Dahili kurulum zamanlarının azaltılması: Teknolojik yenilikler ve gelişmelerden faydalanma

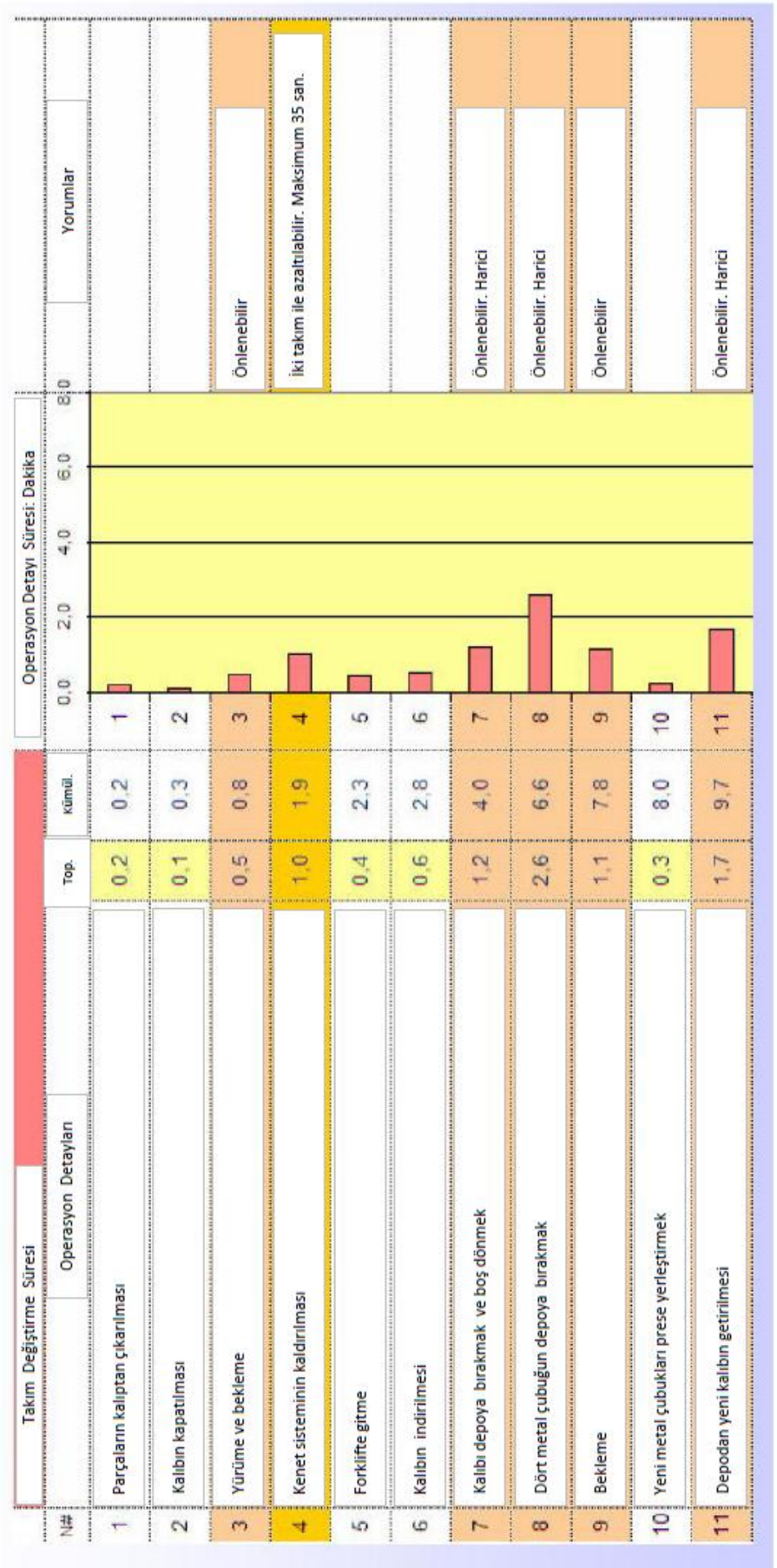
Ayar işlemlerinin azaltılmasını sağlayacak teknikler, fonksiyonel standartların geliştirilmesi, fikstür ve kalıplarda iyileşmeler sağlamak ve hızlı kurulum imkanını sunacak ekipmanların temini kurulum zamanlarının azaltılmasında etkin tedbirlerdir.

- Hızlı değişim uygulamalarının devreye alınması

Hızlı kurulum düzenekleri ve metodlarının seri imalat koşullarında devreye alınması öncesi test edilmek ve onaya tabi tutulmak zorundadırlar. Kurulum süresine bir çok faktör etki etse de, iyileştirmenin %60 ya da %80' ne görsel fabrika tekinkeleri ile mevcut iş yapış modelinin değiştirilmesi süreçlerinin birleştirillmesi sayesinde çözüm bulunabilmektedir (Ford, G.F.).



Şekil 5.10 İyileştirme fırsatlarının paydaşları



Şekil 5.11 Kurulum süresi analizi

5.6.6. Kanbanın Optimal Miktarının Kararlaştırılması

Bir çok üretim tesisinde kurulum zamanının azaltılması ve düşük lotlardaki üretim miktarlarının azaltılmasına olan yönelim basit atölye planlama sistemlerinin devreye alınmasını gerektirmektedir. İşletme içerisindeki hızlı malzeme akışı, prosesteki her bir operasyonun bir sonraki istasyondaki kullanım tarafından tetiklendiği düşük seviyeli ara stok ortamı anlamına gelmektedir. Bu ortamda kanban kartları üretimi yöneten ana faktördür. Sistemin operasyonunda sürekli olarak döngü içerisinde bulunan kanban kartlarının miktarı önem arz etmektedir. Çok fazla kanban kartı ara stokta gereksiz artışlara neden olmaktadır. Çok az kart ise üretimde kesintilere potansiyeldir. Planlama ufku dahilinde her bir periyotte talep oranı sabit kaldığında, kanban kartlarının miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanabilmektedir:

$$\text{Kanban kart miktarı}=\frac{Talep\ oranı\ x\ Teslim\ süresi\ x\ (1+Risk\ faktörü\ (emniyet\ stoğu))}{Konteynır\ Hacmi} \quad (5.20)$$

5.7. Üretimde Kontrol Teknikleri

Hat düzeni seri imalat sistemleri parça üretimi ile ilgilenen endüstri dallarında yaygın olarak kullanılmakta olan bir proses yapısıdır. Seri imalat üretim hattı aşamalara bölünebilir. Her bir aşama imalat prosesi ve çıktı emniyet stoğunu içeren üretim ya da envanter sistemi olarak görülebilir. Seri imalat üretim hattının tasarımı ve işletilmesindeki başlıca zorluk, yalın kalmak ile yüksek müşteri memnuniyetini sağlamayı aynı anda gerçekleştirebilmekte yatmaktadır (Bonvik vd., 1996).

Seri imalat sisteminde malzeme akışını kontrol etmek için hangi mekanizmaya karar verileceği en önemli husustur. Malzeme akış kontrolü her bir istasyonda ne zaman ve ne kadar parçanın devreye alınacağı hakkındaki problemlere işaret etmektedir. Böylelikle müşteri ihtiyaçlarının hangi seviyede karşılanacağı ve ara stok değerlerinin ne seviyede azaltılacağı tayin edilmiş olur. Kontroldeki zorluk üretim ve talepteki belirsizliklerden kaynaklanmaktadır.

Malzeme akışı kontrol problemi ile ilgili bir yaklaşım tahmini ve optimal bir kontrol problemini formüle etmek ve böylelikle optimum bir kontrol politikasına karar vermenin denenmesinden ibarettir. Bu yaklaşım çok basit üretim sistemleri için son derece kullanışlıdır. Dahası bu yaklaşımın gerçek bir sistem için uygulamaya konması son derece zordur.

Daha pratik bir yaklaşımın tayini uygulama için önem arz etmektedir. Bu konudaki araştırmaların bir çoğu basit kontrol sistemeleri üzerine odaklanmıştır. Bu sistemler her bir istasyondaki sayısı az parametrelere dayanır ve oluşturulmaları sırasında fiili endüstriyel

faaliyetlerden esinlenilmiştir. Japonya kaynaklı tam zamanında üretim mantığı çekmeye dayalı imalat sistemlerinin kurgulanmasına temel teşkil etmiştir. Bu sistemler gelecekteki tahmini taleplerden ziyade gerçek talebi baz alarak üretimi kontrol etmektedirler. İtme sistemleri üretim hattına periyodik olarak malzeme iletilmesini programlamaktadır. İtme sistemleri malzeme iletimi oranının parti büyüklüklerini ayarlar ve kontrol eder. Ayrıca ara stok değerlerini belirli zaman aralıkları dahilinde gözlemler. Çekme sistemleri ise ara stoğu kontrol eder ve çıktıları gözlemler.

Çekme sistemleri bir çok farklı yöntem ile uygulamaya alınabilir. Bu yöntemler arasında en çok bilineni Kanban uygulamasıdır ve tam zamanında üretim felsefesi ile birebir ilintilidir. Kanban kontrol sisteminde üretim kanban adı verilen kartlar ile yönetilir. Bu sistem her bir üretim istasyonuna gönderilecek parçanın miktarını kontrol eder ve sınırlar. Bu sistemin en büyük avantajı her bir istasyondaki parça miktarı istasyona ait kanbanların sayısı ile sınırlandırılmış olmasıdır. Sistemin dezavantajı ise talepteki hızlı değişimlere ilk istasyonlara doğru hızlı yanıt verememesi olarak verilebilir (Marek vd., 2001).

Diğer çekme kontrol yaklaşımı ise Baz Stok uygulamasıdır. Baz Stok sistemi başlangıçta sonsuz imalat kapasitesine sahip imalat/envanter sistemleri için önerilmiştir. Bu yaklaşım dahilinde bitmiş ürünlerde ve istasyonlar arasında bir emniyet stoğu tutulması sözkonusudur. Baz Stok felsefesinde her bir istasyonun ulaşması gereken bir hedef envanter seviyesi vardır. Bir parça için talep yükselmesi olursa, bu durum diğer tüm istasyonlara hızlıca iletilir. Bu mekanizmanın tam zamanında üretim sistemine nazaran avantajı, talep bilgisinin tüm üretim istasyonlarına hızlıca iletilmesi ile talebe dair bilgi blokajını önlemesidir. Dezavantajı ise sistemdeki parça miktarına bir sınırlama getirmemesidir.

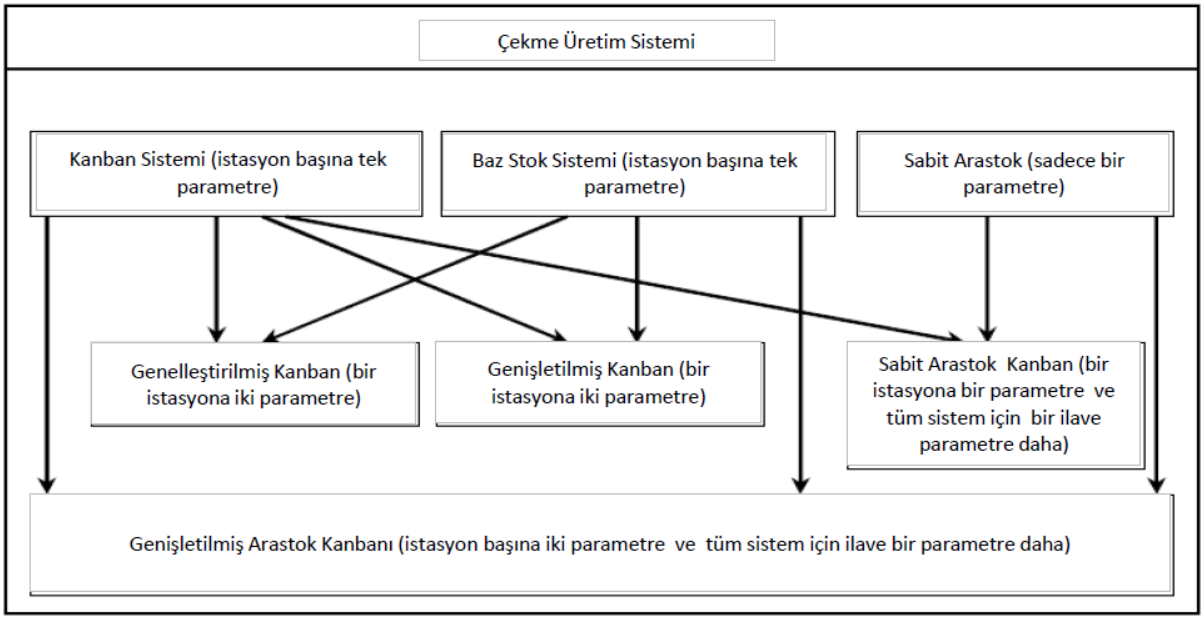
Sabit Ara Stok yaklaşımı kontrol sistemi tek bir kart türü kullanır ve tüm üretim hattındaki izin verilen ara stok toplam miktarını kontrol eder. Bu yaklaşım tek istasyonlu bir Kanban sistemi olarak da düşünülebilir. Sabit Ara Stok kontrol sistemi üretim hattı sonunda yer alan çekme sistemi ya da üretim hattının başından sonuna doğru itme sistemi olarak değerlendirilebilir.

Baz Stok mekanizması taleplere karşı hızlı tepki verdiğinden ve Kanban mekanizması ise daha iyi koordinasyon sağladığı ve ara stok envanter seviyelerini sınırladığından ötürü, Baz Stok ve Kanban kontrol mekanizmalarının faydalarının birleştirilmesi önemli avantajları da beraberinde getirecektir. Bu sistemler genellikle Hibrid Kontrol mekanizmaları olarak anılmaktadır ve detay bazda değerlendirilmeleri bu tezin kapsamı dışında tutulmuştur. Kanban ve Baz Stok kontrol sistemlerinin birleştirilmesi ile ortaya çıkan bu sistem Genelleştirilmiş

Kanban kontrol sistemi olarak adlandırılmaktadır. Bu sistem Baz Stok ve Kanban kontrollerine göre daha geniş kapsamlı ve karmaşık yapılıdır. Karmaşıklığın nedeni talep bilgi akışının geldiği anda doğrudan iletilmesinden ziyade sondan başa doğru gönderilmesinden kaynaklanmaktadır. Genelleştirilmiş Kanban sistemi istasyon başına iki parametreye dayalıdır. Bunlar bitmiş mamüllerin bazstok miktarı ile kanban sayısıdır.

Günümüzde Genişletilmiş Kanban Kontrol Mekanizması olarak da adlandırılan yeni bir çekme türü kontrol sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem de aslında Baz Stok ve Kanban' ın bir karışımıdır. Bu mekanizma Genelleştirilmiş Kanban sisteminden daha az karmaşıktır. Zira bu sistem Baz Stok sistemindekine benzer bir şekilde küresel talep akışını kullanarak talep bilgisini doğrudan tüm iş istasyonlarına iletmektedir. Ayrıca Genelleştirilmiş Kanban sisteminin tersine, bazstok ve kanbanın rolleri küresel talep akışı sabebi ile birbirinden tamamen ayrılmıştır. Bu yüzdendir ki, potansiyel olarak bu sistemin uygulamaya alınması daha kolaydır. Bununla beraber Genelleştirilmiş Kanban sistemine göre bu mekanizmanın bir dezavantajı da, bu sistemin en az bazstok seviyesi kadar kanban miktarına ihtiyaç duymasıdır. Bu özellik konfigürasyon esnekliğinde daralmalara neden olur.

Bir diğer hibrid kontrol mekanizması da Sabit Arastok Kanban sistemidir. Bu kontrol sistemi kanban ve arastok kavramını içinde barındıran küresel envanter kontrolünü kullanarak lokal arastok kontrol mekanizmasını birleştirir. Talep bilgisi Arastok mekanizması kullanılarak ilk iş istasyonuna aktarılır. Bununla birlikte talebin geldiği anda eğer bitmiş ürün envanteri yoksa bilgi akışı durdurulabilir.



Şekil 5.12 Çekme üretim sistemleri

Hibrid sistemler tek başına Kanban, Bazstok ve Arastok mekanizmalarından daha iyi performans gösterirler (Boonlertvanich, 2005).

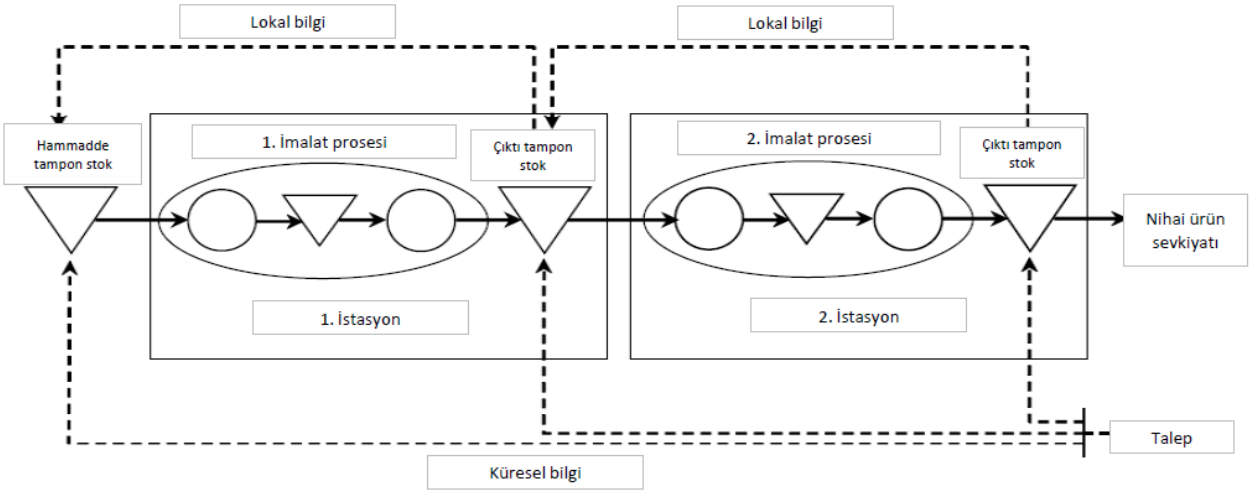
Üretim faaliyetini iş istasyonlarına bölmek ve malzeme akışını sadece iş istasyonları arasında kontrol etmenin bir çok nedeni vardır. İlk olarak bir çok fiili durumda üretim faaliyetleri birbirinden bağımsız nitelikte olan üretim safhalarına göre gruplandırılmaktadır. İkinci olarak bir mamül üretim prosesi içerisine bir kere girdikten sonra, bu parçada için süreklilik arz eden bir proseslere zincirine ihtiyaç duyulabilir ve her bir istasyondaki üretimin kontrolü bazı durumlarda uygun olmayabilir. Son olarak, prosesi istasyonlara bölmek ile hat üzerindeki kontrol noktalarının sayısı azalır ve kontrol probleminin çözümü kolaylaşır.

Kuramsal olarak üretim hattının seri olarak aşamaları olmadığı, hat üzerinde herhangi bir hatalı ürün üretilmediği kabülü yapılmıştır. İlk imalat istasyonunun sonsuz nitelikte olan hammadde ile beslendiği varsayılmıştır. Ayrıca tek bir tip ürün üretildiği ve ek ayar sürelerine ihityaç duyulmadığı üzerinden kabuller yapılmıştır.

Şekil 5.13' de arka arkaya sıralı ve iki istasyonlu bir imalat sistemi betimlemektedir. Her bir istasyondaki imalat prosesi oval, her bir imalat prosesindeki makinalar dairesel, ara ve çıktı tampon stokları üçgen şekiller ile simgelenmiştir.

Sistem dahilindeki bilgi akışı iki sınıfta değerlendirilebilir. Bunlar küresel bilgi akışı ve lokal bilgi akışıdır. Küresel akış üretim sistemindeki her bir iş istasyonunu talep prosesine bağlar. Lokal bilgi akışı ise üretim istasyonlarının bitişiğindeki tampon stokları ile irtibatlandırır.

Aşağıda kontrol tekniklerinden bahsedilirken ortak şekillerden faydalanılacaktır. Kesikli çizgiler talep bilgisi ya da üretim emri anlamına gelen bilgi akışlarına işaret edecektir.



Şekil 5.13 Tandem düzeninde iki istasyonlı bir imalat sistemi

Senkrenizasyon istasyonu sabit servis süresine sahip, iki ya da daha fazla sıra ile beslenen bir hizmet sağlayıcıya sahiptir. Senkrenizasyon hizmet sağlayıcıyı besleyen sıraların her birinde en az bir parça olduğu zaman, bu parça hızlıca istasyona doğru ilerler. Senrenizasyon istasyonuna giren parçalar, istasyondan çıkarken daha az ya da daha fazla parçalar haline dönüşebilirler.

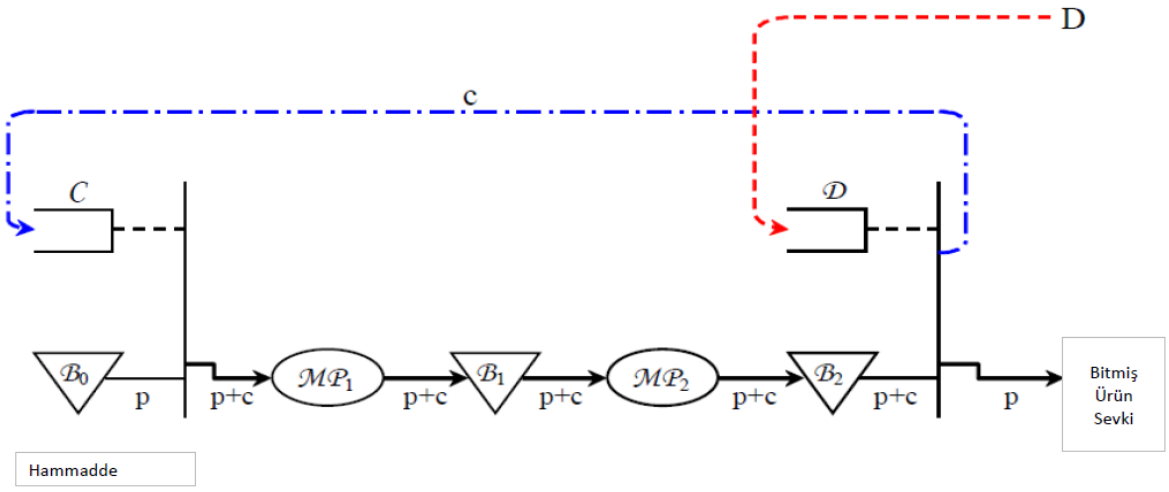
Düz çizgiler ise malzeme akışını simgelemektedir. Küçük harfle belirtilen semboller hattan geçen içeriği betimlemek için kullanılmaktadır.

5.7.1. Sabit Arastok Kontrol Sistemi

Sabit Arastok mekanizması tüm sistem için bir ara stok oluşturur. Önceden tayin edilmiş olan ara stok değerine erişildiği zaman, yeni bir iş emri çıkmaz. Bu durum talebe bağlı olarak değişim göstermektedir. Sabit Arastok hattı tüm istasyonları içinde barındıran tek bir kanban hücresi tarafından kontrol edilen bir sistem olarak düşünülebilir.

Şekil 5.14' de tek bir türden parça üreten Sabit Arastok kontrol sisteminin sıralama ağı gösterilmektedir. Bu üretim hattı arka arkaya iki üretim istasyonunu içermektedir. Bu hatta iki istasyon olsa dahi, Sabit Arastok kontrol mekanizması sadece üretimin sisteminin girişinde çalıştırılır ve orta bölümde yer alan tampon stoğun (B_1) bir kontrol fonksiyonu yoktur.

MP_1 ve MP_2 üretim birinci ve ikinci üretim istasyonlarını temsil eder. B_0 hammadde tampon stoğuna işaret eder. B_i sırası "i" istasyonundaki çıktı emniyet stoğu anlamına gelmektedir. MP_i sırası "i" istasyonuna gönderilmiş olan parçaların toplam miktarıdır. D sırası talebi, C sırası ise Sabit Arastok kart/sinyallerini içerir.



Şekil 5.14 Sabit arastok tarafından kontrol edilen iki istasyonlu üretim hattı

Sistem başlangıç aşamasında iken, bu aynı zamanda bir talebin sisteme gireceği andan hemen

önceki an olarak da tanımlanabilir, B_1 stoğu henüz parça içermemektedir. Sadece B_2 stoğu Sabit Arastok kartları iliştirilmiş olan ve "C" olarak simgelenen bitmiş ürünleri içermektedir. "p" parça, "c" ise Sabit Arastok kartını belirtmektedir.

Sabit Arastok mekanizması aşağıdaki sırada ilerleyecektir:

Müşteri talebi sisteme girdiğinde, B_2 stoğundan bir bitmiş ürünün müşteriye iletilmesini talep eder. O anda iki olasılık söz konusudur:

- B2 stoğunda talep konusu bir ürünün olması: bu durumda bitmiş ürün en hızlı bir şekilde müşteriye teslim edilir ve Sabit AraStok kartı üründen çıkartılarak C sırasına transfer edilir.
- Diğer durumda, sipariş sıraya konur ve D' de bekletilir. Bu durum yeni bir ürün tamamlana kadar devam eder.

Sabit Arastok kontrol sistemi çok basit bir mekanizma olup, tüm sistem için tek bir parametreye dayalıdır. Bu da Sabit Arastok (C) miktarıdır. Bu sistem bitmiş ürünlerin transferini baştan sona doğru yönlendirirken, talep iletimini ise sondan başa doğru yönlendirmektedir. İstasyonlar arasında talep transferi yoktur. Bu durum son ve ilk istasyonlar için geçerli değildir.

Üretim kapasitesi Sabit Arastok kartlarının miktarları (C) ile sınırlandırılmıştır. Parçaların toplam miktarı C kriterine göre sınırlandırıldığından aşağıdaki formül geçerli olacaktır:

$$NQ(C) + \Sigma\, NQ(MPi) + \Sigma\, NQ(Bi) = C,\ i = 1,\ldots,\ N \qquad (5.21)$$

NQ: parça miktarı

Sabit Arastok kontrol mekanizması her bir parça için tek bir kart geçerli olacak şekilde uygulanır. Ne zaman bir ürün stoktan düşerse, ona bağlı olan kart alınarak ilk istasyona gönderilir ve sisteme yeni imalat emrinin açılmasına izin verir. Diğer tüm istasyonlar sisteme sevk edilen herhangi bir parça için çalışmaya yetkilidir. Dolayısı ile bu makinalarda kart kullanımı zorunlu değildir.

5.7.2. Baz Stok Kontrol Sistemi

Baz Stok basit bir çekme sistemidir. Bu sistem çoklu istasyonlu üretim sistemlerini koordine etmek için kullanılır. Bu sistem her bir çıktı emniyet stoğu için belirli miktarda bitmiş ürün stoğu oluşturmaktadır. Bu stoğa baz stok seviyesi denmektedir.

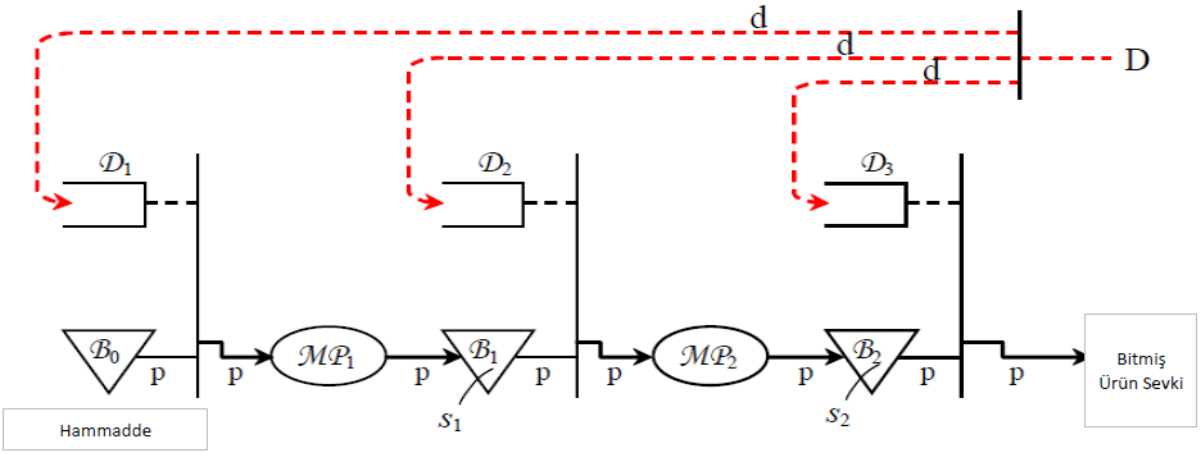
Baz Stok sisteminin işletilmesi için talep vukuu bulduğunda, bu bildirimin tüm imalat istasyonlarına iletilmesi zorunludur. Buna küresel talep bilgilendirilmesi denmektedir. Bu

uygulama ya kart ya da bilgisayar tabanlı bir işlem ile gerçekleştirilir. Şekil 5.15' da arka arkaya sıralı olan iki istasyonlu ve tek bir tür ürün üreten Baz Stok kontrol mekanizmasının sıralama ağı modellenmektedir. Sıra D_i talebi içerir. Baz Stok kontrol mekanizmasında ardışık istasyonlar arasında bir koordinasyon yoktur. Üretim sistemine giren mamül baştan sona doğru küresel talep bilgileri aracılığı ile ilerletilir.

Sistem başlangıç aşamasında iken, bu aslında talebin sistem varmasından hemen önceki andır, B_i "i" istasyonundaki s_i kadar olan stoğu taşımaktadır. Baz Stok sistemi aşağıdaki şekilde ilerleryecektir:

Bir müşteri talebi sisteme ulaştığı anda, bu talep N+1 olacak şekilde bölümlendirilir. Her biri ilgili D_i sırasına transfer edilir. Sonuncu olan D sırasına gönderilir. Bu da B_2' den bitmiş bir ürünü müşteriye ikmalini talep eder. Bu aşamada iki olasılık söz konusudur:

- Eğer parça Bi' de mevcut ise bu hızlı bir şekilde baştan sona doğru iletilir. Böylelikle bazstok seviyesi güncellenmiş olur ya da son istasyonda müşteriye teslimat yapılır ve di talebi karşılanmış olur.
- Eğer parça Bi' de mevcut değilse, talep Di' de beklemeye alınır ve yeni parçanın önceki istasyonlardan gelmesi beklenir.



Şekil 5.15 Baz stok tarafından kontrol edilen iki istasyonlu üretim hattı

Baz Stok kontrol sistemi basit bir mekanizma olup, istasyon başına tek bir parametreye dayalıdır (s_i olarak adlandırılır, i= 1,...,N). Bu parametre bitmiş ürünleri sistem içinde baştan sona doğru iter. Ancak sondan başa doğru olan talep bilgi transferine karışmaz.

Sistemin üretim kapasitesi s_i' ye esasen bağımlı değildir. Söz konusu kapasite darboğazlık yaratan iş istasyonunun kapasitesi tarafından belirlenir. Bitmiş ürün emniyet stokları bazstok seviyesi tarafından sınırlandırılmıştır. Bununla beraber istasyonlardaki ara stok miktarına bir

sınırlama getirilmemiştir. Bir istasyon devre dışı kaldığı zaman, talep prosesi çıktı stoğundan parça tüketimine devam edecektir. Devre dışı durumdaki birimden sonra gelen iş istasyonları proses edilecek parça kalmayıncaya kadar operasyonlarına normal olarak devam edeceklerdir. Baştaki istasyonlar doğrudan talep bilgilerini toplamaya, operasyonlarına ve bir sonraki istasyona parça göndermeye devam eder. Bu yüzden hata veren istasyonun önünde envanter yığını oluşacaktır.

Baz Stok sisteminde her bir sıra arasındaki ilişki aşağıdaki eşitlik ile açıklanmaktadır:

$$NQ(Di) + NQ(MPi) + NQ(Bi) = si + NQ(Di+1)\ i = 1,\ldots, N \qquad (5.22)$$

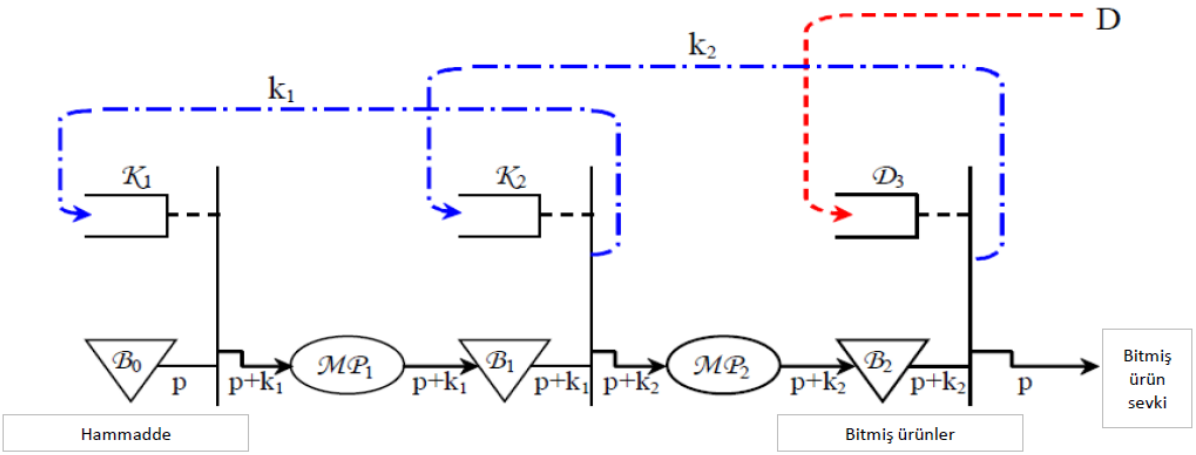
Çıktı stoğundaki sınır ise aşağıdaki ifade ile belirtilmektedir:

$$NQ(Bi) \leq si,\ i = 1,\ldots, N \qquad (5.23)$$

5.7.3. Kanban Kontrol Sistemi

Kanban kontrol sistemi en çok bilinen çekme tipi üretim kontrol mekanizmasıdır. Bu sistem çok istasyonlu üretim tesisleri için uygundur. Bu kontrol disiplini hücre içinde çevrim halinde dolaşan kanban sayısı kadar envanteri sabit bir maksimum değerde sınırlı tutar.

Kanban sisteminin tek kart, çift kart gibi bir çok uygulaması vardır.



Şekil 5.16 Kanban tarafından kontrol edilen iki istasyonlu üretim hattı

Şekil 5.16 arka arkaya sıralı olan iki istasyonlu ve tek bir tür ürün üreten basit Kanban kontrol mekanizmasının sıralama ağı modellenmektedir. B_i sırası "i" istasyonundaki çıktı emniyet stoğu olup, hem bitmiş ürünleri, hem de "i" istasyonu kanbanlarını içermektedir. K_i sırası "i" istasyonu kanbanlarını içermektedir. Kanban hareketi mavi kesikli çizgi ile gösterilmektedir.

Sistem başlangıç aşamasında iken, B_i "i" istasyonundaki k_i bitmiş ürünlerini içerir. Her bir

parçanın kendisinde "i" istasyonunun kanban kartı iliştirilmiştir ve diğer tüm sıralar boştur. Kanban aşağıdaki şekilde işler:

Talep sisteme ulaştığı zaman D sırası ile birleşir ve B_2' den müşteriye bitmiş ürün teslimatının yapılmasını talep eder. Bu aşamada iki olasılık söz konusudur:

- Eğer B2' de stok varsa ürün üzerinde 2. istasyon kanbanı iliştirilmiş olan kart serbest kaldıktan sonra müşteriye sevk edilir. Bu kanban başa doğru K2' ye taşınır ve ikinci istasyon yeni bitmiş ürün üretimi için talep sinyali taşımaktadır.
- Eğer B2' de stok yoksa, yeni parça talep D' de beklemeye alınır ve B2' de yeni ürünün tamamlanması beklenir. Yeni bitmiş ürün müşteriye hızlıca teslim edilirken, iliştirilmiş kanban da K2 sırasına o anda transfer edilir.

Kanban sinyali K_2' ye eriştiği anda istasyon 2' de yeni parça için üretim emri çıkmış olacaktır. Yine bu aşamada iki olasılıktan bahsedilebilir:

- İstasyon 1 kanbanının iliştirilmiş olduğu parça B1' de mevcut ise, bu parça üzerinde iliştirilmiş olan istasyon 1 kanbanı çıkarılır ve istasyon 2 kanbanı iliştirilir. Aynı zamanda parça ile istasyon 2 kanbanının oluşturduğu ikili MP2' ye gönderilir. İstasyon 1 kanbanı başa doğru K1' e iletilir. Bu P0' dan MP1' e hammadde gönderimi için gereken yetkilendirme anlamına gelmektedir.
- Eğer B1' de parça yoksa, yeni bitmiş ürün B1' e varana kadar istasyon 2 kanbanı K2' de beklemeye alınır.

Bu yolla müşteri talep bilgisi kanban sinyali aracılığı ile sondan başa doğru iletilir. Eğer herhengi bir "i istasyonundaki B_i stoğunda bitmiş parça yoksa, başa doğru herhangi bir kanban gönderilmez ve talep bilgi iletimi geçici olarak durdurulur. B_i' de parça mevcudiyeti oluştuğu anda, bilgi akışı yeniden başlar. Kanbanın temel felsefesinde bilgi akışı sondan başa, bitmiş parça akışı ise baştan sona doğrudur.

Kanban kontrol mekanizması basit bir kontrol mekanizması olup, istasyon başına sadece bir parametreye (k_i olarak adlandırılır, i=1,...,N) dayanmaktadır. Bu parametreler sistem içinde bitmiş ürünleri baştan sona, talep bilgisini ise sondan başa doğru yönlenmeye zorlar.

Bir Kanban sisteminde B_i' den MP_i' ye bitmiş parça transferi, K_{i+1}' den K_i' ye olan talep transferi ile tamamıyla uyum içindedir. Kanban mekanizmasının her bir istasyondaki eşitlik aşağıdaki formül ile açıklanabilir:

$$NQ(Ki) + NQ(MPi) + NQ(Bi) = ki,\ i = 1,\ldots, N \qquad (5.24)$$

Bu aynı zamanda arastok ve her bir "i" istasyonundaki k_i tarafından sınırlandırılmış olan bitmiş ürün miktarını da ifade etmektedir.

6. OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE ÜRETİM YÖNETİM SİSTEMİNE DAİR YENİ YAKLAŞIM UYGULAMASI

Bir üretim yönetim sisteminin temel hedefi kalitede mükemmele erişmek ve verimliliği arttırmaktır. Bu üretim modeli temelinde aşağıda belirtilen hususlar yer almaktadır.

- Üretim yönetim modelinin temel felsefesi
- Kalite kontrol
- Verimlilik gelişimi

6.1. Üretim Yönetim Modelinin Temel Felsefesi

Yönetim modelinde üretimi kazanma formülü olarak aşağıdaki süreç akışından faydalanılacaktır:

Sürecin ilk aşamasında temel kaynak üretim hattında çalışan operatörlerdir. Operatörler yeni üretim modeli ve çalışma sistematiği hakkında bilgilendirilir ve eğitimden geçirilir. İnsan kaynağının gereken yekinliğe kavuşturulması sonrası, model kalite kontrol birimi önderliğinde ve üretim mühendisliği ile üretim kontrol birimlerinin desteği altında uygulamaya alınarak elde edilen verimlilik gelişmesi gözlenir. Kalite, maliyet ve teslimat faktörlerinde elde edilen gelişimler hedeflenen düzeye eriştiği noktada üretim modeli, nihai bir değerlendirme ile son hedef olan belgelendirme sistematiğinden de onay alacaktır. Tüm bu süreçler bilgi işlem teknolojileri kullanılarak, işletme alanlarını gözden geçirmek ve işletme modellerini yeniden yapılandırmak ile geçerli olabilir.

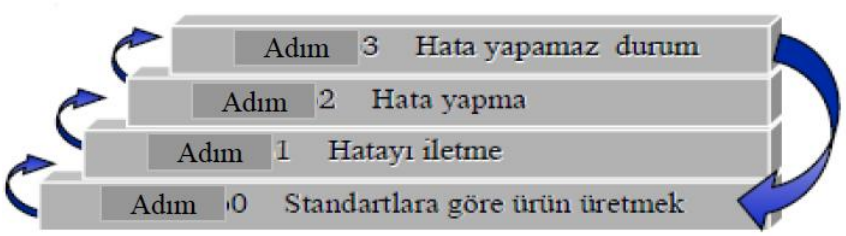
6.2. Kalite Kontrol

Devreye alınacak yeni üretim modelinin kültüründe üretim faaliyetleri üç ana alt bölümde değerlendirilebilir:

- Yargı: Kalite kontrol/gözetim faaliyetlerini içerir
- Yasama: Üretim mühendisliği faaliyetlerini içerir
- Yürütme: Üretim faaliyetlerini içerir

Bu üç faktör arasında üretim yönetim modeli güçler ayrımını her zaman için gözetecektir. İnsana bağlı hatalar her zaman için olacaktır. Burada önemli olan hatanın tayini ve bir sonraki prosese hatalı ürünü iletmemektir. Bu kapsamda kalite kontrol faaliyetlerinin temelinde yatan

felsefe Şekil 6.1' de belirtilmektedir.



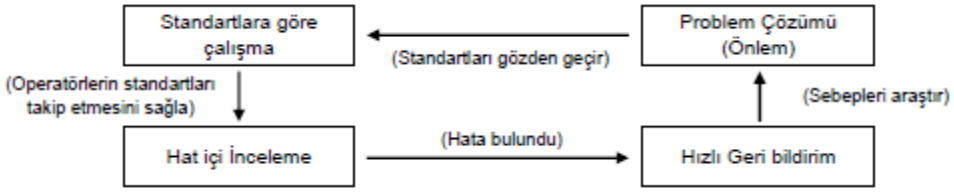
Şekil 6.1 Kalite kontrol faaliyetlerinin temel prensibi

Yeni üretim yönetimi sisteminde temel anlamda dört maddelik bir kalite yönetim süreci vardır. bunlar sırası ile:

- Hat içi inceleme
- Dışarıdan ya da içeriden tedarik edilen parçaların kalite güvence sistematiği
- Tork yönetimi
- Denetim toplantıları

6.2.1. Hat İçi İnceleme Sistemleri

Bu süreç üretim sürecinde uygulamaya giren "standartlara göre çalışma", "100% hat içi incelemesi", "hızlı geri bildirim" ve "problem çözümü" döngüsünden ibarettir.



Şekil 6.2 Hat içi inceleme döngüsü

6.2.2. Standartlara Göre Çalışma

Günlük üretim proseslerinde kuralları/standartları uygulamaya koymaktan ibarettir.

6.2.3. 100% Hat içi İnceleme

Bu faaliyet üretim sürecinde oluşabilecek "tüm hataları hemen ve doğru bir şekilde" bulma ve onları o noktada düzeltme amacını güder.

Yeni üretim modeline göre üretimin temel görevi işi kuralına göre ve düzgün yapmaktır. Bu bağlamda her bir üretim süreci yapılan iş için sorumludur ve kaliteyi temin eder. Böylece bir sonraki süreçteki çalışanlar işlerini güvenli ve doğru bir şekilde yaparlar. Kalite kontrol birimi

ise işin kuralına göre olup, olmadığına karar verir. Zira kalite kontrol birimi temsil ettiği kurumun müşterilere vaad etmiş olduğu kalitenin güvencesinden sorumludur. Hat içi inceleme Şekil 6.3' de gösterilmektedir. Şekilden de görüleceği üzere her bir süreçte kalite güvenceyi asıl olarak üretim birimi üstlenmiştir. Üretim hattının belirli noktalarında konuşlanmış olan kalite kontrol birimleri hatalı parçaların belirlenmesi ve hataya dair geri bildirimlerin bir önceki proseslere dağıtılmasından sorumludur.



Şekil 6.3 Hat içi inceleme döngüsü

Denetimden geçecek olan ürüne ait bölümler, sonraki prosesler tarafından kapatılacak ve bu yüzden elle erişimi ve görsel kontrolü zorlaşacak ise, hat için inceleme noktaları bu proseslerden önce tesis edilmelidir. Burada ayrıca önemli olan tüm üretim hattı operatörlerini hat içi inceleme maddeleri hakkında kapsamlı bilgilendirmektir.

Kalite güvencenin sağlanabilmesi için proses standartlarından tüm gerekli maddeleri almak, onlara öncelik vermek ve hat içi incelemede hangi maddelerin dikkate alınacağına karar vermek gerekmektedir. Hat içi inceleme bölgesinin üretim hattında belirgin olması amacı ile zemin turuncu renk ile boyanır ve konu bölgenin üstüne ilgili faaliyeti tanımlayıcı bir ibare tesis edilir. İnceleme faaliyeti sırasında gözetmenin takip edeceği maddeleri ve denetim sonuçlarının kayıt altında alınmasını sağlayan dökümanlar hazır bulundurulmalıdır. Denetim sonuçları muhakkak surette kayıt altına alınmak zorundadır. İncelemeyi yürüten gözetmenin görevi nihai kullanıcı yerine ürünlerin kalitesini kontrol etmektir. Bu yüzden ilgili kişi vazifesini idame ettirecek yeterlilikte olmak zorundadır. Hat içi denetleyicisi üretim biriminden bağımsız olarak kalite kontrol bölümünün organizasyonuna dahil olmalıdır. Bu kişinin asli görevi üretim prosesinde çıkan hataları tespit etmek olup, hiç bir surette herhangi bir üretim ya da düzeltme faaliyeti yürütmemelidir. Son kontrol aşaması ise ürünün üretimden prosesinden çıkmış olan halinin denetlenmesi faaliyetlerini içermektedir.

Uygulamanın yapıldığı üretim tesisinin ana montaj hattındaki hat içi kontrolleri altıncı ve

dokuzuncu istasyonlarda gerçekleştirilmektedir.

Çizelge 6.1 Hata önem dereceleri ve açıklamaları (sadece proses kontrol (DPU) için geçerlidir)

Derece	Açıklama	Aksiyon Şartları
A - (Güvenlik)	Hattı durdurabilecek, montajı mümkün olmayan (yerine takılamadığı için) parçalarla sonraki hatlara ve/veya istasyonlara etki edebilecek önemli problemler	1) GEREKİRSE HAT DURDURULABİLİR. 2) ÇIKAN TÜM ARAÇLAR TEKRAR GÖZDEN GEÇİRİLMELİDİR. 3) SATIŞ SONRASI HİZMETLER BÖLÜMÜ BİLGİLENDİRİLMELİDİR
	Güvenlik ile ilgili problemler	
	Regülasyonları kapsayan hatalar	
	Aracın çalışmasına (motorun çalışmaması, aracın sürülememesi, vb.) etki edecek problemler	
	<Kamyon Karoseri/Şase Hatlarına Özel> Punta Deliği, standart dışı eksik/fazla punta, kopuk punta, diagonellik problemleri	
	<Kamyon Boyahane Hattına Özel> Sızdırmazlık ile ilgili izolasyon hataları, seri üretim (filo) araçlarda renk farklılıkları	
B	Hat içerisinde sürekli tadilat ve işçilik gerektiren, hat akışını yavaşlatan hususlar	AKSİYON ŞART (AZAMİ 15 İŞ GÜNÜ İÇERİSİNDE)
	Fonksiyon, elektrik donanımı, ses (gıcırdama, uğuldama ve rüzgar sesi) ve sızdırmazlık ile ilgili konular	
	Servis edilebilirlik ve/veya montaj ergonomisi ile ilgili sorun çıkartabilecek konular	
	Müşterinin farkedip, rahatsız olabileceği görsel konular ve servis (parça değişim, tamirat, vb.) gerektirecek hatalar	
	Müşterinin farkedemeyeceği fakat ileride servis (parça değişim,tamirat) gerektirecek problemler	
C	İç ve dış bölgede metal, gövde, boya ve trim ile ilgili fonksiyonelliği, görseli ve hat akışını etkilemeyen, ileride servis gerektirmeyecek, geliştirmeye açık, basit tadilat gerektiren hatalar.	AKSİYON ŞART (AZAMİ 30 İŞ GÜNÜ)

Bu istasyonların özelliği, altıncı istasyon sonrası motorun, dokuzuncu istasyon sonrası ise

araç kabininin şase üzerine bindiriliyor olmasıdır. Motor ve kabin montajı sonrası görünürlük ve elle erişim zorlaşacağından ötürü, bu işlemler öncesi hat içi incelemenin yapılması uygun görülmüştür.

Ana montaj hattında ayrıca hat sonu kontroller de hat içi inceleme kapsamında yürütülmektedir. Hat içi kontroller üretim tesisinin ana montaj hattında yapılmasına benzer prensipte trim, karoseri, boyahane hatlarında da idame ettirilmektedir.

İncelemeler sonucunda elde edilen hataların önem derecelendirme kriterleri Çizelge 6.1' de verilmektedir. Çizelge 6.2 ve 6.3' de ana montaj hattı altıncı ve dokuzuncu istasyonlarda yapılan kontrollerin listesi yer almaktadır. Şekillerde yer alan listelerden de görüleceği üzere, altıncı istasyonda toplamda otuzbeş kalem kontrol edilirken, dokuzuncu istasyonda ise yirmidört kalem kontrol edilmektedir. Ayrıca Çizelge 6.4 ve 6.5' de ise ana montaj hattı dönemlik DPU takibi ile bu takibe ait detaylar verilmektedir (ISUZU, M.M., 2007).

6.2.4. Hızlı Geri Bildirim

Hat içi inceleme aşamasında hatalar bulunursa aşağıdaki faaliyetler sırası ile yürütülür:

- Üretimin takım liderine durum rapor edilir ve bu sorumlunun hatanın içeriğini tespit etmesi sağlanır.
- Takım lideri operatöre durumu geri bildirir ve tekrar oluşmasını önlemek için operatör uyarılır, gerekiyorsa ek eğitim sürecine tabi tutulur.
- Hat içi incelemenin yapıldığı aşamadan geriye doğru, hatanın vuku bulduğu istasyona kadar proses kontrol edilir ve eğer benzer türden bir hata bulunursa düzeltilir.
- Düzeltme gerçekleştikten sonra da ürünler denetleyici tarafından tekrar incelenmelidir.

6.2.5. Diğer Faaliyetler

İnsan, makina, malzeme ve üretim metodunda vuku bulan herhangi bir değişiklik, hat içi inceleme yapan gözetmene bildirilmelidir. Bu vesile ile gözetmen konu değişikliklerin etkilediği ürün bölgelerine daha hassas ve dikkatli bir denetim gerçekleştirecektir.

6.2.6. Dışarıdan ya da İçeriden Tedarik Edilen Parçaların Kalite Güvencesi

Bu faaliyet, üretim prosesine tabi olmalarından önce dışarıdan ya da içeriden tedarik edilen parçaların kalitesinin beklenen kalite standardını karşıladığından emin olmayı ve hataların gözden kaçmasını engellemeyi amaçlamaktadır. Sürecin temelinde günlük üretim faaliyetleri arasında sabah ve öğleden sonra daha önceden belirlenen saatlerde, üretim hattının çok kısa bir süre için (en fazla 2 dakika) durdurulması ve temin edilen parçaların kontrolü yer almaktadır. Kontrol edilen parçalar kritik/güvenlik önemine haiz, fonksiyonel nitelikte veya

geçmişte en çok hata oranına sahip olanlar arasından önceden belirlenir. Bu kontrol önce operatörün kendisi tarafından, ardından üretim hattı amiri ve son olarak kalite kontrol gözetmenleri tarafından üç aşamada gerçekleştirilir. İlk kontrolün operatör tarafından yapılıyor olmasının temelinde üretim biriminde kalite bilincinin yerleşmesi yatmaktadır. Böylelilkle operatörlerin her gün üretimde kullandığı parçaların kalitesini (uygun/uygun değil kararı) teşhis etme duyarlılığı gelişmektedir. Temel prensip hatalı olan ürünlerin prosese girmesine engel olmaktır. Kontrole tabi tutulacak parçalar genel sınıflandırmaya göre bağlantı elemanları, hortumlar, borular, kablo demetleri, plastik parçalar, paneller, boyalı parçalar, resin parçalar, kaplama parçalar, camlar, motorlar ve dingiller olarak düşünülebilir.

Parçalar "fiili parçalar kontrol masası" adı verilen bir masa üzerinde kontrol edilmektedir. Konu masa kontrol edilecek parçaların ebatlarına uygun gelecek şekilde hazırlanır ve turuncu renge boyanır. Masanın konumu üretim hattının kenarına, operatör, takım lideri ve diğer kişilerin kolayca görebileceği bir noktada olmalıdır.

Kontrol etme faaliyeti ilk olarak görsel ve dokunma usulü ile gerçekleştirilir. Bu aşamada parçalarda bir anormallik (çizik, pas, çentik, oyuk, solma, parça kopması, cıvatanın diş kapması, parça üzerinde tanımsız/yabancı parçaların yapışması) olup olmadığını bulmak için bakma ve dokunma işlemi yürütülür. Ardından birbirine montajlanacak parçaları teyit etmek ve bir anormallik olup olmadığını bulmak için bu parçalar geçici olarak birleştirilir. Bu sayede montaj esnasında bir çakışma, boşluk ya da montajda sıkmaya engel olacak bir anormallik olup olmadığı tespit edilir. Eğer parça görünümündne bir yargıya varılamıyor ise parçalar kontrol fisktürü ya da uygun bir ölçüm aleti ile denetlenir.

Denetim sonrası elde edilen bulgular kontrol formlarına kaydedilmelidir. Bu kontrol formu parçanın tabi olacağı prosesin adı, parça ismi ve kontrolün ne zaman ve kimin tarafından yapıldığını, parça hakkında varılan yargının ne olduğunu (uygun/uygun değil) belgelendirmelidir.

Hatalar bulunduğunda, operatörler, takım liderlerine durum hakkında rapor vermeli ve takım liderleri de kaliteden sorumlu yetkililere bu durumu bildirmelidir. Kalite Kontrol bölümü ise, parçaların uygun ya da uygun olmadığı yönündeki nihai kararı verecek olan sorumlu mercidir. Eğer parçalar ret olarak belirlendiyse hızlıca iade sürecine tabi olmalıdır.

Hatanın tekrar olmasını engellemek için, kalite kontrol birimine parçanın tedarikçisi tarafından kalite hataları raporu sunulur. Bu raporda hataya karşı tedbir amaçlı alınan düzeltici önleyici faaliyetler bildirilir ve kalite denetim toplantılarında sonuçları takip edilir.

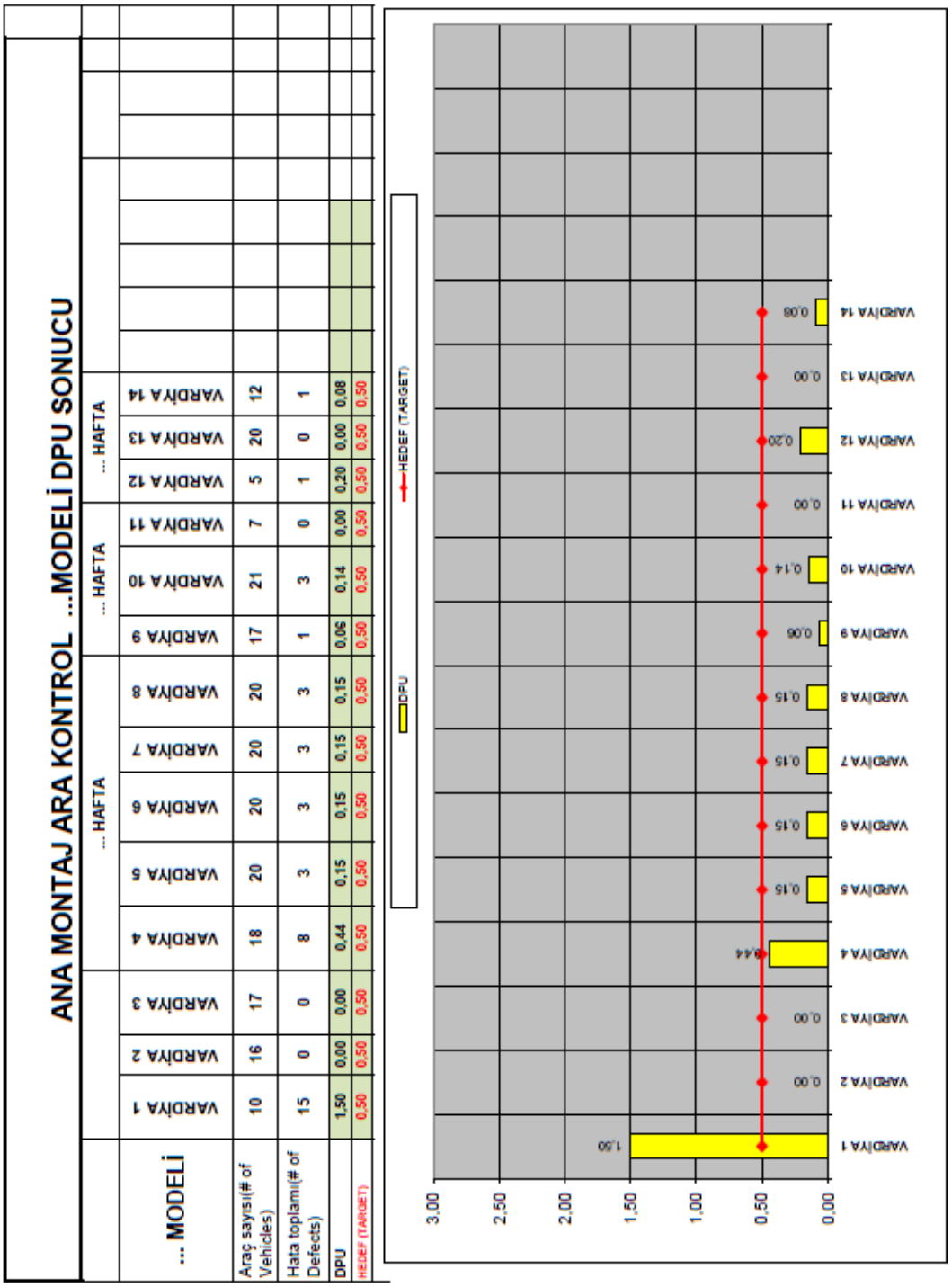
Çizelge 6.2 Ana montaj hattı altıncı istasyon hat içi kontrol listesi

	ANA MONTAJ 6 NCI İSTASYON KONTROLU								
VIN NO :		MODEL:			KONTROL EDEN :	KABİN NO:			TARİH:
MOTOR NO :		RENK:			LASTİK/AKÜ :				
S.NO	KONTROL YERİ	OK	RED	Tamir	Hata Tanımı	Kont Yönt.	Öncelik	Örnekleme	STANDART
1	Direksiyon kutusu montajı tork işareti					Çekiçle-Elle	A	100%	Sıkılması
2	Direksiyon boruları ve klipsler					Elle-Gözle	A	100%	Bağlantı, bükülme,temas
3	Drag Link ,Pitman Arm, Tie Rod bağlantısı tork işareti					Çekiçle-Elle	A	100%	Sıkılması,kopilya
4	Soğutucu bağlantı					Çekiçle-Elle	B	100%	Sıkılması
5	Ön makas rate işareti (+ 0 -) (sağ/sol)					Gözle	C	100%	Uygunluk
6	Ön makas U civata torku işaretleri sol					Çekiçle-Elle	A	100%	Sıkılması
7	Ön makas ve braketinin bağlantıları tork işareti sol					Çekiçle-Elle	A	100%	Sıkılması
8	Amortisör bağlantı ve tork işareti sol					Çekiçle-Elle	A	100%	Sıkılması
9	Kabin kule ve braketleri tork işaretleri sol					Çekiçle-Elle	A	100%	Sıkılması
10	HBB Tankı bağlantı ve boruları					Çekiçle-Elle	B	100%	Sıkılması,bağlantılar
11	Şase enstelasyonları(klipslerin yerleri,soketler,temas durumu					Elle-Gözle	B	100%	Uygunluk,temas,klipsler
12	Arka makas U civata torku işaretleri sol					Çekiçle-Elle	A	100%	Sıkılması
13	Arka makas rate işareti kontrol (+ 0 -) (sağ/sol)					Gözle	C	100%	Uygunluk
14	Arka makas ve braketinin bağlantıları tork işareti sol					Çekiçle-Elle	A	100%	Sıkılması
15	ABS arka tekerlek fren kablosu sol					Elle-Gözle	A	100%	Bağlantılar,uygunluk
16	Arka fren hortumlarının montaj durumu (sağ/sol),çatal klipslerin montajı					Elle-Gözle	B	100%	Bağlantılar,uygunluk
17	ABS arka tekerlek fren kablosu sağ					Elle-Gözle	B	100%	Bağlantılar,uygunluk
18	Arka makas ve braketinin bağlantıları tork işareti sağ					Çekiçle-Elle	A	100%	Sıkılması
19	Arka makas U civata torku işaretleri sağ					Çekiçle-Elle	A	100%	Sıkılması
20	Egzost braketleri ve susturucu bağlantı braketi					Çekiçle-Elle	A	100%	Sıkılması
21	Yakıt deposu bağlantı ayaklarının					Çekiçle-Elle	A	100%	Sıkılması
22	Yakıt boruları ve klipslerin					Elle-Gözle	A	100%	Bağlantı,temas,klipsler
23	Vakum borularının ve klipsler					Elle Gözle	A	100%	Bağlantı,temas,klipsler
24	Sedimenter bağlantıları					Çekiçle-Elle	A	100%	Sıkılması
25	Direksiyon yağ deposusu ve montaj					Çekiçle-Elle	A	100%	Sıkılması
26	Kabin kule ve braketleri tork işareti sağ					Çekiçle-Elle	A	100%	Sıkılması
27	Ön makas U civata torku işaretleri sağ					Çekiçle-Elle	A	100%	Sıkılması
28	Ön makas ve braketinin bağlantıları tork işareti sağ					Çekiçle-Elle	A	100%	Sıkılması
29	Amortisör bağlantı ve tork işareti sağ					Çekiçle-Elle	A	100%	Sıkılması
30	ABS ön tekerlek fren kablosu sağ					Elle-Gözle	B	100%	Sıkılması,bağlantılar
31	Ön fren hortumlarının montaj durumu tork işareti(sağ/sol),					Elle-Gözle	A	100%	Uygunluk,bağlantılar
32	Fren ve Debriyaj hortumlarının 5'li taksimat montajı tork işareti					Elle-Gözle	A	100%	Sıkılmasl,bağlantılar
33	Sağ / sol yan saç bağlantıları					Çekiçle-Elle	A	100%	Sıkılması
34	Vın numarası ve kapatma yıldızı					Gözle	C	100%	Uygunluk
35	Şase ve krosların boya					Gözle	C	100%	Uygunluk

Çizelge 6.3 Ana montaj hattı dokuzuncu istasyon hat içi kontrol listesi

	ANA MONTAJ 9 NCU İSTASYON KONTROLU								
VIN NO :		MODEL:			KONTROL EDEN :	KABİN NO:			TARİH:
MOTOR NO :		RENK:			LASTİK/AKÜ :				
S.NO	KONTROL YERİ	OK	RED	Tamir	Hata Tanımı	Kont. Yönt.	Öncelik	Örnekleme	STANDART
1	Kabin devirme borusu (gresleme,torsiyon mili işareti,tork)					Çekiçle-Elle	A	100%	Sıkılması,tork işareti
2	Kalorifer hortum bağlantılları					Elle-Gözle	A	100%	Uygunluk,montaj
3	Radyatör alt/üst kelepçeler					Elle-Gözle	A	100%	Sıkılması,bağlantılar
4	Radyatör bağlantı ve petekler					Elle-Gözle	A	100%	Sıkılması,uygunluk
5	Pervane					Elle-Gözle	A	100%	Sıkılma,uygunluk
6	ECM					Elle-Gözle	A	100%	Sıkılması,uygunluk
7	Yakıt hortumlarının motor bağlantıları					Elle-Gözle	A	100%	Bağlantı,uygunluk
8	Şanzuman bağlantıları					Çekiçle-Elle	A	100%	Sıkılması
9	Şaft somunları tork işareti yaylı rondelalarda açma					Çekiçle-Elle	A	100%	Sıkılması,rondela
10	Trans yatağı					Elle-Gözle	A	100%	Sıkılması
11	Egzost boruları ve susturucu					Çekiçle-Elle	B	100%	Sıkılması
12	Egzost boruları bağlantı kelepçeler					Çekiçle-Elle	B	100%	Sıkılması
13	Egzost freni hortum ve bağlantı kelepçeleri					Elle-Gözle	A	100%	Sıkılması,bağlantılar
14	El fren telinin klipsi ve güzergah					Elle-Gözle	B	100%	Sıkılması,uygunluk,temas
15	Vites kablolarının bağlantı ve güzergah					Elle-Gözle	B	100%	Sıkılması,uygunluk,temas
16	Yağ pompası çıkış hortumlarının bağlantıları					Elle-Gözle	A	100%	Bağlantılar,uygunluk
17	Direksiyon pompası hortumunun geri dönüş bağlantıları					Elle-Gözle	A	100%	Bağlantılar,uygunluk
18	Taşma kabı ve hortumlarının bağlantıları					Çekiçle-Elle	B	100%	Sıkılması,bağlantılar
19	Vakum pompası bağlantıları					Elle-Gözle	A	100%	Sıkılması
20	Motor takozu bağlantıları					Elle-Gözle	A	100%	Sıkılması
21	Marş motor kablo bağlantısı					Elle-Gözle	A	100%	Sıkılması,bağlantı,temas
22	H.B.B yağ tank rekor ve kelepçeler					Çekiçle-Elle	B	100%	Sıkılması,bağlantılar
23	Topraklama kablo bağlantısı					Elle-Gözle	A	100%	Sıkılması,bükülme.temas
24	Turbo boruları ve hortumlar					Elle-Gözle	A	100%	Sıkılması,bağlantılar

Çizelge 6.4 Ana montaj hattı dönemlik DPU



ANA MONTAJ ARA KONTROL ...MODELİ DPU SONUCU

... MODELİ		VARDİYA 1	VARDİYA 2	VARDİYA 3	VARDİYA 4	VARDİYA 5	... HAFTA	VARDİYA 6	VARDİYA 7	VARDİYA 8	VARDİYA 9	VARDİYA 10	... HAFTA	VARDİYA 11	VARDİYA 12	VARDİYA 13	VARDİYA 14
Araç sayısı(# of Vehicles)		10	16	17	18	20		20	20	20	17	21		7	5	20	12
Hata toplamı(# of Defects)		15	0	0	8	3		3	3	3	1	3		0	1	0	1
DPU		1,50	0,00	0,00	0,44	0,15		0,15	0,15	0,15	0,06	0,14		0,00	0,20	0,00	0,08
HEDEF (TARGET)		0,50	0,50	0,50	0,50	0,50		0,50	0,50	0,50	0,50	0,50		0,50	0,50	0,50	0,50

Çizelge 6.5 Ana montaj hattı dönemlik DPU detayları

HAT Kodu : 40 ANA MONTAJ			Araç Sayısı:	10	
A.Hata Detay Hata Kodu ve Açıklaması	Sayı	DPU	D	M	P
KAM021 0019 TAMPON ÖN SAĞ KÖŞE FAZLA AÇIK	6	0,6		6	
KAM017 0003 PANJUR SAĞ SOL ARALIKLARI EŞİT DEĞİL	3	0,3		3	
KAM008 0029 TEST POİNT FREN REKOR KAÇIRIYOR	2	0,2		2	
KAM009 0020 HAVA FİLİTRE KELEBEK SOMUN KAPAK YOK	2	0,2		2	
KAM021 0032 ÖN TAMPON SİPERLİK BRAKETLERİ SIKILMAMIŞ	1	0,1		1	
KAM021 0023 TAMPON ÖN SOL KÖŞE KAPALI	1	0,1		1	
KAM006 0010 İÇ AYDINLATMA LAMBASI YANMIYOR	1	0,1			1
KAM008 0043 ÖN FREN BORU REKORU KAÇIRIYOR	1	0,1		1	
KAM008 0032 3'LÜ FREN BORU REKOR KAÇIRIYOR SAĞ ÖN	1	0,1		1	
TOPLAM:	18	1,8		17	1

Çizelge 6.6' de konu denetime tabi olan parça grupları için dikkat edilecek hususlar bildirilmektedir.

Çizelge 6.6 Kontrolde dikkat edilecek hususlar

No:	**Parçaların sınıflandırılması**	**Hata maddeleri**
1	Bağlantı elemanları	Leke, çizik, paslanma, çapak
2	Hortumlar	Leke, kırılma
3	Borular	Leke, deformasyon, birleşitirme elemanı bozukluğu, ezik
4	Kablolar	Kapak kırılması, deforme terminal, terminal Çıkması
5	Kauçuk parçalar	Leke, deformasyon, çapaklar
6	Panel	Leke, deformasyon, çapaklar, kırışıklık, Çatlaklar
7	Boyalı parçalar	Leke, renk pürüzlüğü, akıntı, incelik, toz
8	Plastik parçalar	Leke, çapaklar, yüzey göçmesi, deformasyon
9	Kaplamalı parçalar	Leke, renk pürüzlüğü
10	Camlar	Leke, çarpılma, kesik, çatlak
11	Civata oturma yüzeyleri	Boya/yağ olması, çapak, korozyon

Uygulamanın gerçekleştirildiği üretim tesisinde hat ve konu hattın istasyonları bazında kaç

parçanın kontrol edileceğinin listesi Çizelge 6.7’ de verilmektedir.

Çizelge 6.7 Temin edilen parçaların kontrol listesi

TEMİN EDİLEN PARÇALARIN KONTROL LİSTESİ											
MONTAJ HATTI	İSTASYON	PARÇA KONT ADETİ	KİŞİ	MONTAJ HATTI	İSTASYON	PARÇA KONT	KİŞİ	MONTAJ HATTI	İSTASYON	PARÇA KONT	KİŞİ
ANAMONTAJ	1 İSTASYON	6	2	TRİM	1 MASA	5	4	KAROSERİ	HAZIRLIK	5	3
	2 İSTASYON	6	2		2 MASA	5	4		1 İSTASYON	6	6
	3 İSTASYON	5	2		3 MASA	4	4		3 İSTASYON	6	3
	5 İSTASYON	6	3		4 MASA	4	4	ŞASE İMALAT	1 İSTASYON	6	2
	7 İSTASYON	6	2	AKTARMA ORGANLARI	1 MASA	6	4		2 İSTASYON	12	4
	8 İSTASYON	6	2		2 MASA	7	5		3 İSTASYON	8	4
	10 İSTASYON	5	2	MOTOR MONTAJ	1 MASA	9	3				
	11 İSTASYON	4	2		2 MASA	9	4				
	12 İSTASYON	4	2								
	13 İSTASYON	4	2								

6.2.7. Tork Kalite Yönetimi

Bir üretim faaliyetinin montaj bölümünde yürütülen işlemlerin yaklaşık %70' i tork işini kapsadığı için, ürün kalitesini sağlamak üzere tork kalitesini arttırmak bu faaliyetin temel amacıdır. Kısaca, üretim tesisi dahilinde yürütülen montaj faaliyetlerinde 100% tork kalitesini garanti etmek hedeflenmektedir. Torklama faaliyetlerinin yürütülmediği üretim tesisinin diğer birimlerinde ise, prosese özel kritiklik arz edecek olan husus dikkate alınmalıdır. Örnek olarak söz konusu bölümde kaynaklı bir birleştirme yapılıyor ise, uygun amperaj değerini sağlamak önem arz edecektir.

Tork yönetimi döngüsü etrafında standartlara uygun ürünler üretmek, hatayı iletmemek, hata yapmamak ve son olarak hata yapamamak yer almaktadır.

Standartlara uygun üretim yapmak için operasyon standartları ve kalite kontrol proses şemaları yayınlanmış olmalıdır. Bu standartlarda sıkma torku ve bu torkun sağlandığının kontrol yöntemi, üretim operasyon ekipmanlarının özelliklerinin tayini ile gereksinimleri (pinömatik ekipmanlar için hava eldesinde basınç değerinin ayarlanması v.b.), sıkma torku operasyon prosedürü ve inceleme sıklığı yer almaktadır.

Hatayı iletmeme aşamasında ise, öncelikli olarak %100 hat içi inceleme yapılmaktadır. Bu inceleme sırasında PPM (bir milyon parçada hatalı ürün miktarı) seviyesi 15 olarak hedef alınmıştır. Ardından ürünlerin tork kontrolü ve kaydı önce operatörler, ardından üretim

amirleri ve son olarak da kalite kontrol birimlerince üç ayrı aşamada gerçekleştirilecektir. Hata yapmamak aşamasında ise, öncelikli olarak operasyon öncesi üretim ekipmanı günlük kontrolü yapılır. Üretim ekipmanı operasyonun gerekliliği olan spesifikasyonları karşılıyor ise onay etiketi ile işaretlenecektir. Ayrıca üretim aşamasında sıkma ekipmanının (tork tabancası) işlevi kontrol edilir.

Hata yapamama aşamasında ise, poka yoke yöntemi ile hata önleyici üretim destek sistemleri geliştirilecektir.

6.2.8. Standartlara Göre Çalışma

Standartalara göre çalışma aşamasında parçaları montaj prosesine dahil ederken operasyon standartalarına uygun hareket edilir ve bu standartların belirlediği uygunlukta sıkma ve kontrol ekipmanları kullanılır. Parçalar montaj prosesine girerken sıkma torku standartları takip edilir ve sıkma torku standartları kontrol edilir. Montaj faaliyeti yürütülürken operasyon föylerinde belirtilen sıkma torku sırası takip edilir ve hangi frekansta denetim yapılması zorunlu ise ona uyulmalıdır. Pinomatik prensip ile çalışan ekipmanların ihtiyacı olan basınç değeri mutlak surette sağlanmalıdır.

6.2.9. Hatanın İletilmemesi

Ürün kalitesini garantilemek için, torkun iki ya da üç kere kontrol edildiğinden emin olmak gerekir. Bunun için takip edilmesi gereken başlıca iki kural vardır. Bunlar:

- Ürünlerin sıkma torkunu kontrol ve elde edilen bulguları kayıt altına alma (torkmetre ile): Bu kontrol öncelikli olarak operatör (birinci kademe), ardından takım lideri (ikinci kademe) ve son olarak da kalite kontrol departmanının denetimcileri (üçüncü kademe) tarafından kontrol edilmektedir.
- Proses öncesi sıkma torku test ekipmanları ile tork anahtarlarını kontrol etme ve kalibrasyonunu sağlama: Üründe uygun olmayan bir durumun olasılık tesbitini hemen ve doğru olarak bulabilmek için, proseesin tamamlanmasını müteakip, ürün onayı öncesi torkmetrenin ve tork anahtarının doğrulumasını yapmak gereklidir. Bu vesile ile sıkma torku test ekipmanının günlük kontrolü yapılacaktır. Sıkma torku test ekipmanında yürütülecek operasyon sırası tanımlanmış olması gerekmektedir. Bu ekipmanı kullanacak kişinin gereken yetkinliğe sahip olması önem arz eder. Ayrıca tork anahtarı ayar değer tablosu da öncesinden tayin edilmelidir. Kontrol edilen ekipmanlar “uygun” ibaresini taşıyan bir etiketle işaretlenmektedir.

Çizelge 6.8 Standart civataların sıkma torku değerleri cetveli

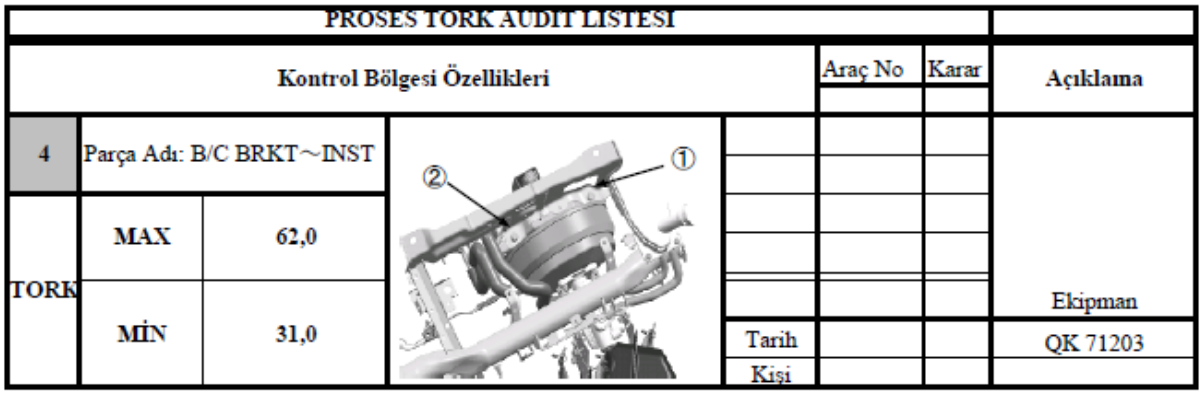
SIRANO	Civata Kullanım Yeri	Civata Ebatı Dişi ve Boyu	Civata Kalitesi	Civata Tork Değeri (N.m)
1	**M8 x 1,25**	**8,8**	**15,7 - 26,8**	**40,2 – 4**
2	**M10 x 1,25**	**8,8**	**39,1 - 52,5**	**78,6 - 7,8**
3	**M10 x 1,5**	**8,8**	**31,4 - 45,1**	**67,65 - 67,5**
4	**M12 x 1,25**	**8,8**	**85 - 104**	**156 - 15,6**
5	**M12 x 1,75**	**8,8**	**67,7 - 84,3**	**126,45 - 12,6**
6	**M14 x 1,5**	**8,8**	**129,7 - 158,8**	**238,2 - 23,8**
7	**M14 x 2**	**8,8**	**105 - 131,4**	**197,2 - 19,7**
8	**M16 x 1,5**	**8,8**	**192,1**	**360,45 – 36**
9	**M8 x 1,25**	**9,8**	**20,6 - 30,4**	**45,6 - 4,5**
10	**M10 x 1,25**	**9,8**	**46,1 - 62,8**	**94,2 - 9,4**
11	**M10 x 1,5**	**9,8**	**42,2 - 59,8**	**89,7 – 9**
12	**M12 x 1,25**	**9,8**	**93,2 - 113,8**	**170,7 – 18**
13	**M14 x 1,5**	**9,8**	**139,3 - 170,6**	**255,9 - 25,5**
14	**M16 x 1,5**	**9,8**	**1197,1 - 240,3**	**360,45 - 36,5**

Çizelge 6.9 Parça bazında sıkma torku kontrol çizelgesi

Kontrol Bölgesi	Bağlantı Elemanı Türü	Özellikler		Tork Uygulanacak Yer	Operasyon Tork Değeri (Nm)				Kontrol Tork Değeri (Nm)		Kontrol Noktası	Ölçüm Değerleri (Nm)	
		Ölçü	Miktar		Değer	Tol.	Min	Max	Min	Max			Karar
RADYATÖR GERGİ BRAKETİ	Cıvata	M10X1,25	1	Civata	24,7	± 4,9	19,8	29,6	19,8	35,52	Ön		
											Arka		
3. KROS MONTAJI	Cıvata	M10X1,25	1	Civata	51,2	± 7,7	43,5	58,9	43,5	70,68	Sağ 1		
											Sağ 2		
											Sağ 3		
											Sağ 4		
											Sağ 5		
											Sağ 6		
											Sol 1		
											Sol 2		
		M10X1,25	1								Sol 3		
											Sol 4		
		M10X1,25	1								Sol 5		
											Sol 6		

Çizelge 6.10 Hat bazında tork performansı denetim takip çizelgesi

HAT BAZINDA TORK AUDIT PERFOMANS TAKİP ÇİZELGESİ										
HAT	16. Hafta		17. Hafta		18. Hafta		19. Hafta		20. Hafta	
Ana Montaj/Motor /Aktarma	74,07%		66,06%		81,77%		94,29%		75,81%	
	Doğru Ölçüm	Toplam Ölçüm	Doğru Ölçüm	Toplam Ölçüm	Doğru Ölçüm	Toplam Ölçüm	Doğru Ölçüm	Toplam Ölçüm	Doğru Ölçüm	Toplam Ölçüm
	74,07%		66,06%		81,77%		94,29%		75,81%	
	60	81	109	165	157	192	99	105	188	248
Son Kontrol	100,00%		100,00%		100,00%		78,13%		94,12%	
	3	3	2	2	2	2	25	32	32	34



Şekil 6.4 Proses tork denetim listesi

Hat bazında tork performansı denetime tabi tutulan ürünlerin sayısının, ölçümleri doğru çıkan ürünlerin sayısına oranı ile hesaplanır. Bu hesaplamaya ait bir örnek Çizelge 6.10' da yer almaktadır. Ayrıca parça bazında kontrol kriterleri Çizelge 6.9 ve Şekil 6.4' da verilmektedir.

Dışarıdan tedarik edilen parçaların kalite güvencesinin temini ve hatalı ürünlerin prosese dahil olmaması faaliyetleri arasında civata çözülme noktası kontrolü de yer almalıdır. Bu kontrol kritik öneme haiz ürünlerin montajını yapan operatörler tarafından kolaylıkla yürütülebilir. Özellikle silindir kafası, volan gövdesi ve rulman kapakları gibi kritiklik yaratan parçaların montajlandığı bağlantı elemanları için bu kontrol yürütülmektedir. Kontrol sıklığı günde bir keredir ve günlük üretim lotundan örnek alınarak uygulanır. Örnek olarak alınan bağlantı elemanı sahip olduğu alt tork limitinin 1,5 katı bir tork ile sıkılır (Not: bağlantı elemanı bu değere ulaşmadan uzama yapıyor ise, ürün uygun değildir). Sıkma işleminin ardından civata bir hafta süre ile beklemeye alınır. Bir haftanın ardından civata üstüne çekiç ile hafifçe vurulur ve çatlak kontrolü yapılır. Eğer bir çatlak tespit edilirse, civata uygun değildir ve bu durum ivedi bir şekilde kalite kontrol birimlerine iletilir. Ürünler iade sürecine tabi

tutulacaktır. Bu test uygulaması tercihan üretim amirlerince yürütülmelidir.

6.2.10. Hata Yapmama

Bu aşamada tork aletlerinin proses yeterliliğini sağlamak gerekmektedir. Bunun için operasyon föylerinde belirtilen sıkma torku değerlerinden olan sapmalar bazında tork aletlerinin proses yeterliliği değerlendirilmelidir. Eğer sapma tanımlanmış olan töleransın 1/3' lük kısmında kalırsa "◎", 2/3'lük alanda kalırsa "∆" ve limitler içinde kalırsa "X" işaretleri ile etiketlenecektir. Bu faaliyet "Makina Doğruluk Değerlendirmesi" başlığı altında daha detaylı değerlendirilecektir.

Son olarak operatörlere tork anahtarı kullanım beceri eğitimleri verilmelidir. Bu eğitimlerde operatörlere uygun ve uygun olmayan ekipmanlar kullanarak ekipmanda bir arıza vuku bulduğunda bu durumun nasıl fark edileceğini öğretilmektedir. Ayrıca filtre/regülatör/yağlama düzeni yapısı ve bunlara 5 S kapsamında nasıl günlük bakım yapılacağı ayrıca öğretilir.

6.2.11. Hata Yapamama

Bu aşamada Kai-Zen ve Poka Yoke faaliyetleri ile proseste insana bağlı hataların önüne geçme hedeflenmektedir. Basınçlı hava hattında yer alan monometrenin, hava basıncı belirli bir değerin altına düştüğü takdirde, sesli ve ışıklı bir uyarı vermesi ya da tork ekipmanının sıkma prosesi esnasında önceden tayin edilen tork değerine ulaştığı anda, otomatik olarak devre dışı kalması, bağlantı elemanlarının gerilim dayanımı ve elastiklik kontrollerinin yapılması örnek olarak verilebilir.

Poka Yoke geçmişte hata vuku bulan üretim unsurları için tesis edilir. Böylelikle hatalar kaynağında önlenir.

6.2.12. Diğer Hususlar

Operatör tork ekipmanını düşürürse her sabah yapılan kontrol ve ayar sürecinin aynısı tekrar edilmelidir. Üretim ve denetim faaliyetlerinin her biri için ayrı torkmetre kullanılmalıdır. Eğer sıkma tork ekipmanınnda bir olağandışılık bulunursa, montaj hattı durdurulmalı ve bu durum takım liderine rapor edilmelidir. Bir sonraki süreçlere hataları iletmemek için takım lideri ürünlerin kalitesini onaylar ve kalite kontrol departmanının denetimini talep eder. Yere düşmüş bağlantı elemanlarının önlem almadan (gözle ve elle kontrol) kullanılmamaları gerekmektedir.

6.2.13. Denetim Toplantıları

Bu toplantılar günlük olarak her sabah yirmi dakika süresince düzenlenir. Söz konusu toplantıda çarpraz işlevsel faaliyetler üretim, kalite kontrol, bakım ve lojistik süreçleri günlük gelişmeler bazında değerlendirilmektedir. Bu günlük değerlendirme toplantılarına konu başlıklarından sorumlu her düzeyden beyaz yakalı yetkililer katılmaktadır. Toplantılarda geri bildirim olarak sırası ile iş emniyeti, gerçekleşen üretim miktarları, devamsızlık, üretimde eksiklik yaşama ihtimali olan parçaların durumu, kalite bildirimi (hat içi inceleme, son kontrol, müşteri gözü ile denetim sonuçları), iki dakikalık kontrollerdeki hatalı ürünler ve üretimi destekleyecek iyileştirme faaliyetlerine dair görevlendirmeleri için sorumluların ve tamamlama tarihlerinin belirlenmesi görüşülmektedir.

6.2.14. Son Kontrol

Son kontrol faaliyeti ana montaj hattında altıncı, dokuzuncu ve hat sonu kontrollere tabi tutulmuş mamülün satış birimine teslimi öncesindeki nihai kontrolleri içermektedir. Bu kontrol sürecinde toplam yetmiş ayrı husus incelenmektedir. Bu incelemelerden altmışaltı tanesi %100 kontrole tabi tutulmakta olup, geriye kalan dört tanesi üretim lotlarından örnekleme usulü kontrol edilmektedir.

Kontrol karakteristikleri, kontrol edilecek ürünün malzemesi, tasarımı ve montaj niteliklerine bağlı olarak “metal”, “boya”, “özellik” ve “regülasyon” ve “tork” olarak sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırmalara dair alt başlıklar Çizelge 6.11’ de verilmektedir.

Bu kontrol faaliyeti içinde söz gelimi ön tampon parçasının son kontrolü boya, özellik ve fonksiyon kriterlerine göre değerlendirilecektir. Boya kriteri kapsamında ürün üzerinde portakallanma (hata derecesi: C) ve hava kabarcığı (hata derecesi: B) olması bir hata sebebidir.

Ayrıca özellik ve fonksiyon kriterlerine göre tamponun gevşek (hata derecesi: A) ya da yanlış montajlanması (hata derecesi: B) da bir hata sebebi olarak değerlendirilmektedir. Bu parça için yapılacak olan son kontrol faaliyeti elle ya da gözle yürütülmekte olup, atıfta bulunulan kontrol standartı ve montaj föyüne göre değerlendirmesi yapılmaktadır. Kontrol frekansı %100’ dür. Çizelge 6.12’ da son kontrol faaliyeti için bir döneme ait DPU takibi ile bu takibin detayları verilmektedir.

6.2.15. Müşteri Gözü İle Denetim

Müşteri gözü ile denetim kalite kontrol, ar-ge, üretim birimlerinden yetkililerin ortak katılımı ile gerçekleştirilen bir bitmiş ürün denetimidir. Bu denetim hat içi inceleme ya da son kontrol

faaliyetlerin dışında ayrıca gerçekleştirilen bir kalite faaliyetidir. Bu denetimde ürünün boya, metal, kabin ve şasedeki uyumsuzluklar, iç/dış trim, elektrik, kaput/araç altı/motor çevresi, su testi, gürültü testi ve yol testi kriterlerine göre ürün denetimi yapılarak hatalar sınıflandırılır. Her bir hatanın türüne göre bir ağırlık puanı vardır.

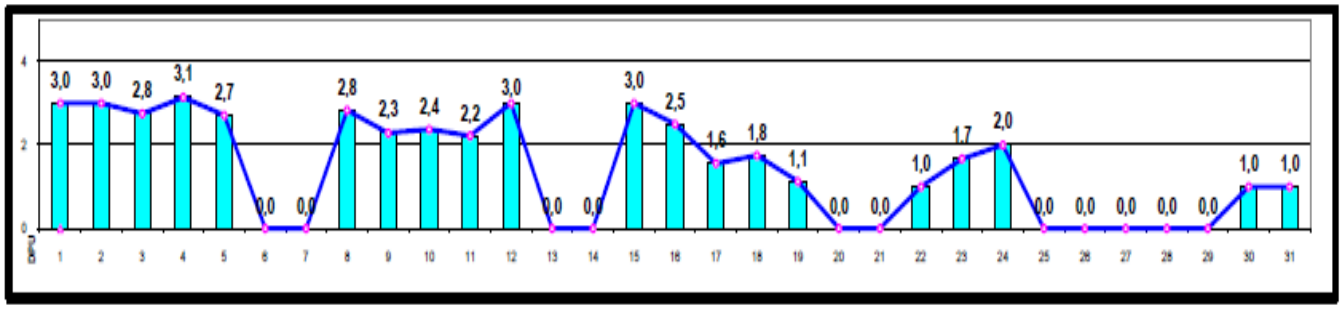
Çizelge 6.11 Son kontrol süreci kontrol karakteristikleri

METAL	BOYA	ÖZELLİK	FONKSİYON	REGÜLASYON	TORK
Hasarlı	Mastik Yok	Gevşek	Gevşek	E/e Sertifika Numarası	Tork
Çentik	Metal Çizik	Yanlış Montaj	Yanlış Montaj		Tork boyasız
Çöküntü	Punta Deliği	Yanlış Kesim	Yanlış Geçiş		
Metal Çapak	Dalgalanma	Leke	Deforme		
Pas	Portakallanma	Çalışmıyor	Delik Yok		
	Hava Kabarcığı	Yanlış Çalışıyor	Yetersiz Klipsleme		
	Pas	Tıkırtı Yapıyor	Kaçık		
		Yetersiz Vidalama	Zıplattırma		
		Yanlış Uyum	Std. Altı Tork		
		Klips Yok	Std. Üstü Tork		
		Çalıştırmak Zor	Doğru Sıkılıkta Olması		
		Ters	Std. Altı		
		Gıcırtı Sesi	Std. Üstü		
		Kaçak	Temas Hatası		
		Ayarsız	Sağa /Sola Çekme		
		Su Kaçağı	Pas		
			Ayarsız		

Çizelge 6.1’ de verilen hata sınıflandırmasına göre A sınıfı hatalar 10 ya da 50 puan, B sınıfı hatalar 1 ya da 10 puan, C sınıfı hatalar ise 0,5 ya da 1 puan alırlar. Denetim sonucuna göre elde edilen puanlar 5 puanlık hedefin altında kalmalıdır. Çizelge 6.13’ de konu denetime ait bir örnek verilmiştir. Örneğe göre gerçekleştirilmiş olan denetimde üç hata tespit edilmiş ve bu hatalardan iki tanesi proses, bir tanesi ise parça kaynaklı olduğu sonucuna varılmıştır. Hataların türü ve ciddiyetine göre her biri birer puanlık değerlendirmeye tabi tutulmuşlardır.

Cizelge 6.12 Son kontrol süreci dönemlik DPU takibi

	...AYI 2010 SON KONTROL DPU PUANI																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Hata toplamı(# of Defects)	6	18	11	22	19			17	16	19	20	18			6	10	14	14	9			2	5	6						1	7
Araç sayısı(# of Vehicles)	2	6	4	7	7			6	7	8	9	6			2	4	9	8	8			2	3	3						1	7
... MODEL	3	3	2,75	3,1	2,7	##	##	2,83	2,3	2,4	2,22	3,0	##	##	3	2,5	1,56	1,75	1,1	#	##	1	1,7	2,0	####	####	##	##	###	1,0	1,0



Model Kodu:	... Modeli					
Hat Kodu:	Son Kontrol	Araç Sayısı: 8				
Sıra No:	Hata Açıklaması	Hatanın Çıktığı Araç Sayısı:	DPU:	D	M	P
1	KABİN KULELERE SÜRTÜYOR	5	0,625		5	
2	HAVA BACASI AYARSIZ	5	0,625		5	
3	KABİN KİLİT AYARSIZ / KABİN KİLİDİ SES YAPIYOR	2	0,250			2
4	FISKİYE MEMELERİ AYARSIZ	2	0,250		2	
5	JANTLAR RÜTÜŞ YAPILACAK	2	0,250		2	
6	DİREKSİYON MAFSAL CIVATASI TORK İŞARETİ YOK	1	0,125		1	
7	KABİN KIRMA TORSİYONU AYARSIZ	1	0,125		1	
8	SAĞ KAPIDAN SU GİRİYOR	1	0,125		1	
9	TAMPON ARKA AYARSIZ	1	0,125		1	
10	VİTES TELLER KARIŞIK	1	0,125		1	
11	AYNALAR AYARSIZ	1	0,125		1	
	Toplam:	22			20	2

Denetim ürünün toplamda üç puan ile değerlendirilmesi ile sonu bulmuştur. Çizelge 6.15' den de görüleceği üzere yeni üretim sistemine geçiş ile birlikte hata puanlarında ciddi bir düşüş gerçekleşmiştir. Denetim sonuçlarında elde edilen hatalar sorumlu olan bölümlerce "planla-uygula-kontrol et-önlem al" prensibine bağlı olarak çözüme kavuşturulacak ve raporlaması yapılacaktır.

Çizelge 6.13 Müşteri gözü ile denetim

AUDIT BİLGİ SAYFASI

MODEL	ŞASE NO	MOTOR NO	RENK	KLİMA (A/C)	HAT ÇIKIŞ TARİHİ	AUDIT TARİHİ
...Modeli			BEYAZ	YOK	.../.../...	.../.../...

	KARAKTERİSTİKLER	BOYA	METAL	GÖVDEDEKİ UYUMSUZLUKLAR	İÇ TRİM	DIŞ TRİM	ELEKTRİK	KAPUT ALTI / ARAÇ ALTI	SU TESTİ	GÜRÜLTÜ TESTİ	YOL TESTİ	HATA SAYILARI TOPLAMI
HATA PUANI	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HATA NEDENİ	İMALAT	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
	PARCA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	DİZAYN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOPLAM HATA SAYISI		1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3
TOPLAM HATA PUANI		1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3

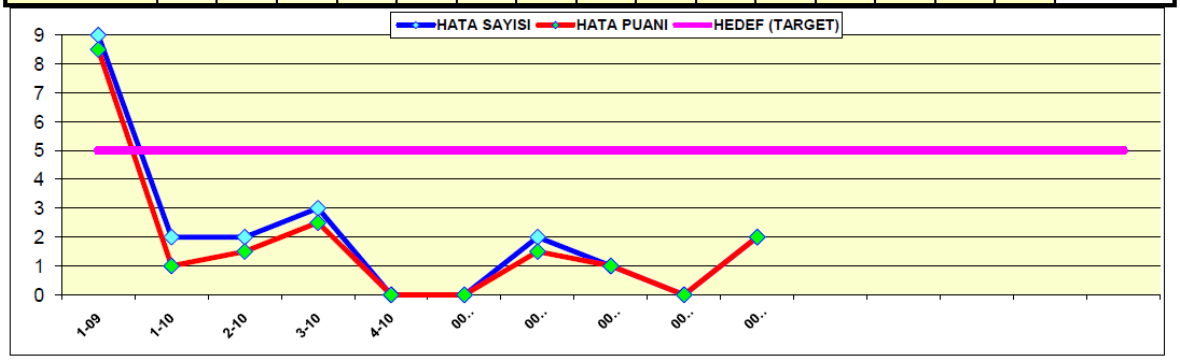
NO	HATA TANIMLARI	AĞIRLIK PUANI	HATA KAYNAĞI	FOTOĞRAFLAR
	<BOYA>			
1	• Boya lekesi. - Kabin kilit ve kabin emniyet kililit kolları üzerinde.	1	PROSES	
2	• Çıta açma yapmış. (Kapı alt çerçevesinin çıtası açma yapmış.) Not: Parça CKD(ithal parça) dir.	1	PARCA	
3	• Ses problemi(Sürtme sesi şeklinde). - Sürücü sol arka direk bölgesinden geliyor. Not: Sesin kaynağı Mekanik ve Son kontrol tarafından tespit edilerek giderilmiştir.	1	PROSES	

Çizelge 6.14 Sorumlu bölümlere göre hata dağılımı

...MODELİ BÖLÜMLERE GÖRE HATA DEĞERLENDİRMELERİ

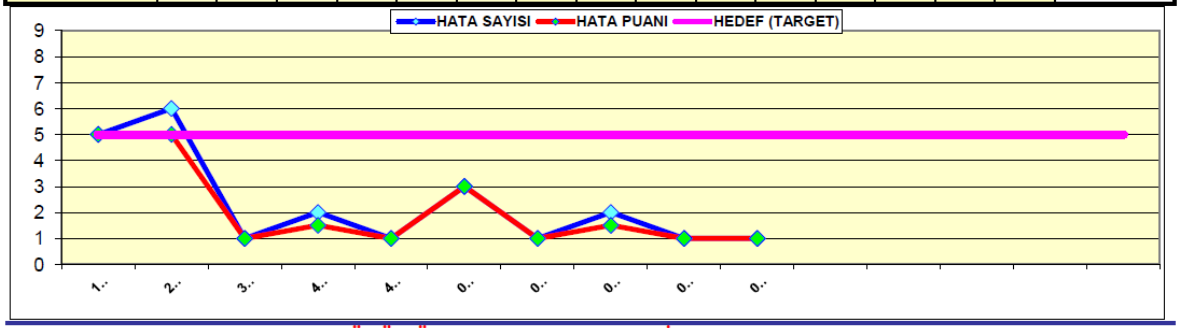
İMALAT BÖLÜMÜ KAYNAKLI ARAÇTAKİ HATA SAYISI VE PUANI

AUDIT TARIHI	04.11.09	09.03.10	13.04.10	17.05.10	07.06.10	15.06.10	22.06.10	29.06.10	05.07.10	13.07.10						
AUDIT SIRASI	1-09	1-10	2-10	3-10	4-10	005-10	006-10	007-10	008-10	009-10						ORTALAMA (AVERAGE)
HATA SAYISI	9	2	2	3	0	0	2	1	0	2						2,1
HATA PUANI	8,5	1,0	1,5	2,5	0,0	0,0	1,5	1,0	0,0	2,0						1,8
HEDEF (TARGET)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	



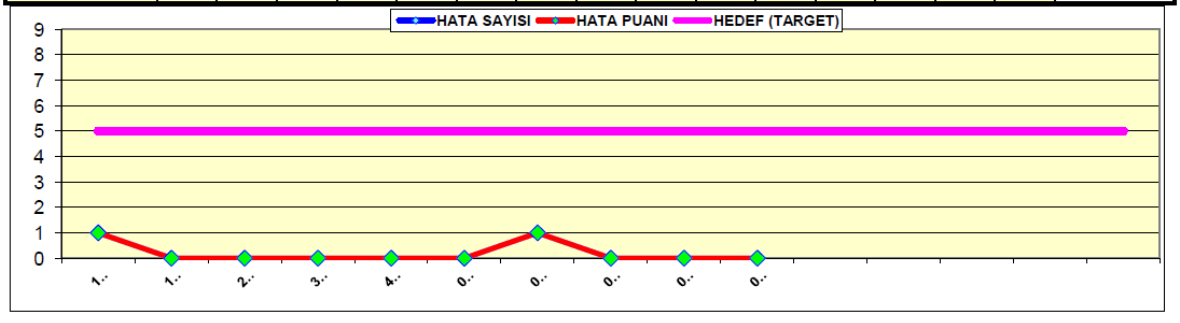
KALİTE KONTROL BÖLÜMÜ KAYNAKLI ARAÇTAKİ HATA SAYISI VE PUANI

AUDIT TARIHI	04.11.09	09.03.10	13.04.10	17.05.10	07.06.10	15.06.10	22.06.10	29.06.10	05.07.10	13.07.10						
AUDIT SIRASI	1-09	2-10	3-10	4-10	4-10	005-10	006-10	007-10	008-10	009-10						ORTALAMA (AVERAGE)
HATA SAYISI	5	6	1	2	1	3	1	2	1	1						2,3
HATA PUANI	5,0	5,0	1,0	1,5	1,0	3,0	1,0	1,5	1,0	1,0						2,1
HEDEF (TARGET)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	



AR-GE BÖLÜMÜ KAYNAKLI ARAÇTAKİ HATA SAYISI VE PUANI

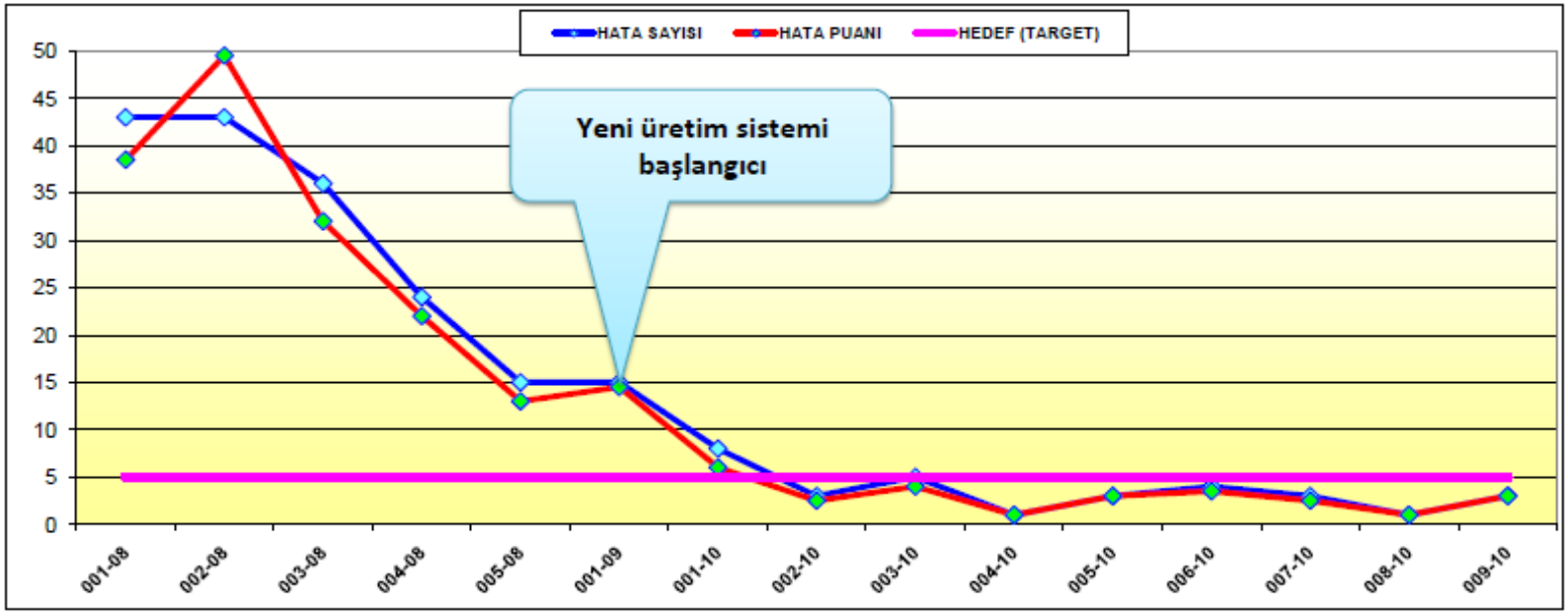
AUDIT TARIHI	04.11.09	09.03.10	13.04.10	17.05.10	07.06.10	15.06.10	22.06.10	29.06.10	29.06.10	13.07.10						
AUDIT SIRASI	1-09	1-10	2-10	3-10	4-10	005-10	006-10	007-10	007-10	009-10						ORTALAMA (AVERAGE)
HATA SAYISI	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0						0,2
HATA PUANI	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0						0,2
HEDEF (TARGET)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	



Çizelge 6.15 Müşteri gözü ile denetimlerde eski üretim ile yeni üretim sisteminin karşılaştırılması

...MODELİ MÜŞTERİ GÖZÜ İLE DENETİM SONUÇLARI

	Eski Üretim Sistemi					Yeni Üretim Sistemi										
AUDIT TARIHI	11.02.08	26.02.08	25.03.08	16.04.08	21.05.08	04.11.09	09.03.10	13.04.10	17.05.10	07.06.10	15.06.10	22.06.10	29.06.10	05.07.10	13.07.10	
AUDIT SIRASI	001-08	002-08	003-08	004-08	005-08	001-09	001-10	002-10	003-10	004-10	005-10	006-10	007-10	008-10	009-10	ORTALAMA (AVERAGE)
HATA SAYISI	43	43	36	24	15	15	8	3	5	1	3	4	3	1	3	13,8
HATA PUANI	38,5	49,5	32,0	22,0	13,0	14,5	6,0	2,5	4,0	1,0	3,0	3,5	2,5	1,0	3,0	13,1
HEDEF (TARGET)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	



6.2.16. Üretim Yönetim Sisteminin Başarı Göstergeleri

Başarı göstergeleri "güvenlik", "kalite", "maliyet ve verimlilik" ve "lojsitik" ana başlıkları altında değerlendirilmektedir.

6.2.16.1. Güvenlik Göstergeleri

Güvenlik göstergeleri "iş kaybına neden olan kaza adeti oranı" ve "kayıp oranı" olarak iki alt başlıkta değerlendirilir. İş kaybına neden olan kaza adeti aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$\frac{Oluşan\ iş\ kaza\ adeti\ x\ 1000}{Toplam\ çalışma\ saati} \tag{6.1}$$

Kayıp oranı ise aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$\frac{Toplam\ kayıp\ iş\ günü\ x\ 1000}{Toplam\ çalışma\ saati} \tag{6.2}$$

Her iki değerlendirmenin de hesaplanması sırasında ilgili ayda meydana gelen ve istirahati yirmi günden fazla süren vakalar dikkate alınacaktır.

Her iki değerlendirme için hedef sıfır olarak tayin edilmiş olup, üretim tesisinin tüm hatları için yapılacaktır.

6.2.16.2. Kalite Göstergeleri

Kalite göstergeleri "servis iadeleri", "müşteri gözü ile denetim puanı", "tüm üretim hatlarının DPU yüzdesi", "yurt dışından temin edilen ürünlerin kalite oranı (DPU %)", "parça hat şikayeti", "hat bazında DPU", "bir sonraki sürece geçen hata oranı", "eksiksiz üretilen ürün oranı", "eksiksiz üretilen ve son kontrolden hatasız geçen araç oranı" olarak dokuz adet alt başlıkta değerlendirilir.

Servis iadeleri müşteri gözü ile gerçekleştirilen denetim sonucu bulunan önemli hataların (10 ve 50 puan (A - S derecesinde)) imalatı tamamlanmış, bitmiş mamul depo ve satış noktalarındaki ürünlerde de kontrol edilmesi ve bu ürünlerde aynı hata bulunursa her çeşit hata için bir puan verilerek hesaplanması ile değerlendirilir. Bu gösterge için hedef sıfır olarak tayin edilmiştir.

Müşteri gözü ile gerçekleştirilen denetim puanlarının toplamları bu değerlendirme için dikkate alınacaktır. Bu gösterge için hedef beş olarak tayin edilmiştir. Tüm ürün modelleri bu göstergenin kapsamı dahilinde tutulacaktır. Tüm üretim hatlarının DPU yüzdesi aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

Tüm üretim hatlarının DPU toplamı x 100 (6.3)

Bu gösterge için hedef üç yüz olarak tayin edilmiştir.

Yurt dışından temin edilen ürünlerin kalite oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$\frac{\text{İthal üründe bulunan toplam hata } x\ 1.000.000}{\text{Üretim adeti}} \tag{6.4}$$

Bu gösterge için hedef yüz olarak tayin edilmiştir. İlgili mamüllerin kullanıldığı tüm üretim hatları bu göstergenin kapsamı dahilinde tutulacaktır.

Parça hat şikayeti aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$\frac{\text{Hatlarda bulunan toplam hatalı parça adeti } x\ 1.000.000}{\text{Satınalınan toplam parça adeti}} \tag{6.5}$$

Bu gösterge için hedef yüz olarak tayin edilmiştir.

Hat bazında DPU aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$\frac{\text{Hat kontrol noktasında bulunan hata adeti}}{\text{Kontrol edilen mamül adeti}} \tag{6.6}$$

DPU ana montaj hattı için 1.2, trim hattı için 0.2, karoseri ve şase imalat hattı için 0.1, boyahane hattı için 0.4, ve son kontrol için 1.6 olarak tayin edilmiştir.

Bir sonraki sürece geçen hata oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$\frac{\text{Bir sonraki sürece geçen hata adeti } x\ 1.000.000}{\text{Kontrol edilen mamül adeti}} \tag{6.7}$$

Bu gösterge için hedef dört bin olarak tayin edilmiştir.

Eksiksiz üretilen ürün oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır:

$$\frac{\text{Üretim hatlarından eksiksiz çıkan mamül adeti } x\ 100}{\text{Üretim hatlarından geçen mamül adeti}} \tag{6.8}$$

Bu gösterge için hedef %80 olarak tayin edilmiştir.

Eksiksiz üretilen ve son kontrolden hatasız geçen araç oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

ana montajdan eksiksiz çıkan ürün adeti x son kontrolden hatasız çıkan ürün adeti

Bu gösterge için hedef %70 olarak tayin edilmiştir.

6.2.16.3. Maliyet ve Verimlilik

Maliyet ve verimlilik göstergeleri "operatör başına saatlik ürün maliyeti" ve "ekipman yükleme faktörü" olarak iki alt başlıkta değerlendirilir.

Operatör başına saatlik ürün maliyeti aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$\frac{Aylık\ üretim\ adeti}{Hat\ bazlı\ operatör\ sayısı\ x\ saat\ x\ gün+mesai\ (operatör\ sayısı\ x\ saat)} \quad (6.9)$$

Hedef her ayın değişen üretim adetlerine bağlı olarak değişim göstermektedir. Bu değerlendirme kapsamında tüm üretim hatları dikkate alınacaktır. Hedeften menfi anlamda uzaklaşma birim araç maliyetini de olumsuz yönde etkilemektedir.

Ekipman yükleme faktörü aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$\frac{Aylık\ üretim\ adeti\ x\ 100}{Üretim\ hattının\ aylık\ üretim\ yapabilme\ kapasitesi} \quad (6.10)$$

Bu gösterge için herhangi bir hedef tayini yoktur.

6.2.16.4. Lojistik

Lojistik göstergesi "tamamlama ve teslimat oranı", "üretim önceliğini yerine getirme oranı" ve "hat durma yüzdesi" olarak üç başlıkta değerlendirilir.

Tamamlama ve teslimat oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$\frac{Üretimden\ çıkan\ aylık\ araç\ adeti\ x\ 100}{Planlanan\ üretim\ adeti} \quad (6.11)$$

Bu gösterge için hedef 100 olarak tayin edilmiştir.

Üretim önceliğini yerine getirme oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$\frac{Satış\ önceliğine\ göre\ aylık\ olarak\ üretilen\ araç\ adeti\ x\ 100}{Satış\ önceliğine\ göre\ aylık\ olarak\ üretilmesi\ planlanan\ üretim\ adeti} \quad (6.12)$$

Bu gösterge üretim lotlarındaki değişimi gösterir ve hedefi 100 olarak tayin edilmiştir.

Hat durma yüzdesi aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$1 - \frac{Konveyörlü\ hatlarda\ aylık\ üretilen\ araç\ adeti}{Üretim\ planına\ göre\ üretilmesi\ gereken\ aylık\ araç\ adeti} \quad (6.13)$$

Bu gösterge için hedef 3 olarak tayin edilmiştir.

6.2.16.5. Makina Doğruluk Değerlendirmesi

Hata yapma faaliyeti olarak üretim ekipmanı, tork tabancası ya da kaynak makinasınının elektrik amperaj değerinin dorğulaması yapılmalı ve sonuçları değerlendirilmelidir. Böylelikle her bir üretim ekipmanının kalite kontrolü doğruluk seviyesine göre yapılmış olur. Makinaların iki günlük duruşlardan sonraki (hafta sonları vb. tatiller) ilk çalışma gününün sabahında değerlendirme yapmak için, makinada herhangi bir ayar/düzeltme işlemi yapmadan ilk 2 parça ve öğlen paydosundan sonraki ilk 2 parça ölçülmeli ve kayıt altına alınmalıdır.

Makinaların iki günden fazla duruşlardan sonraki ilk çalışma gününün sabahında değerlendirme yapmak için ise, yine makinada herhangi bir ayar/düzeltme işlemi yapmadan ilk 20 parça ölçülmeli ve kayıt altına alınmalıdır. Parçada ölçüm yapılacak yer töleranslamada en çok hassasiyet gösterilmesi gereken bölge olmalıdır. Üretim tesisinde günlük parça kontrolleri için kullanılan ölçüm cihazlarının kendisi söz konusu değerlendirme için de kullanılmalıdır. Ardından ölçüm değerleri grafiğe dökülerek sapmalar değerlendirilir. Değerlendirmenin "∆" ya da "X" olması durumunda sapmanın operatör ya da ekipman nedeni ile vuku bulupbulmadığı tayin edilerek gereken düzeltici ve önleyici faaliyetler alınacaktır. Eğer değerlendirme "◎" ise, parça numune kontrolleri standartlara uygun yapılır. Eğer değerlendirme "∆" ise, değerlendirme yine standartlara uygun yapılır ancak ilave kontroller bu değerlendirme sürecine dahil edilmelidir. Eğer değerlendirme "X" ise, söz konusu proseste üretilen parçaların tümü %100 kontrol edilir. Değerlendirme sonucuna göre ekipman "◎", "∆" ya da "X" işaretleri ile etiketlenir. Her bir etiketin bribirinden ayırd edici rengi olmalıdır. Doğruluk değerlendirmelerinde temel hedef ekipmanın "◎" ile işaretlenmesidir. Bu yöne doğru atılacak ekipman iyileştirme adımlarında üretim bölümü yetersiz kalıyor ise, bakım bölümünden destek alınmalıdır. Temel prensip olarak "◎" ile işaretlenmiş olan ekipmanın yeniden değerlendirmesi iki ayda bir, "∆" ile işaretlenmiş olan ekipmanın ise yeniden değerlendirmesi ise ayda bir yapılmalıdır. "X" ile işaretlenmiş olan ekipmanın iyileştirme sonrası yeniden değerlendirmesi hemen yapılmalı ve ilgili prosesin değerlendirme sonucu "∆" mertebesine erişene kadar, çıkan üretim %100 kontrol edilmelidir. Sapma eğilimi tayin edilerek, prosesin töleranslar dışına çıkmaması için gereken önlemler alınmalıdır.

Makina yeterlilik çalışması kapsamında üretim tesisinin "Aktarma Organları Hattı" da yer alan CNC torna tezgahında işlenen kampana iç çap ölçümlerine dair değerlendirme Çizelge 6.16' da yer almaktadır. Değerlendirme makina doğruluk tayini için oluşturulan prosedüre göre ilerlemektedir.

Uygulamada CNC tornada işlenmiş kampanalardan 50 tanesinin iç çap ölçümü alınmış olup, bu ölçümlerin listesi ilgili çizelgede verilmektedir.

Toplam veri sayısı (n)= 50' dir. (6.14)

Frekans dağılımı grafiğindeki en küçük birim (SKALA / EKB) "0,01", tüm hesaplamalarda virgülden sonraki hane sayısı "2" olarak kabul edilmiştir.

İlgili parçanın teknik resminde tanımlanmış olan töleranslara göre,

Alt spesifikasyon limiti (ASL)= 325,00 mm., (6.15)

Üst spesifikasyon limiti (ÜSL)= 325,13 mm. (6.16)

Çizelge 6.16 Örnek kampanaların ölçüm listesi

	MAKİNA YETERLİLİK ÇALIŞMASI								
PARÇA ADI KAMPANA			**MAKİNA ADI** TORNA TEZGAHI			**KARAKTERİSTİK / SPESİFİKASYON**			**ÖRNEK ADEDİ** 50
PARÇA NO			**OPERASYON ADI** KAMPANA İÇ TORNALAMA			**ÖLÇÜ ALETİ**			**ÇİZELGE NO**
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
325,05	325,05	325,05	325,05	325,05	325,05	325,05	325,05	325,05	325,05
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
325,05	325,05	325,04	325,04	325,07	325,07	325,07	325,07	325,07	325,07
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
325,07	325,07	325,07	325,07	325,07	325,07	325,07	325,07	325,07	325,07
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
325,06	325,06	325,06	325,06	325,05	325,05	325,05	325,05	325,07	325,07
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
325,07	325,07	325,07	325,07	325,07	325,07	325,07	325,07	325,07	325,07

Çizelge 6.17 Frekans dağılımı

ÖLÇÜ	FREKANS DAGILIMI	f	$\sum f$	$\sum f$ %
325,21				
325,20				
325,19				
325,18				
325,17				
325,16				
325,15				
325,14				
325,13	ÜSL			
325,12				
325,11				
325,10				
325,09				
325,08				
325,07		28	50	100
325,06	ORTALAMA	4	22	44
325,05		16	18	36
325,04		2	2	4
325,03				
325,02				
325,01				
325,00	ASL			
324,99				
324,98				
324,97				
324,96				
324,95				
324,94				
324,93				
324,92				

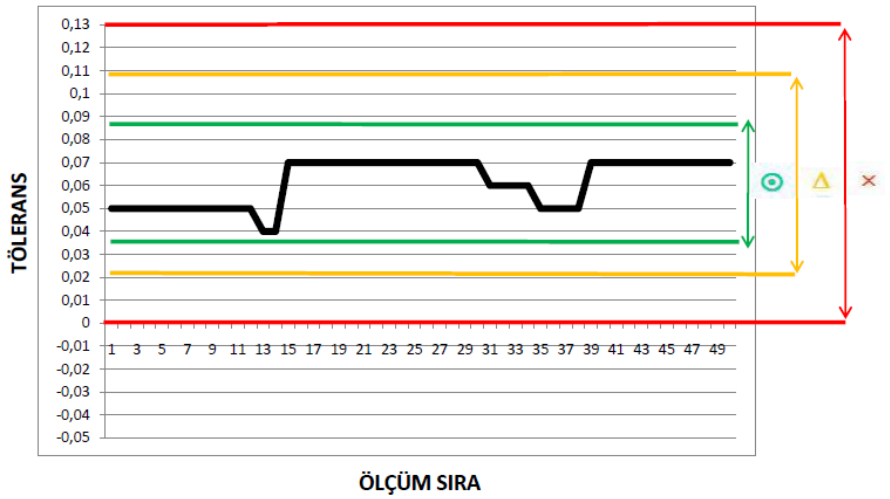
Ölçüm sonrası elde edilen bulgulara göre frekans dağılımı Çizelge 6.17' de gösterilmektedir.

Şekil 6.5'deki hesaplamalara dayalı olarak $C_{mk} > 1,33$ sonucuna ulaşıldığından ötürü makinanın yeterli olduğu kararına varılmıştır. Ölçümlerin değişikliği Şekil 6.6' da grafik halinde verilmektedir.

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X_i}{n} = 325,06 \qquad s = \sqrt{\frac{\Sigma(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = 0,0102 \qquad C_m = \frac{ÜSL - ASL}{6s} = 2,08$$

$$C_{mka} = \frac{\bar{X} - ASL}{3s} = 2,02 \qquad C_{mkü} = \frac{ÜSL - \bar{X}}{3s} = 2,14 \qquad C_{mk} = \min(C_{mka}; C_{mkü}) = 2,02$$

Şekil 6.5 Makina yeterlilik analizinin sonucu



Şekil 6.6 CNC torna tezgahı makina doğruluk tayini grafiği

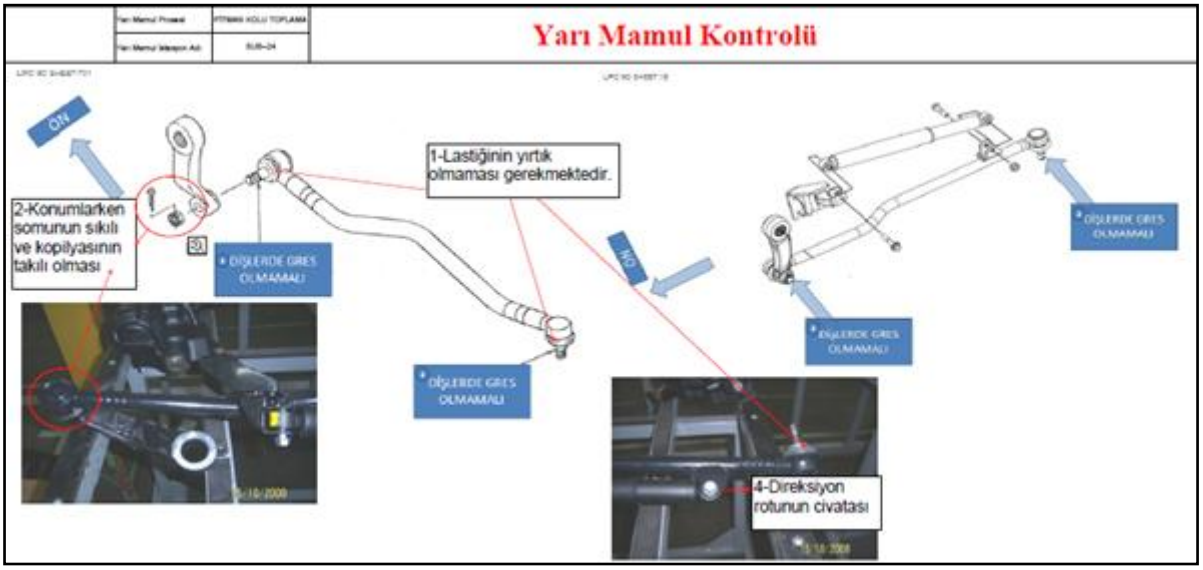
6.3. Lojistik Süreci

6.3.1. Alt Montaj Yaklaşımının Yeni Üretim Sistemindeki Yeri

Otomotiv, havacılık, makina endüstrilerinde üretilen ürünlerin bir çoğu çok yoğun adetteki detay parçaların (bir ticari araç yaklaşık bin beş yüz ayrı kalem parçadan oluşmaktadır) bir araya getirilmesi ile ortaya çıkmaktadır. Klasik üretim yönetimi sistemlerine göre böylesi ürünü oluşturacak tüm parçalar yeter seviyede, ilgili üretim proseslerine tabi tutulacak olan hatların kenarında depolanmalı ve sırası geldikçe prosese dahil edilmelidirler. Bir başka deyişle bu üretim yönetim yaklaşımında bir ürün için sadece tek bir montaj faaliyeti vardır ki, bu da üretim hattının ya da hatlarının (eğer ürün birden fazla prosese tabi tutulacak ise) kendisidir. Yalın üretimin temel prensiplerinden biri olan hatadan uzak durma kavramı için bu üretim metodu maalesef gereken imkanları sağlayamamaktadır. Zira bu kadar yüksek adette

detay parçadan oluşan ürünlerin üretim sürecini doğru, hatasız ve eksiksiz bir şekilde yönetebilmek gücü bu sistemde olmadığı gibi, açığa çıkan kümülatif karmaşıklığı sadeleştirme sürecine de katkı sağlanamamaktadır.

Hatalara gebe olan bu sistem yerine başka bir seri imalat sistemi geliştirmek kalite süreçlerinin yanı sıra lojistik süreçlerin de yeniden değerlendirilmesi ve farklı bir iş yapış yaklaşımı kurgulanması ve devreye alınması ihtiyacını açığa çıkarmıştır.



Şekil 6.7 Alt montaj kontrol formu

Prosesin hataya meyilli bir nitelikte işleyiş özelliğine sahip olması için, öncelikli olarak bu kadar yoğun adette detay parça kullanımının olduğu proseslerde vuku bulan toplam karmaşıklığın "parçalara böl-yönet" felsefesi içinde sadeleştirilerek, yeniden yapılandırılması gerekmektedir. Bu yaklaşımın pratik anlamda hayat bulması için nihai ürün toplam sistemin kendisi olarak düşünülecek olursa, bir araya gelerek nihai ürünü oluşturan detay parçalar fonksiyonları, montaj sırası ve ürün üzerindeki konumu gibi özelliklere bağlı olarak gruplandırılırsa, bu gruplara da alt montaj tanımı koymak uygun olacaktır. Söz gelimi piston, segman, biyel kolu, krank mili, motor bloğu ve silindir üst kapağının her biri bir detay parça olarak bir araya geldiğinde bir motor alt montajını oluşturur ve bu alt montaj da, diğer alt montajlar (şase, egzost sistemi, elektrik tesisastı, yakıt boruları v.s) ile bir araya geldiğinde ise nihai mamül ortaya çıkacaktır. Alt montaj sistemleri (yarı montaj da denilmektedir) nihai mamülü açığa çıkarak olan ana üretim hatlarından farklı bir alanda üretilmektedirler. Alt montajlı malzeme stoğu tutmak temin zamanını düşürmenin iyi bir yolu olarak bilinmektedir. Bu sayede son montaj ancak müşteri siparişi kesinleştiğinde gerçekleşeceğinden hem çevrim

zamanı hem de stok miktarı açısından avantaj sağlanacaktır. Alt montaj felsefesine sahip olan bir üretim yönetiminde çevrim zamanı da düşecektir.

Alt montaj faaliyetleri de kalite kontrol sürecine tabi tutulmalıdır. Şekil 6.7' de bir alt montaj ve bu montajda kontrol edilmesi gereken hususlar yer almaktadır:

6.3.2. Malzemelerin Üretim Hatlarına Kitler Halinde Teslimi

Klasik üretim yönetim sisteminde prosese dahil olacak parçaların operatör tarafından kullanılması sırasında aşağıdaki faaliyetlerin de gündeme gelmesi kaçınılmazdır:

- Gereksiz yürüme
  - Parçaların proses edilmesinde zaman kaybı olacaktır
  - Parça stoklarındaki yoğunluktan ötürü erişim için katedilen mesafe uzak olabilir
- Seçme
  - Parçalar operatörün inisiyatifinde seçilecektir
  - Seçim esnasında yanlışlık yapılır ise, hatalı üretim yapılabilir ya da montaj esnasında problem yaşanabilir
- Karar verme
  - Montaj sırası yine operatörün inisiyatifinde idame ettirilir
  - Bir kalem detayın olması gerekenden fazla kullanılması olasılığı hasıl olur
- Hattın görünürlüğünde yetersizlik
  - Planlanan üretim adetlerine bağlı olarak hat kenarında ihtiyaç duyulan parçaların istiflenmesindeki yoğunluktan ötürü üretim hattı görünürlük özelliğini yitirir
  - Yüksek parça depolama rafları bu duruma katkıda bulunur

Üretim yönetim sisteminin yeni lojistik yaklaşımına göre yukarıda telafuz edilen tüm olumsuzlukların önüne geçebilmek için önerilen alt montaj çözümüne ilave olarak, üretim ihtiyacı olan malzemelerin tümünün aynı anda hat kenarında istiflenmesi yerine, ihtiyaç duyulan tüm detay parçaların yalnız ihtiyaç miktarı kadar hat kenarına ikmal edilmesi ayrıca bir çözüm olacaktır. Bu ikmal sistematiğine kit halinde teslimat adı verimektedir. Malzemelerin kit halinde üretim hattına ikmal edilmesi aracın eksiksiz bir şekilde üretilmesine de destek olacaktır. Kit halinde teslimat günlük üretim partisinin toplam ihtiyaç duyduğu malzemelerin hat kenarına istiflenmesi yerine, sadece araç başı ihtiyacın ikmal edilmesini gerektirmektedir. Bu iç lojistik sistemine birebir ikmal de denilmektedir.

Birebir ikmal sisteminde klasik üretim yönetimindekinin tersine aşağıdaki faaliyetler gündeme gelecektir:

- Sadece gerektiği kadar yürüme
  - Üretim ihtiyacı olan parçalar kitlerin içine konduğu sepetler içinde tutulur. Bu sepet de araç şasesi üzerinde konumlandırılmıştır.
- Seçmemek
  - Üretim ihtiyacı olan parçalar daha önceden hazırlanarak kit sepetlerine konur ve böylelikle parça alma faaliyetinin önüne geçilmiş olur.
- Karar vermemek
  - Parçalar kit sepetleri içine montaj sırasına göre konur
- Hattın görünür olması
  - Parça ikmali kitler halinde her bir araç üretimi için yapılır ve parça raflarına ihtiyaç ortadan kalkar.

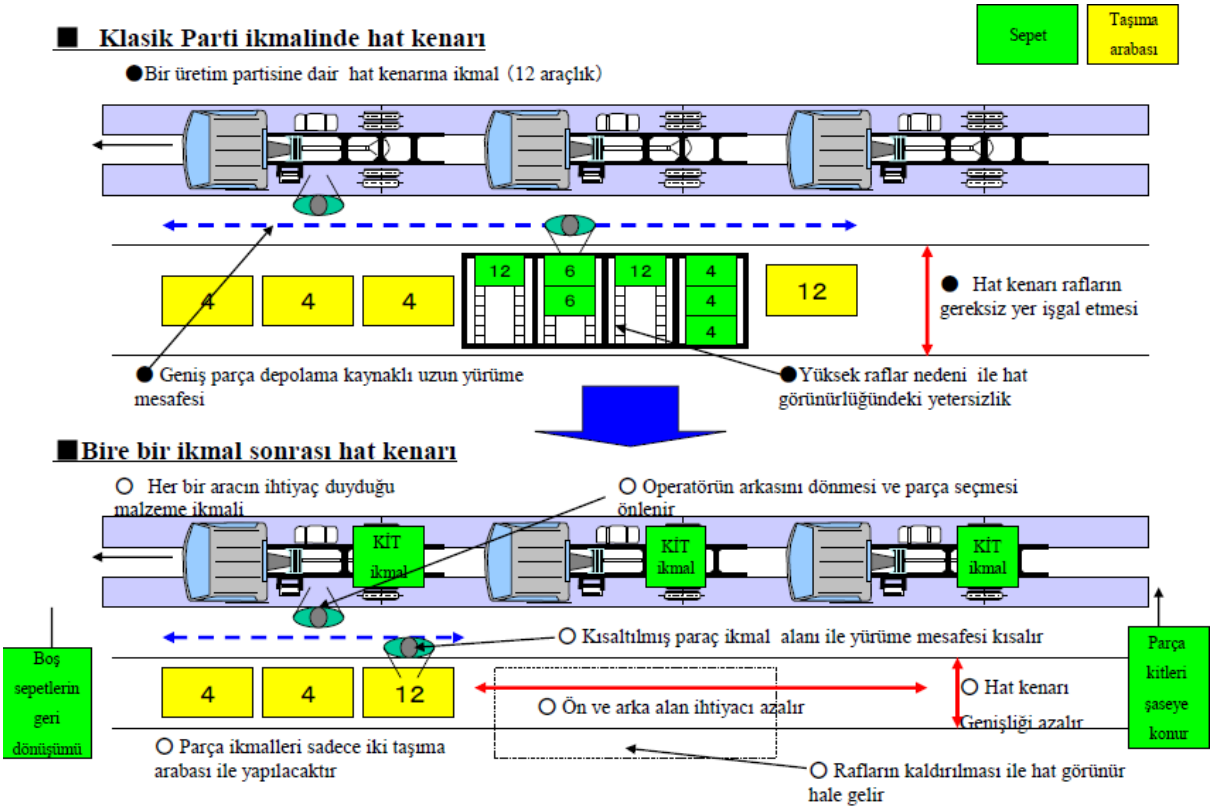
İç lojistik sisteminin birebir ikmal şeklinde yeniden tasarlanması sayesinde katma değeri olmayan operasyonların önüne geçilir. Bire bir ikmal yönteminin temel hedefi gereksiz yürüme, operatörün arkasını dönmesi ve parça seçimi gibi operasyonlardan arındırılmış bir süreç ile verimliliği geliştirmektir.

Toplam üretim partilerinin ihtiyacı olan malzemelerin ikmali ile montaj hataları vuku bulma olasılığı son derece yüksektir. Ayrıca üretim sonrası hat kenarında kalan malzemelerin kontrolü ve yeni üretim lotlarının ihtiyacı kadar parça eklenmesi ayrı bir yönetim sürecini gerektirir. Üretim sonrası hat kenarında parça kalmaması için de ilave karşı önlemlerin alınması önemli ve zaruridir.

Üretim hattı operatörünün parça seçmesine engel olarak DPU değerlerinde düşüş gerçekleşir ve bu vesile ile araç üretim kalitesi artar. Bununla birlikte hat kenarındaki raflardan parça alınması için yürüme faaliyetinin önlenmesi ile parça proses süresi azalacak ve verimlilik artacaktır. Bire bir ikmal ile hat kenarındaki raflara olan ihtiyacın kalkması ile üretim hattının görünürlüğü artacak ve hataların gün yüzüne çıkması sağlanacaktır.

Birebir ikmal ile hat düzeninde olduğu kadar ambar düzeninde de değişikliğe gidilmiştir. Bu değişiklik kapsamında prosese tabi tutulacak parçalar dört ana kategori altında gruplandırılmıştır. Bunlar sırası ile aşağıdaki gibidir:

- Birebir ikmal edilecek parçalar
- Alt montaj parçaları
- Sıralı parçalar
- Bağlantı elemanları



Şekil 6.8 Klasik parti ikmali ve birebir ikmal sonrası hat kenarı



Şekil 6.9 Birebir ikmal öncesi hat düzeni



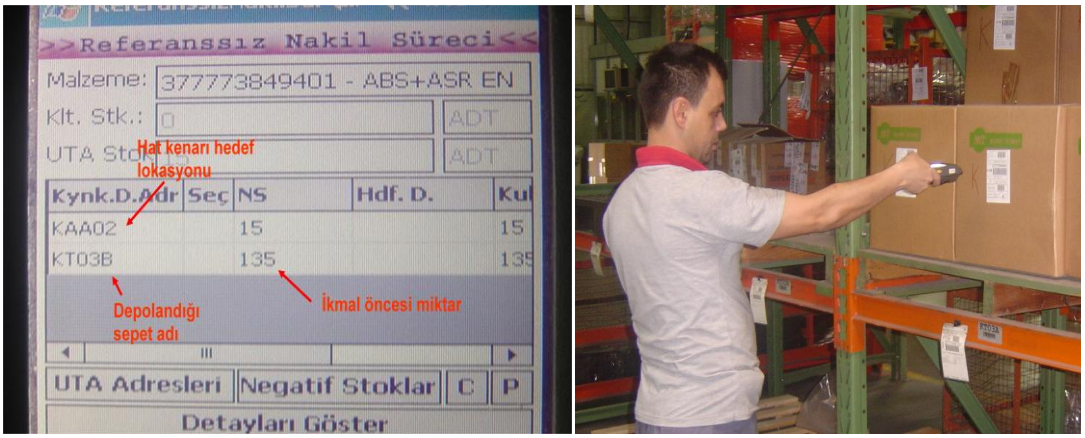
Şekil 6.10 Birebir ikmal sonrası hat düzeni

Birebir ikmal edilecek parçalar ilgili istasyonda kullanılacak adet kadar ölçüleri standart kutular içine konularak hat üzerindeki aracın şasesi üzerine konur. Kit sepetlerinin hazırlanması aşağıdaki sırada gerçekleşir:

- Temin edilen parçalar kayar raflar üzerinde plastik kutular içinde stoklanır. Bu raf düzeni aynı zamanda ilk giren, ilk çıkar prensibinin de hatasız bir şekilde uygulanmasını beraberinde getirecektir. Her bir parçanın kutusunda parça numarası, adı ve hangi araçta kullanıldığına dair bilgiler yer almaktadır. Kayar raflarda ise, her bir depo hücresinin adres bilgileri yer almaktadır. Tüm malzemelerin adresleri ERP sisteminde tanımlaması yapılmıştır. Çizelge 6.18' de kontrol listesine ait bir örnek verilmektedir.
- Üretim planına uygun olarak prosese dahil edilecek parçalar kullanım miktarlarına göre kontrol listelerine uygun bir şekilde kit kutularına konur. Kontrol listelerinden çıkan ihtiyaçların hangi adres ve miktarda olduğunun bilgisine mobil el terminallerinden erişilmektedir. Zira hangi istasyonda, hangi parçanın, hangi miktarda tüketiminin olacağı ERP sisteminde tanımlanmış durumdadır. Bu uygulamada barkod teknolojisinden

faydalanılmaktadır.

- Hazırlanan kit sepetleri çok katlı-hareketli taşıma arabalarına konur ve hat kenarına ikmal edilir. Hat kenarında her bir istasyon için çok katlı-hareketli taşıma arabalarından birer tane vardır ve bu taşıma arabalarından her biri sorumlu olduğu istasyon için bir üretim partisine (12 araç) hitap edecek kadar kit kutusu taşımaktadır.



Şekil 6.11 Mobil el terminali görüntüsü ve kullanımı

Bu taşıma arabaları boşaldığı zaman dolusu ile yer değiştirir ve boş olan taşıma arabası ve kutuları kit hazırlama alanına geri gönderilir. Bu taşıma arabalarından araç şasesi üzerine kit kutusunun konulmasının sorumluluğu malzeme ikmalinden sorumlu kişilere aittir. Operatör yalnızca önüne kit kutusu içinde hazır bir şekilde getirilmiş olan parçaları operasyon föylerine uygun bir şekilde montaj prosesine eksiksiz ve kendisine verilmiş süre içinde katmaktan sorumludur. Birebir ikmal sürecine dahil edilecek olan parçalar ebat olarak küçük ve orta büyüklü parçalar kapsamında olmalıdır. Zira kit kutuları ve hareketli taşıma arabalarının hem hacim, hem de ağırlık yönünden sınırları vardır.

Alt montaj parçalarından kapladığı hacim ve ağırlık itibari ile birebir ikmal kutularına girebilecek olan kalemler ayrılmış, bu kapsamın dışında kalan malzeme grupları için de benzer şekilde hareketli taşıma arabaları tasarlanmıştır. Birebir ikmal sistematiği için geçerli olan prensipler, alt montajların da hat kenarına ikmali için geçerli olacaktır. Sıralı parçalar ağırlık ve hacim olarak birebir ikmal sistemetiğine uymayan ve montaj öncesi ön hazırlık ihtiyacı olmayan parçalar bu grubun kapsamı altına alınmıştır. Bu parçalar için de hareketli taşıma arabaları temin edilmiştir. Hat kenarına ikmaldeki yaklaşım kit teslimatınınki ile aynıdır. Bu grup ürünler için temin edilmiş olan hareketli taşıma arabalarının özelliği o ürün grubuna özel olarak tasarlanmış olmasıdır. Yağ/yakıt boruları, şaft, egzost borusu gibi malzeme grupları kapladığı alan ya da ağırlık bakımından kit halinde teslimata uygun değildir

ve bu malzemelerin ikmalinde bu parçaların geomtresine uygun özel taşıma arabalarının temini gereklidir.

Bağlantı elemanları için de özel taşıma arabaları tasarlanmıştır. Bu taşıma arabalarından her bir montaj operatörü için bir adet tahsis edilmiştir. Bu arabalarda ilgili istasyonda kullanılmakta olan tüm bağlantı elemanlarından üretim lotları kadar bu arabalarda barındırılmaktadır.

Bu taşıma arabaları her bir istasyonda farklı türden ve adette bağlantı elemanı kullanıldığından, istasyona özel bir nitelik taşımaktadırlar. Bu arabalar sayesinde birbirine çok benzeyen ve yanlış kullanım olasılığı olan bağlantı elemanlarının hatalı ikmalinin de önüne geçilmiştir.

Üretim yönetim sisteminin yeniden yapılandırılması ile birlikte iç lojistikte tedarikçi-ambar-hat kenarı nakil operasyonlarındaki sorumluluklar ayrı operatörlere verilmiştir. Sözgelimi tedarikçiden temin edilen yarı mamüllerin ambarda yerleşimi, yerleşim sonrası bu malzemelerin kitlere ayrılması ve ardından bunların hat kenarına ikmal faaliyetleri bütünü ile ayrı kişiler tarafından idame ettirilmektedir.

Yeniden organizasyon sonrası iş akışı da değişeceğinden, yerleşim planının tekrar kurgulanması ihtiyacı da açığa çıkmıştır. Yeni yerleşim planı aşağıdaki hususlara dair ihtiyaçlara yanıt vermelidir:

- Alt montaj faaliyetlerinin yürütüleceği alanda kayar raflar, hareketli taşıma arabaları, montaj fiksürleri gibi üretim araçlarının tümü için yeter seviyede alan tayin edilmeli, operatörlerin günlük faaliyetlerini yürütmesi sırasında ergonomik koşullar sağlanmalıdır.
- Katma değer etkisi olmayan yürüme, taşıma gibi faaliyetlerin en aza indirgenmesi için üretim hatlar, ara hazırlık bölgeleri ve ambar arası mesafeler en az düzeyde tutulmalıdır.
- Malzeme ikmal/besleme güzergahları en optimum düzeyde tutulmalıdır.

Yapılan denemeler neticesinde üretim hatları ile ara hazırlık alanlarının birbirine paralel bir şekilde konumlandırılması en uygun çözüm olarak değerlendirilmiştir.

Bunun dışında birebir ikmal sürecinin yönetilmesi aşamasında aşağıdaki geliştirmeler de gündeme gelmiştir:

- Hareketli taşıma arabalarının her biri ERP sisteminde tanımlanmış olup, bu sistem dahilinde her bir taşıma arabasının hangi model için, hangi malzemeden kaç adet malzeme taşıyacağı bilgisi girilmiştir.

Çizelge 6.18 Birebir ikmal kontrol listesi

KİT PARÇALARI

Parça no	Parça adı	Depo No	İstasyon	Kullanım	Ölçü Birimi	Lokasyon	Kontrol
	ON ARA BORU	100	KAA09	1	ADT	KAA09 - 008	
	CLAMP;HOSE,PLATE	100	KAA09	2	ADT	KAA09 - 009	
	HORTUM; BAGLANTI	100	KAA09	1	ADT	KAA09 - 032	
	PL.ŞERİT KELEPÇE - 250 LİK	100	KAA09	1	ADT	KAA09 - 047	
	PL.ŞERİT KELEPÇE - 250 LİK	100	KAA09	1	ADT	KAA09 - 047	
	PLASTIK KELEPCE L 350 MM	100	KAA09	1	ADT	KAA09 - 048	
	KELEPCE;HORTUM(85-10)	100	KAA09	1	ADT	KAA09 - 051	
	HORTUM KELEPCE	100	KAA09	1	ADT	KAA09 - 058	
	CONTA;EGZOST FRENI	100	KAA09	2	ADT	KAA09 - 068	
	KLIPS;VITES KABLO	100	KAA09	1	ADT	KAA09 - 069	
	KLIP;HID HORTUM	100	KAA09	1	ADT	KAA09 - 071	
	PLAKA;KABIN BAGL BRKT	100	KAA09	1	ADT	KAA09 - 074	
	PLAKA;KAB.DEV.BRKT SAG	100	KAA09	1	ADT	KAA09 - 075	
	PLATE MTG.BRKT.	100	KAA09	1	ADT	KAA09 - 077	
	PLAKA;KABIN BAGL BRKT	100	KAA09	1	ADT	KAA09 - 078	
	EGZ.FRENI KMP.	100	KAA09	1	ADT	KAA09 - 085	

SIRALI PARÇALAR

Parça no	Parça adı	Depo No	İstasyon	Kullanım	Ölçü Birimi	Lokasyon	Kontrol
	SAFT KOMPLE; NPR (2004)	102	KAA09	1	TK	DOLLY	6 ARAÇLIK
	EGZ.SUSTURUCU KOMPLE	102	KAA09	1	ADT	DOLLY	16 ARAÇLIK
	BORU;EGZ.KUYRUK(MDL66)	102	KAA09	1	ADT	DOLLY	38 ARAÇLIK

ALT MONTAJ PARÇALARI

Parça no	Parça adı	Depo No	İstasyon	Kullanım	Ölçü Birimi	Lokasyon	Kontrol
	HORTUM; KALORIFER (MOTOR-KALORIF	100	KAA09	1	ADT	TOPLAMA İST.	HEATHER PIPING
	HORTUM;KAL.	100	KAA09	1	ADT	TOPLAMA İST.	HEATHER PIPING
	PL.ŞERİT KELEPÇE - 250 LİK	100	KAA09	2	ADT	TOPLAMA İST.	HEATHER PIPING
	CLAMP;HOSE,PLATE	100	KAA09	2	ADT	TOPLAMA İST.	HEATHER PIPING
	KLIPS;SU HORTUMU	100	KAA09	2	ADT	TOPLAMA İST.	HEATHER PIPING
	KLIP;KALORIFER HORTUMU	100	KAA09	1	ADT	TOPLAMA İST.	HEATHER PIPING

Parça no	Parça adı	Depo No	İstasyon	Kullanım	Ölçü Birimi	Lokasyon	Kontrol
	BRAKET;KABIN DEVIRME BORU	100	KAA09	1	ADT	TOPLAMA İST.	CAB MOUNTING
	TORSION CUBUGU	100	KAA09	1	ADT	TOPLAMA İST.	CAB MOUNTING
	RING;SNAP,EXT,TY	100	KAA09	2	ADT	TOPLAMA İST.	CAB MOUNTING
	BRKT;KABIN MONTAJ-SAG	100	KAA09	1	ADT	TOPLAMA İST.	CAB MOUNTING
	KABIN MONT.BRKT SOL KOMPLE	100	KAA09	1	ADT	TOPLAMA İST.	CAB MOUNTING
	CIVATA	100	KAA09	8	ADT	TOPLAMA İST.	CAB MOUNTING
	RONDELA; YAYLI D=12 DIN 127	100	KAA09	2	ADT	TOPLAMA İST.	CAB MOUNTING
	BRKT;TORSIYON CUBUGU	100	KAA09	1	ADT	TOPLAMA İST.	CAB MOUNTING
	BRKT;KABIN MONT.SOL	100	KAA09	1	ADT	TOPLAMA İST.	CAB MOUNTING
	BRKT;KABIN MONT.SAG	100	KAA09	1	ADT	TOPLAMA İST.	CAB MOUNTING

Parça no	Parça adı	Depo No	İstasyon	Kullanım	Ölçü Birimi	Lokasyon	Kontrol
	LASTIK;EGZ.ASKI	100	KAA09	1	ADT	TOPLAMA İST.	EGZOST KÜPESİ
	KELEPCE;EGZ.SUSTURUCU	100	KAA09	1	ADT	TOPLAMA İST.	EGZOST KÜPESİ
	CIVATA; A.K.B. M8X45 DIN 933	100	KAA09	1	ADT	TOPLAMA İST.	EGZOST KÜPESİ
	SOMUN; A.K.FL&TR M8 DIN 6923	100	KAA09	1	ADT	TOPLAMA İST.	EGZOST KÜPESİ
	BORU;ARA	100	KAA09	1	ADT	TOPLAMA İST.	EGZOST KÜPESİ

- Üretim planlama birimlerince oluşturulmuş olan günlük iş planlarına göre bu taşıma arabalarından hangilerinin kaçar adette ve ne zaman hazırlanması gereği de ara hazırlık bölümündeki ilgili birimlere aktarılır.
- Bu vesile ile ambardaki malzeme miktarının tanı sıra ara stok değerlerinin de kontrol altında tutulması sağlanır.

Simetrik ya da birbirine benzer parçaların hat operatörleri tarafından kit kutusu içinde karıştırılması, seçme ediminin yeniden gündeme gelmesinin önüne geçmek için, “kit kutusu içinde kit kutusu” mantığı geliştirilmiştir. Bu vesile ile söz gelimi sağ-sol taraflara montajı

yapılacak parçalar kit kutusu içinde duran diğer iki küçük kutu içine yerleştirilmişlerdir. Bu kutuların renkleri farklıdır. Sağ tarafa montajı yapılacak parçanın içine konulduğu kutu rengi gri iken, sol tarafa montajı yapılacak parçanın içine konulduğu kutunun rengi mavidir.

6.3.3. Tedarikçi Nezdinde Yapılan Faaliyetler

Yeni üretim yönetiminin kuruma entegre edilmesi ile eş zamanlı olarak tedarik süreçlerinde de yeniden yapılanmaya gidilmiştir. İlk yapılanma adımında onaylı listede yer alan tedariçiklerden geçmiş verilere dayalı olarak lojistik, kalite ve maliyet süreçlerinde gelişime açık olmayanların tümü elenmiştir. Geriye kalan ve elit sınıf olarak nitelendirilebilecek tedarikçilere bir yol haritası sunulmuş ve onsekiz aylık bir zaman zarfında bu yol haritasının gerekliliklerine uymaları sağlanmıştır. Bu yol haritasının en önemli unsurlarından bir tanesi yeni üretim modeline uygun özelliklere sahip olmalarını sağlayacak bir denetim sürecinden başarılı bir şekilde geçmeleridir. Öyle ki, bu sürece tabi olan her tedarikçi bu denetimlerin değerlendirme sonuçlarına göre 100 üzerinden en az 80 puanlık barajı geçmek zorundadırlar. Aksi takdirde ticari devamlılık sona erecektir. Bu denetimler, temel anlamda kalite sistem yönetiminde farklı ve dışarıdan bir göz tarafından tespit edilen uygunsuzluk ya da gelişime açık hususların tedarikçi tarafından düzeltici/önleyici faaliyetler ile iyileştirilmesi, bu gelişimlerin kayıt altına alınması ve iş yapış kültürüne fiilen katılmasını sağlamaktadır. Bu gelişimler sayesinde hata ve kayıp kaynaklarının tedarikçi kanadında da kurutulması son derece kritiktir. Zira tek başına üretim tesisinin kendi bünyesinde hata koruyucu mekanizmaların geliştirilmesi ve bu sürecin kontrol altında tutulması yeterli değildir. Aynı zamanda tedarikçiden gelen ürünlerde iade oranları PPM cinsinden 15 olarak tayin edilmiştir. Bu hedefe uyamayan tedarikçiler ile hata analiz toplantıları yürütülmüş ve hedefe uymaya engel olan iade nedenleri, alınacak önlemler (tasarım ya da proses değişikliği, v.b.) ve bunların takibi hakkında değerlendirmeler ile karşılıklı mutabakatlar sağlanmıştır. Gelecek dönemde hedef PPM 5 olarak revize edilecektir. Ayrıca mevcut projeler kapsamında yeni ürünün devreye alınması ile tedarikçiden yerine getirilmesi beklenen gereklilikler (numunenin ne şekilde ve hangi dökümanlar ile birlikte gönderileceği) konusunda da hassasiyet ile durulmuştur.

Tedarikçilerden temin edilen yarımamüller birebir ikmale uygun ambalaj standartlarında temin edilmeye başlanmış, hem çevre gereklilikleri, hem de birebir ikmalde verimlilik artışı sağlayacak ve ambarda ilave işçilik gerektirmeyecek geri dönüşüm niteliğinde normlar geliştirilmiştir.

Yalın üretim felsefesinin bir gereği de sıfır stoktur. Bu prensibe dayalı olarak stok

seviyelerinin bu prensibe mümkün mertebe yaklaşması için, emniyet sürelerinde de tedarikçi ile mutabık kalarak kısaltmalara gidilmiştir. Keza aynı şekilde minimum sipariş miktarlarında da en optimum düzey tayin edilmiştir. Bu düzeyin tayini sırasında müşteri kanadında ürünün dönemlik tüketimleri ve tedarikçi kanadında ise ürünü lot bazında üretime alabilmek için gereken asgari şartlar (kurulum süreleri, hammadde temin miktarları, işleme süreleri, tedarikçinin coğrafi konumu, maliyeti, v.s.) dikkate alınmıştır.

7. SONUÇLAR

Verimlilik gelişmesi için dört basamak vardır. Bu basamaklar aşağıdaki dizgide tanımlanmaktadır:

- Adım 1: Standartlara göre üretim yapmak
- Adım 2: Kayıpları görmek
- Adım 3: Kayıpları sürekli olarak azaltmak
- Adım 4: Kayıpları önüne geçmek

Yeni üretim yönetim modelinde üretim hatları malzeme (optimum stok), proses gelişimi (işgücü operasyon verimliliği) ve üretim devamlılığı (kayıp yaratacak hat duruşları) olarak yeniden ele alınmıştır. Bu değerlendirme aslen verimlilik kazanma formülü olarak da tanımlanır.

Üretim tesisindeki verimlilik gelişmesi faaliyetleri, yeni üretim sisteminin verimlilik geliştirme faktörlerine dayalı olarak üretim tesisini denetleme ve değerlendirmeyi amaçlamaktır. Yeni üretim sistemine dair verimlilik geliştirme unsurları aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Üretim tesisinin kontrolü: Yönetim fonksiyonudur. PUKÖ döngüsü ile engelleri bularak, iyileşme sağlamak amaçlanır.
- Proses gelişimi: İnsan fonksiyonudur. Proses sürecini analiz etmek ve işgücü kayıplarını azaltmak amaçlanır.
- Tesis bakımı: Makina fonksiyonudur. Plansız hat duruşlarını ortadan kaldırmak amaçlanır.
- Lojistik gelişim: Malzeme fonksiyonudur. Kayıpların önüne geçmek için FIFO prensibinde, gereksiz üretimden kaçınmak amaçlanır.

Bu aşamada öncelikli olarak sistem kurgulanmış, kayıplar tayin edilmiş, bu kayıpların önüne geçmek için önleyici tedbirler alınmış ve sürekli iyileşme desteklenmiştir.

Sonuç itibari ile Çizelge 6.15’ den de görüleceği üzere yeni üretim modelinin devreye alınması ile birlikte kayıplara neden olan hata oranlarında dramatik düşüşler sağlanmıştır.

KAYNAKLAR

Akın, B., (1996), "İşletmelerde İstatistik Proses Kontrol", Bilim Teknik Yayınevi, 31-127, İstanbul.

Bonvik, A.M., Couch C. ve Gershwin, S.B., (1996), "A Comparison of Production-Line Control Mechanisms", International Journal Of Production Research, 1-23.

Boonlertvanich, K., (2005), "Extended-Conwip-Kanban System: Control And Performance Analysis", Georgia, 1-136.

Bozdogan, K., (2004), "Lean Aerospace Initiative Roadmap For Building Lean Supplier Networks (Roadmap Tool)", Center For Technology, Policy and Industrial Development Massachusetts Institute of Technology, 2-79, Massachusetts.

Bozdogan, K., (2006), "A Comparative Review Of Lean Thinking, Six Sigma And Related Enterprise Process Improvement Initiatives", Center For Technology, Policy and Industrial Development Massachusetts Institute of Technology, 1-36, Massachusetts.

Burlikowska, M.D. ve Szewieczek, D., (2009), "The Poka Yoke Method As An Improving Quality Tool Of Operations In The Process", Journal Of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 36:95-101.

Chase, R.B., Aquilano, N.J. ve Jacobs F.R., (1998), "Production And Operations Management Manufacturing and Services", Irwin McGraw-Hill Publishing Ltd., 198-259: 322-410, Boston.

Douglas, S.M. ve Melnyk, S.A., (2000), "Effective Process Improvement Developing Poka-Yoke Processes", Production And Inventory Management Journal, 1-15.

Ford, A.P.Q.P., (1995), "İleri Ürün Kalite Planlaması (APQP) ve Kontrol Planı Referans El Kitabı", Ford Motor Company

Ford, D.A.A., "Yalın Üretim Eğitim Dökümanları: Değer Akış Analizi", Ford Otomotiv San. A.Ş., 2-45.

Ford, F.U.S., "Yalın Üretim Eğitim Dökümanları: Ford Üretim Sistemi", Ford Otomotiv San. A.Ş., 2-27.

Ford, G.F., "Yalın Üretim Eğitim Dökümanları: Görsel Fabrika", Ford Otomotiv San. A.Ş., 1-42.

Ford, H.D., "Yalın Üretim Eğitim Dökümanları: Hat Dengeleme", Ford Otomotiv San. A.Ş., 1-13.

Ford, L.L., (1999), "Yalın Üretim Eğitim Dökümanları: Lean Layout", Ford Motor Company, 1-45.

Ford, L.M.M., (2007), "Yalın Üretim Eğitim Dökümanları: Lean Manufacturing Measurables", Lean Value Chain, Ford Motor Company, 1-13.

Ford, S.M.E.D., (2006), "Yalın Üretim Eğitim Dökümanları: Single Minute Exchange of Die", General Physics Corp., 1-42

Ford, S.O., (2007), "Yalın Üretim Eğitim Dökümanları: Standart Operations", Lean Value Chain, Ford Motor Company, 1-16.

Hill, T., (1995), "Manufacturing Strategy Text And Cases", MacMillan Press Ltd., 1-58: 106-129: 131-171: 187-206: 207-286, London.

ISUZU, M.M., (2007), "Manufacturing Methods", Isuzu Worldwide Purchasing Division, Japan.

ISUZU, S.Q.M., (2003), "Supplier Quality Manual", Isuzu Worldwide Purchasing Division, Japan.

Levi, D.S., Kaminsky, P. ve Levi, E.S., (2003), "Designing and Managing Supply Chain Concepts, Strategies and Case Studies", Irwin McGraw-Hill Publishing Ltd., 1-76: 119-139, Boston.

Marek R.P, Elkins D.A. ve Smith D.R., (2001), "Understanding The Fundamentals Of Kanban And Conwip Pull Systems Using Simulation", Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference, Texas, 921-925.

Ohno, T., (1988), "Toyota Production System Beyond Large Scale Production", Productivity Press, 1-92, New York.

Toyota, (2008), "Yeni Ürün Devreye Alma İçin Hazırlanmış PPAP Dosyası", Ersan Kauçuk A.Ş.

Vollmann, T.E., Berry, W.L., Whybark, D.C. ve Jacobs, F.R., (2005), "Manufacturing Planning And Control For Supply Chain Management", Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd., 1-16: 133-164: 300-331: 370-403: 502-533, New Delhi.

5S, "Sipo 5S Eğitim Notları", http://www.sistempatent.com, 1-18.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	13.08.1973	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1987-1990	Ataköy Lisesi, İstanbul
Lisans	1990-1995	Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul

Çalıştığı kurum(lar)

1997-1999	Karel Kalıp A.Ş.
2000-2003	Electrolux Dayanıklı Tük. Mam. San. ve Tic. A.Ş.
2003-2004	Buga Otis Asansör San. ve Tic. A.Ş.
2004-2005	Festo San. ve Tic. A.Ş.
2005-Halen Devam	Anadolu Isuzu Otomotiv San. ve Tic. A.Ş.