

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YALIN DÖNÜŞÜMDE BİLGİ YÖNETİM SİSTEMİ

DOKTORA TEZİ
Göksu KAYA

Anabilim Dalı : Endüstri Mühendisliği

Programı : Endüstri Mühendisliği

OCAK 2011

YALIN DÖNÜŞÜMDE BİLGİ YÖNETİM SİSTEMİ

DOKTORA TEZİ
Göksu KAYA
(507052103)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 17 Eylül 2010

Tezin Savunulduğu Tarih : 03 Ocak 2011

Tez Danışmanı : Prof. Dr. M. Bülent DURMUŞOĞLU (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Murat DİNÇMEN (İTÜ)
Prof. Dr. Güneş GENÇYILMAZ (Kültür Ü.)
Doç. Dr. Tufan Vehbi KOÇ (İTÜ)
Prof. Dr. Mesut ÖZGÜRLER (YTÜ)

OCAK 2011

ÖNSÖZ

Yalın felsefenin uygulanmaya başlanması sırasında bilgi yönetimi ilkelerinin göz önünde bulundurulmasının faydalı olacağı düşüncesiyle başlayan bu çalışmada öncelikle, yalın üretim sistemi ilkeleri ve bilgi yönetiminin birlikte uygulanması ile sistem performansını sürekli iyileştiren bir model tasarlanması kararlaştırılmıştır. Tasarım için son zamanlarda literatürde oldukça ilgi uyandıran Aksiyomlarla Tasarım yönteminin kullanılması düşünülmüştür. Çalışmada tasarlanan aksiyomlarla tasarım modelini destekleyecek şekilde, gerekli algoritma ve araçlar sunulmuştur. Bu çalışma ile literatürde, yalın üretim ve bilgi yönetiminin birlikte uygulanabileceği sistemlerin tasarımı ile ilgili boşluğun doldurulması hedeflenmiştir.

Öncelikle doktora çalışmamın tüm evrelerinde yapıcı desteğini ve kıymetli birikimlerini esirgemeyerek bana her zaman yol gösteren değerli hocam Prof. Dr. M. Bülent Durmuşoğlu başta olmak üzere, tez çalışmamın belirlenmesinde bana ışık tutan düşünce ve önerileriyle her zaman desteğini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Murat Dinçmen'e ve çalışmamın değerlendirilmesi ve izlenmesi sırasında zamanını ayırarak desteğini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Güneş Gençyılmaz'a en içten dileklerimle teşekkürlerimi sunarım. Tüm bu çalışmalarım sırasında sağladıkları maddi destek nedeniyle TÜBİTAK Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı'na en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca Mobilya fabrikası uygulama çalışmalarım sırasında desteğini esirgemeyerek katkı sağlayan herkese teşekkürü bir borç bilirim.

Her zaman bana yol gösteren ve elimden tutan aileme yaşamım boyunca minnettar kalacağım. Bilginin en önemli değer olduğunun anlaşıldığı bu çağda “Yalın Dönüşümde Bilgi Yönetim Sistemi” başlıklı tez çalışmamın ülkeme katma değer sağlaması dileklerimle...

Eylül 2010

Göksu KAYA

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
KISALTMALAR.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	ix
ŞEKİL LİSTESİ	xi
SEMBOL LİSTESİ	xiii
ÖZET	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	4
1.2 Yalın Üretim Sistemi	4
1.2.1 Endüstriyel düzen ve temizlik (5S)	6
1.2.2 Hata önleyici düzenekler (Poka-Yoke)	6
1.2.3 Tek parça akışı	7
1.2.4 Hücreli üretim sistemi	7
1.2.5 Hazırlık süresi düşürme	8
1.2.6 Toplam üretken bakım	8
1.2.7 Toplam donanım etkinliği	9
1.2.8 Sürekli iyileştirme faaliyetleri (Kaizen)	10
1.2.9 Üretim düzgünleştirme	10
1.2.10 Çekme sistemi	11
1.2.11 Görsel kontroller	12
1.2.12 Esnek işgörenler	12
1.2.13 Değer akış haritalama	12
1.3 Bilgi Yönetimi	15
1.3.1 Bilgi türleri	18
1.3.2 Entelektüel sermaye	20
1.3.3 Bilgi yönetimi sorumlusu	20
1.3.4 Bilgi yönetimi modelleri	21
1.3.5 Bilgi yönetimi araçları	23
1.3.6 Bilgi haritası	24
1.3.7 Bilgi bilançosu	25
1.4 Aksiyomlarla Tasarım Yaklaşımı	30
2. YAYIN TARAMASI	35
2.1 Yalın Üretim Sistemi ve Aksiyomlarla Tasarım Yaklaşımı Yayınları	35
2.2 Bilgi Yönetimi Yayınları	42
3. YALIN DÖNÜŞÜMDE BİLGİ YÖNETİM SİSTEMİ	55
3.1 Yöntem Hakkında Genel Bilgi	55
3.2 Aksiyomlarla Tasarım ile Yalın Dönüşümde Bilgi Yönetim Sistemi Modeli	58
3.3 Yalın Düşünce Esaslı Yatırım Planlama Algoritması	103
3.3.1 Temin süresine dayalı maliyet analizi	107

3.3.2 Değer akış ömrüne dayalı duyarlılık analizi.....	111
3.3.3 Yeni makina seçim kararı için AHP modeli.....	112
3.4 Bilgi Yönetimi Uygulamaları	118
3.4.1 Tasarlanan bilgi yönetim modeli	119
3.4.2 Üretim hücrelerinde örtülü bilginin açık hale getirilmesi	120
3.4.3 Tasarlanan bilgi bilançosu	126
3.4.4 Tasarlanan değerlendirme metodolojisi.....	131
3.5 Sistem Geri Besleme Mekanizması.....	132
4. GELİŞTİRİLEN METODOLOJİNİN GERÇEK ORTAMDA TEST	
EDİLMESİ	133
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	199
KAYNAKLAR	205
EKLER	215
ÖZGEÇMİŞ	225

KISALTMALAR

SMED	: Bir Dakikada Kalıp Değişirme (Single Minute Exchange of Die)
TPM	: Toplam Üretken Bakım (Total Productive Maintenance)
5S	: Endüstriyel Düzen ve Temizlik
TKY	: Toplam Kalite Yönetimi
TZÜ	: Tam Zamanında Üretim
OEE	: Toplam Donanım Etkinliği (Overall Equipment Effectiveness)
C/T	: Çevrim Süresi (Cycle Time)
VA	: Katma Değerli Süre (Value Added Time)
L/T	: Temin Süresi (Lead Time)
FIFO	: İlk Giren İlk Çıkar (First In First Out)
SECI	: Sosyalleştirme, Dışsallaştırma, Birleştirme, İçselleştirme (Socialization, Externalization, Combination, Internalization)
CKO	: Bilgi Yönetimi Sorumlusu (Chief Knowledge Officer)
PUKÖ	: Planla, Uygula, Kontrol Et, Önlem Al
FR	: Fonksiyonel İhtiyaçlar (Functional Requirements)
DP	: Tasarım Parametresi (Design Parameter)
CA	: Müşteri İhtiyaçları (Customer Appetites)
PV	: Süreç Değişkenleri (Process Variables)
MRP	: Malzeme İhtiyaç Planlaması (Materials Requirement Planning)
MRPII	: Malzeme Kaynak Planlama (Manufacturing Resource Planning)
CAPP	: Bilgisayar Destekli Süreç Planlama (Computer Aided Process Planning)
PSL	: Süreç Özellik Dili (Process Specification Language)
PLM	: Ürün Yaşam Çevrimi Yönetimi (Product Lifecycle Management)
CIM	: Bilgisayar Bütünleşik İmalat (Computer Integrated Manufacturing)
AHP	: Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytical Hierarchy Process)
CEE	: Hücresel Donanım Etkinliği (Cellular Equipment Effectiveness)
ITS	: İmalat Temin Süresi
CONWIP	: Sabit Süreç İçi Stok (Constant Work in Process)
MIT	: Massachusetts Institute of Technology
ERP	: Kurumsal Kaynak Planlaması (Enterprise Resource Planning)
MES	: Üretim Yürütme Sistemleri (Manufacturing Execution Systems)
CAM	: Bilgisayar Destekli İmalat (Computer Aided Manufacturing)
DPM	: Veri Koruma Yöneticisi (Data Protection Manager)
DÖF	: Düzeltici Önleyici Faaliyet

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 : Bilgi organizasyonu olma yolculuğu	17
Çizelge 1.2 : Bilgi sınıflandırması	19
Çizelge 1.3 : Bilgi bilançosu örnek kesit	27
Çizelge 1.4 : Bilgi birikimini oluşturan faktörlerin birbirini etkileme düzeyleri	28
Çizelge 1.5 : Danimarka Bilim, Teknoloji ve İnovasyon Bakanlığı bilgi bilançosu modeli	29
Çizelge 1.6 : Aksiyomlarla tasarım yaklaşımının farklı tasarım sahalarında kullanımı	31
Çizelge 3.1 : Servis düzeylerine göre servis düzeyi faktörleri	109
Çizelge 3.2 : Önem skalası	113
Çizelge 3.3 : Standart düzeltme değeri (RI)	115
Çizelge 3.4 : Tasarlanan bilgi bilançosu	128
Çizelge 3.5 : Yalınlık sermayesi göstergeleri	130
Çizelge 3.6 : Değerlendirme matrisi	131
Çizelge 4.1 : Süreç bilgileri	136
Çizelge 4.2 : Parça grupları listesi kesiti	142
Çizelge 4.3 : Parça grupları için 2008 yılı satış hacmi listesi kesiti	142
Çizelge 4.4 : Sunta esaslı mobilya ürün ailesine dahil parça grupları için yeniden düzenlenmiş işleme rotaları	149
Çizelge 4.5 : Sunta esaslı mobilya ürün ailesi makina listesi	150
Çizelge 4.6 : Bağlı taleplere göre hazırlanmış makinalar arası parça akışları	151
Çizelge 4.7 : Senaryo 1 akış türetme tablosu	153
Çizelge 4.8 : Senaryo 1 çok ürünlü akış hattı algoritma çalışması sonucu makina sıralaması	154
Çizelge 4.9 : Yeniden düzenlenmiş makina-parça matrisi	156
Çizelge 4.10 : Senaryo 2-Hücre1 için parça grupları işleme rotaları listesi	157
Çizelge 4.11 : Senaryo 2-Hücre2 için parça grupları işleme rotaları listesi	158
Çizelge 4.12 : Senaryo 2-Hücre1 parça akış tablosu	159
Çizelge 4.13 : Senaryo 2-Hücre1 akış türetme tablosu	159
Çizelge 4.14 : Senaryo 2-Hücre2 parça akış tablosu	160
Çizelge 4.15 : Senaryo 2-Hücre2 akış türetme tablosu	160
Çizelge 4.16 : Senaryo 2 çok ürünlü akış hattı algoritma çalışmasında belirlenen parça rotaları	161
Çizelge 4.17 : Senaryo 3 makina-parça matrisi	163
Çizelge 4.18 : Senaryo karşılaştırma tablosu	166
Çizelge 4.19 : Mevcut durum-gelecek durum yalınlık karşılaştırma tablosu	172
Çizelge 4.20 : Tedarik zinciri bölümü yalın ofis çalışma içeriği tablosu	173
Çizelge 4.21 : Hücre 1 mevcut durum üretim metrikleri	181
Çizelge 4.22 : Alternatif makinalar için Super Decisions yazılımı sonuçları	183
Çizelge 4.23 : Üretim ortamından toplanan maliyet verileri listesi	184

Çizelge 4.24 : Hücre 1’de üretilmesi planlanan parça grupları için hücrel yerleşim öncesi durum maliyet analizi tablosu	185
Çizelge 4.25 : Hücre 1’de üretilmesi planlanan parça grupları için hücrel yerleşim sonrası (ek makina yatırımı içeren) durum maliyet analizi tablosu..	186
Çizelge 4.26 : 2008-2009 bilgi bilançosu kesiti	196
Çizelge A.1 : Parça işleme rotaları.....	217
Çizelge B.1 : Değer akış haritası sembolleri	219
Çizelge C.1 : Yayın taraması	223

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Bilgi yönetimi süreci	3
Şekil 1.2 : U şekilli hücre yerleşimi	8
Şekil 1.3 : Toplam donanım etkinliği	10
Şekil 1.4 : Heijunka kutusu	11
Şekil 1.5 : Çekme sistemi	11
Şekil 1.6 : Örnek değer akış haritası	14
Şekil 1.7 : Bilgi yönetiminin 1950’lerden bu yana gelişimi	16
Şekil 1.8 : Bilgi çerçevesi	18
Şekil 1.9 : 10 adımlı bilgi yönetimi yol haritası	18
Şekil 1.10 : CEN/ISSS bilgi yönetimi modeli	22
Şekil 1.11 : 8+3 bilgi yönetim modeli	23
Şekil 1.12 : Federal Almanya Ekonomi ve İş Bakanlığı bilgi bilançosu modeli	26
Şekil 1.13 : Bilgi bilançosu balon diyagramı	28
Şekil 1.14 : Avusturya bilgi bilançosu modeli	29
Şekil 1.15 : Tasarım için bilgi sahaları	30
Şekil 1.16 : Zikzak ile ayrıştırma	32
Şekil 3.1 : Çalışmanın genel çerçevesi	55
Şekil 3.2 : Çalışmanın ana adımları	56
Şekil 3.3 : Yalın dönüşümde bilgi yönetim sistemi tasarımının ayrıştırılması	59
Şekil 3.4 : Yalın dönüşümde bilgi yönetim sistemi tasarımında fonksiyonel ihtiyaçlar ve tasarım parametrelerinin ayrıştırılması (FR1n-DP1n)	60
Şekil 3.5 : FR ve DP ayrıştırması (FR12n-DP12n)	65
Şekil 3.6 : FR ve DP ayrıştırması (FR13n-DP13n)	67
Şekil 3.7 : FR ve DP ayrıştırması (FR14n-DP14n)	69
Şekil 3.8 : FR ve DP ayrıştırması (FR15n-DP15n)	72
Şekil 3.9 : Dört tip parça akışı	76
Şekil 3.10 : FR ve DP ayrıştırması (FR1512n-DP1512n)	81
Şekil 3.11 : FR ve DP ayrıştırması (FR15122n-DP15122n)	84
Şekil 3.12 : FR ve DP ayrıştırması (FR151221n-DP151221n)	87
Şekil 3.13 : Esnek sistemler ile bir plana dayalı sistemlerin karşılaştırılması	88
Şekil 3.14 : FR ve DP ayrıştırması (FR15123n-DP15123n)	91
Şekil 3.15 : FR ve DP ayrıştırması (FR151233n-DP151233n)	93
Şekil 3.16 : FR ve DP ayrıştırması (FR1512331n-DP1512331n)	95
Şekil 3.17 : FR ve DP ayrıştırması (FR1512332n-DP1512332n)	97
Şekil 3.18 : FR ve DP ayrıştırması (FR151234n-DP151234n)	99
Şekil 3.19 : Yalın dönüşümde bilgi yönetim sistemi tasarımının ayrıştırılması	102
Şekil 3.20 : Yalın düşünce esaslı yatırım planlama algoritması	106
Şekil 3.21 : Değer akış ömrüne bağlı duyarlılık analizi örneği	111
Şekil 3.22 : Yeni makina seçim kararı için AHP modeli	117
Şekil 3.23 : Tasarlanan bilgi yönetim modeli	120
Şekil 3.24 : Hatalı ürün balık kılçığı diyagramı	122

Şekil 3.25 : CNC makinası arızası için kök neden analizi	123
Şekil 3.26 : Hattı durdurmanın işletme performansına etkisi	124
Şekil 3.27 : Örtülü sorunu açığa çıkarmak için andon sistemi prosedürü.....	125
Şekil 3.28 : Yalın sermaye göstergeleri bilgi haritası	127
Şekil 3.29 : Yalın dönüşümde bilgi yönetim sistemi geri besleme mekanizması	132
Şekil 4.1 : Eğitim salonu, eğitim katılımcı ve başarı listeleri	139
Şekil 4.2 : Eğitim değerlendirme formu.....	140
Şekil 4.3 : Ürün aileleri için pareto analizi	141
Şekil 4.4 : Sunta esaslı mobilya ürün ailesine ait parça aileleri pareto analizi	141
Şekil 4.5 : Hücresel yerleşim öncesi mevcut durum fabrika yerleşim planı	143
Şekil 4.6 : Mobilya üretimi hücresel yerleşim öncesi spagetti diyagramı	144
Şekil 4.7 : Genç odası sunta esaslı mobilya ürün ailesi hücresel yerleşim öncesi mevcut durum değer akış haritası	146
Şekil 4.8 : Folly parça ailesi hücresel yerleşim öncesi değer akış haritası	147
Şekil 4.9 : Hücre içi hareketler.....	151
Şekil 4.10 : Senaryo 1 makina yerleşim planı.....	155
Şekil 4.11 : Senaryo 2 makina yerleşim planı.....	162
Şekil 4.12 : Senaryo 3 makina yerleşim planı.....	164
Şekil 4.13 : Hücre öncesi durum	165
Şekil 4.14 : Hücre sonrası durum	165
Şekil 4.15 : Mobilya üretimi hücresel yerleşim sonrası spagetti diyagramı	166
Şekil 4.16 : Senaryo 4-Hücre 1 iş akışı diyagramı.....	167
Şekil 4.17 : Senaryo 4-Hücre 2 iş akışı diyagramı.....	167
Şekil 4.18 : Senaryo 4-Hücre 3 iş akışı diyagramı.....	168
Şekil 4.19 : Senaryo 4-Kavis hücresi iş akışı diyagramı.....	168
Şekil 4.20 : Hücresel üretim sonrası planlanan fabrika yerleşim planı.....	169
Şekil 4.21 : Senaryo 4-Hücre 1 gelecek durum değer akış haritası	171
Şekil 4.22 : Yurt içi siparişler için mevcut durum değer akış haritası	174
Şekil 4.23 : Tedarik zinciri planlama süreç akış şeması örneği	175
Şekil 4.24 : Üretim ve tedarik planlama takımı mevcut durum değer akış haritası ..	178
Şekil 4.25 : Super Decisions programında hazırlanan AHP modeli ekranı	182
Şekil 4.26 : Super Decisions programında AHP modeli uygulama sonucu ekranı..	183
Şekil 4.27 : Makina ekonomik ömrüne bağlı duyarlılık analizi.....	187
Şekil 4.28 : Çalışanın çok fonksiyonluluk oranı için örnek çizelge.....	189
Şekil 4.29 : Örtülü sorunu açığa çıkarmak için Andon sistemi uygulaması	190
Şekil 4.30 : Örtülü sorunu açığa çıkarmak için kök neden analiz formu.....	190
Şekil 4.31 : A3 formu örneği.....	191
Şekil 4.32 : Kaizen bülteni	192
Şekil 4.33 : Görsel pano uygulaması.....	192
Şekil 4.34 : Kaizen hediyeleri	193
Şekil 4.35 : Bilgi işlem network topolojisi.....	194
Şekil 4.36 : Bilgi işlem ağ mimarisi.....	195
Şekil 4.37 : Yalın çalışma grubu proje odası (Oobeya)	195
Şekil 4.38 : Kaizen formu panosu	196
Şekil 4.39 : Yeni gelecek durum akış planlaması çalışması	197

SEMBOL LİSTESİ

T_p	: İşlem Süresi
T_{su}	: Hazırlık Süresi
T_o	: İşleme Süresi
C_m	: Malzeme Maliyeti
C_o	: Makina ve İşgören Sisteminin Birim Zaman Maliyeti
C_{no}	: İşleme Dışı Maliyetler
n_m	: İş Parçasının Tamamen İşlem Görmesi İçin Geçmesi Gerekli Olan İşlem Sayısı
i	: İşlem Numarası
v	: İç Verim Oranı
s	: Depolama Oranı
h	: Elde Bulundurma Maliyet Oranı
SM	: Süreç İçi Stok Elde Bulundurma Maliyeti
SS	: İş Parçasının Süreç İçi Stok Miktarı
g	: Güvenilirlik Faktörü
D	: İş Parçasının Talebi
TSM	: Tampon Stok Elde Bulundurma Maliyeti
GSM	: Güvenlik Stoku Elde Bulundurma Maliyeti
GS	: Güvenlik Stoku Miktarı
k	: Servis Düzeyi Faktörü
σ_D	: Talebin Standart Sapması
p	: Standart Sapmanın Zaman Aralığı
TM	: Makina Yatırım Maliyeti
d	: Makinanın Düzgün Günlük Maliyeti
T	: Makinanın Şimdiki Değeri
e	: Makinanın Ekonomik Ömrü
c	: Yıllık Çalışma Günü Sayısı
TS	: Taşıma Maliyeti
t	: Birim Taşıma Maliyeti
l	: Taşıma Mesafesi
f	: Taşıma Frekansı
a	: Parça Grubu
y	: Yatırım Yapılacak Makina Sayısı
λ	: Temel Değer
W	: Öncelik Vektörü
CR	: Tutarlılık Oranı
CI	: Tutarlılık Göstergesi
RI	: Standart Düzeltme Değeri

YALIN DÖNÜŞÜMDE BİLGİ YÖNETİM SİSTEMİ

ÖZET

Dünyadaki teknolojik gelişmeye paralel olarak artan rekabet ortamında, üretim sistemlerinin sürekli artan değişime cevap verecek şekilde tasarlanması gerekmektedir. Yapılan çalışmada amaçlanan, üretim sisteminin performansını sürekli iyileştirmek amacıyla hem yalın üretim tekniklerinin hem de bilgi yönetiminin birlikte uygulanacağı bir sistem tasarlamak ve uygulamaktır. Yalın üretim, üretime yük getiren israflardan arınmayı hedef alan bir yaklaşımdır. Bilgi yönetimi, bilginin doğru yönlendirilmesi ile üretkenliğin sağlanması için gereklidir. Yalın dönüşümde bilgi yönetim sistemi tasarımı, literatürde yeni bir ana başlık olarak görülmektedir. Üretim sisteminde, bilgiyi yönetmeden önce israfları yok etmek veya azaltmak gerekir. Gerçek gelişme bu şekilde sağlanır. Aksi takdirde israfları otomatikleştirmiş ve bilgisayarlaştırmış olabiliriz. Bu sebeple öncelikli olarak tüm sistemde yalın dönüşümün gerçekleştirilmesine başlanmasının ardından, bilgi yönetimi sistemi planlanmalı ve uygulamaya alınmalıdır.

Yalınlaşmayı hedefleyen kuruluşlar, gerekli bilgiyi yönetmekle sistemin devamlılığını ve gelişimini sağlayabileceklerdir. Bu amaçla, tüm sistemde ve üretim süreçlerinde planlanan düzenlemelerde, fonksiyonel ihtiyaçlar ve tasarım parametreleri arasındaki ilişkilerin belirlendiği Aksiyomlarla Tasarım yaklaşımının kullanılması kararlaştırılmıştır. Sistematik tasarım adımlarında sistemin yalınlaştırılması ve bilginin yönetilmesi ile tasarımdaki bilgi sahalarının oluşturulup tüm sistemin modellenmesi planlanmıştır. Aksiyomlarla tasarım modelinde, yalın üretim ilkeleri ve bilgi yönetimi altyapısının bileşenleri ile bilgi süreçleri arasındaki ilişki matrisleri oluşturulmaya çalışılmıştır.

Önerilen metodolojiye uygun olarak, hücreli veya melez üretim sistemi yerleşimi perspektifi ile üretim ortamının düzenlenmesinde yalın düşünce esaslı yatırım planlama yaklaşımı için bir algoritma oluşturulmuştur. Yapılan çalışmanın değer akışına odaklanması sebebiyle maliyet analizi için temin sürelerinin maliyeti esas alınmıştır. Yalın düşünce esaslı yatırım planlamasında, alternatif makinalar arasında değerlendirme için makinanın ekonomik ömrüne bağlı olarak bir duyarlılık analizi çalışması yapılması hedeflenmiştir. Yalın düşünce esaslı yatırım planlama algoritmasına göre yeni makina alım kararı verildiği zaman, karar faktörlerinin belirlenmesi ile birlikte alternatif makinaları kendi aralarında bu faktörlere göre karşılaştırarak en uygun makinanın seçilmesinde, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) kullanılmasına karar verilmiş ve bunun için bir model düşünülmüştür.

Bu çalışmada yalın üretim araçları kullanılarak geliştirilecek bir üretim sisteminde bilginin yönetimi ile bilgiye dayalı bir performans geliştirme sisteminin kurulması hedeflenmiştir. Bu çalışmada tasarlanan bilgi yönetim modelinde genel bir dış çerçeve içinde işletme sermayesinin unsurları yer almaktadır. Bu çalışmadaki en önemli yenilik “Yalın Sermaye” kavramıdır. Yalın Sermaye kavramı ile kastedilen yalın düşünce uygulamaları sonucunda israflardan kurtularak yeniden kazanılmış

olan ve işletmenin ekonomik değer yaratmada kullanacağı kaynaklardan doğacak fırsat sermayesidir.

Üretimde örtülü sorunların kaynağını, nedenlerini ve çözüm yollarını araştırmak bizi örtülü bilgiye ulaştıracaktır. Üretimin yalınlaştırılmasında kurulacak olan üretim hücrelerinde örtülü sorunların nedenlerini kolayca bulacak ortam yaratabilmenin ön koşulu, kesişmeyen rotalı bir plana dayalı çalışan üretim sistemi kurmaktır. Üretim süreçlerinde meydana gelen aksamaları, hataları dolayısıyla örtülü sorunun varlığını daha görülebilir hale getirebilmek için tek parça veya küçük partilerle parça akışının uygulanması, organizasyondaki çalışanlar için örtülü kalmış sorunlar sebebiyle değerlendirilememiş bilginin üretimi ve yayılması için ortam yaratır. Örtülü bilginin açığa çıkması için ortam yaratılmasının bir diğer yolu işgören rotasyonudur. İşgören rotasyonu, örtülü sorunların çalışanlarca öğrenme periyodunda ortaya çıkarılmasını sağlar.

Üretim sürecindeki sorunların ortaya çıkarılması hem sorunun kaynağının anlaşılması hem de çözülmesi için fırsat sağlar. Bu sebeple, “Andon sistemi” kurulması ve buradan gelecek sorunlar için kök neden analizlerinin kullanılarak çözümün araştırılmasıyla örtülü bilgiye ulaşılması planlanmıştır. Üretimde kurulacak Andon sisteminde akışın ne şekilde gerçekleşeceği tasarlanan prosedürde açıklanmıştır.

İşletmede örtülü bilgi yalnızca üretim süreçlerinde değil aynı zamanda üretimi destekleyen ofis süreçlerinde de mevcuttur. Ofis ortamlarındaki en büyük sıkıntı, çoğu zaman yapılan işin görünür olmamasıdır. Ofis ortamlarındaki örtülü bilginin açığa çıkarılması için görsel yönetim uygulanmalıdır. İşletmelerde örtülü bilginin ortaya çıkarılmasının yaygınlaştırılması teşvik prosedürleri ile sağlanabilir. Bu çalışmada tasarlanan bilgi bilançosunun hazırlanması için öncelikle işletmenin durumunun belirlenmesi ve ölçülmesi gerekmektedir. Bilgi yönetimi aktivitelerinin temelinde organizasyonel başarı için bilgi varlığından maksimum faydayı sağlamak hedeflenmektedir. Tasarlanılan değerlendirme matrisi, işletme sermayesi göstergelerinin işletme birimleri bazında durumlarını ve öncelikli geliştirme planlarını kapsamaktadır. Bu tasarım, uygulayıcılar için analiz ve karar verme aşamalarında yönlendirici bir rehber olarak düşünülmüştür. Çalışmada ayrıca, geri besleme mekanizması yol haritası sunulmuştur.

Uygulama çalışması, kuruluş amacını 0-24 yaş grubuna özel genç odası mobilya ve aksesuarları üretmek olarak belirleyen bir fabrikada başlamıştır. Uygulama çalışmasında tüm sistem, tasarlanan model kullanılarak yeniden düzenlenmiş, gerekli analizler yapılarak makina yatırımları yapılmış ve hücreler kurulmuştur. Bilgi yönetimi çalışmalarına başlanmış ve Bilgi Bilançosu’ndan elde edilen veriler ışığında sistem geri besleme mekanizması ile geliştirilmesi gereken göstergeler üzerine iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. Uygulama çalışması ile tasarlanan modelin uygunluğu test edilmiştir.

KNOWLEDGE MANAGEMENT SYSTEM AT LEAN CONVERSION

SUMMARY

In the increasingly competitive environment parallel to technological developments in the world, production systems must be designed respond to continuously increasing change. Aim of the study is to design and implement a system, applying both lean manufacturing techniques and knowledge management for the purpose of continuously improving performance of the production system. Lean manufacturing is an approach aimed to eliminate wastes in production. Knowledge management is necessary for ensuring productivity with directing the knowledge correctly. Design of knowledge management system at lean conversion seems to be a new title in the literature. In production system, wastes should be eliminated or reduced before managing knowledge. Real progress is achieved in this way. Otherwise, wastes might have been automated and computerized. For this reason, knowledge management should be planned and implemented following the initially start of lean conversion at the whole system.

Organizations targeting to be lean will be able to provide the continuity and development of the system by managing the necessary information. For this purpose, Axiomatic design approach, determining the relationship between functional requirements and design parameters, has been agreed to use in the planned arrangements in whole system and production processes. In systematic design stages, modeling of the entire system by structuring of the knowledge field in design was planned with creating lean system and managing information. In axiomatic design model, relationship matrixes between the information processes has been tried to construct with lean manufacturing principles and the components of knowledge management infrastructure.

In accordance with the proposed methodology, an algorithm has been created for lean thinking based investment planning approach at regulation of the production environment with the perspective of cellular or hybrid manufacturing system layout. Cost of lead time was based for cost analysis because of the proposed study is focused on value stream. At lean thinking based investment planning, making a sensitivity analysis depending on economic life of machine was aimed for assessment between alternative machines. When a new machine investment decision has been taken according to lean thinking based investment planning algorithm, Analytical Hierarchy Process (AHP) was decided to use in the selection of the most appropriate machine by the determination of decision factors and comparing the alternative machines between themselves with respect to these factors, and for this, a model was considered.

At this study, establishment of a performance development system, based on knowledge at production system developed by using lean manufacturing tools, was targeted with managing knowledge. In the knowledge management model designed in this study, business capital elements are included in an overall outer frame. The most important innovation in this study is the concept of “Lean Capital”. Lean

capital is meant as an opportunity capital arising from the recycled resources used to create economic value as a result of lean thinking applications for eliminating waste.

Investigating the sources, the causes and the solutions of tacit problems in production reach us to tacit knowledge. The pre-condition of creating a production environment to find the causes of the problems easily in production cells, established at lean manufacturing, is implementing a production system, working based on a non-crossing route production plan. Implementation of one piece flow or small party flow for making more visible the disruptions, the errors and the existence of implicit problems in production processes creates an environment to generate and to spread knowledge, not used because of implicit problems, for employees in the organization. The other way of creating an environment to find tacit knowledge is employee rotation. Employee rotation allows finding tacit problems during the learning period by employees.

To reveal problems in the production process provides an opportunity both to understand the sources of problem and to solve it. For this reason, to establish of Andon system and also to reach the tacit knowledge by investigation of solution with using root cause analysis for the problems coming from Andon system were planned. How the flow will take place in Andon system installed in production was explained in the designed procedure.

Tacit knowledge is included not only in the production processes but also the office processes supporting the production. The biggest problem in the office environment is the invisible works. The visual management should be applied to reveal of tacit knowledge in office environments. Expanding to reveal of tacit knowledge in business procedures are provided by the incentive procedures. The determination and measurement of the status of organization are necessary primarily for the preparation of the designed intellectual capital statement in this study. Providing the maximum benefit from the information assets for organizational success is targeted on the basis of knowledge management activities. The designed evaluation matrix comprises the status and the priority development plans of the business capital indicators based on business units. This design was considered as a guide for practitioners at the analysis and decision-making stages. In addition, the feedback mechanism road map was presented in this study.

Application study was started in a factory producing young room furniture and accessories for the 0-24 age group. In application study, the entire production system was redesigned using the designed model, new machine investments were made by making necessary analysis and the cells were established. Knowledge management activities have been started and improvement plans have been carried out on the indicators, necessary to develop with the system feedback mechanism in light of the data obtained from the intellectual capital statement. The compatibility of the designed model has been tested with application study.

1. GİRİŞ

Günümüzde üretim yapan firmaların farklılaşan ve çeşitlenen müşteri isteklerine hızlı cevap verme zorunluluğu ile artan rekabet ortamında varlıklarını devam ettirebilmeleri için etkin bir şekilde yönetilmeleri gerekmektedir. Bu durum, firmaların sürekli olarak gelişmelerini gerektirir. Bu çalışmada önerilen tasarım metodolojisi, üretim sisteminde hem sistemi yalınlaştıracak, hem de sistemdeki bilginin yönetilmesini sağlayacak bir model kurulmasını amaçlamaktadır.

Fonksiyonel yerleşim veya montaj hatlarına göre düzenlenmiş geleneksel üretim sistemleri ölçek ekonomisi ilkesine dayanmaktadır. Geleneksel üretimde, üretilen ürünün birim üretim maliyetini düşürmek için büyük parti üretimi yapılması hedeflenmektedir. Bunun yanında, süreç içi stokların fazlalığı geleneksel üretim sistemlerinin karakteristiğidir. Büyük parti üretimi ve esnek olmayan süreçlere alternatif olarak Toyota üretim sistemi esas alınmış ve geçmiş yıllarda uygulanmaya başlanmıştır. Toyota üretim sistemi ilkelerinin uygulanması, yalın düşüncüyü ve yalın üretimi doğurmuştur (Sullivan ve diğ., 2002; Womack ve Jones, 1996).

Yalın üretim, üretime yük getiren israflardan arınmayı hedef alan bir yaklaşımdır. Yalın üretimde emek yoğun üretim ile seri üretimin üstün yönleri bir araya getirilmiştir. Yalın üretimin hedefi, hızı artırıp akış süresini azaltarak kalite, maliyet, teslimat performansını aynı anda iyileştirmektir. Yalın üretim müşteri ihtiyaçlarını karşılamak için malzeme ve bilgiyi dönüştüren, katma değer yaratan faaliyet ile zaman ve kaynak kullanan ancak katma değer yaratmayan faaliyeti ayırt eden bir üretim sistemidir (Özkan, 2001). Yalın üretimin ekonomik faydaları; düşürülmüş temin süresi, yüksek ürün çıktısı, daha az alan ihtiyacı ve düşük süreç içi stoku içerir (Liker, 1998).

Yalın üretim, müşteri olarak bir önceki süreçten değeri çekmeye odaklanır. Değer akışı, değer yaratmayan adımların ayıklanmasıyla tanımlanır ve böylece ürünün müşteriye doğru akışı sağlanır. Değer akış haritalama tekniği ile tüm üretim süreci görselleştirilerek israflar belirlenir (Womack ve Jones, 1996).

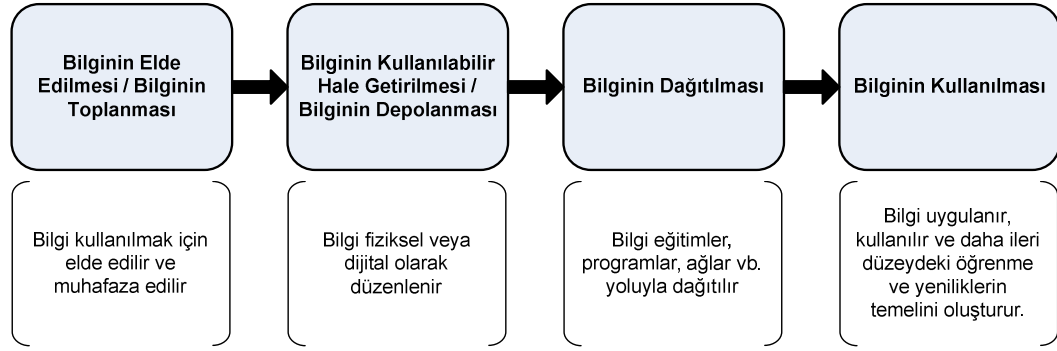
Yalın üretim sadece teknikler veya ilkeler kümesi değildir, üretime yeni bir bakıştır (Housmand ve Jamshidnezhad, 2002). Yalın üretim, ürün odaklı üretim kaynaklarını bir arada bulunduran, üretim süreleri ve süreç içi stokun kontrol altında tutulduğu üretim hücrelerinin kurulmasına sebep olmuştur. Hücre oluşturulmasının amacı, israflardan kurtularak yüksek kaliteli ve düşük maliyetli ürün üretilmesinde kesintisiz akışın sağlanmasıdır (Liker, 1998).

Dünyadaki teknolojik gelişmeye paralel olarak artan rekabet ortamında, üretim süreçlerinde ortaya çıkan yeni bilgiyi paylaşmak ve üretimde bilgiyi yönetmek kaçınılmaz olacaktır. Bunun için öncelikle bilgi ve bilgi yönetiminin ne olduğunu tanımlamak gerekir.

Sözlük anlamıyla bilgi, öğrenme, araştırma ve gözlem yoluyla elde edilen her türlü gerçek ve kavrayışın tümüdür. Bilgi çok farklı şekillerde tanımlanmaktadır. Bilgi doğruluğu ispatlanmış inançlardır (Nonaka ve Takeuchi, 1995). Firestone (2001a ve 2001b)'a göre bilgi yönetimi, işletmenin bilgi tabanının üretilmesi, muhafaza edilmesi, geliştirilmesi ve nakledilmesi için temel bilgi süreçlerine katılan birimlerin, unsurların ve faaliyetlerin yönetilmesini (yönlendirme, organize etme, kontrol etme, planlama) amaçlayan, katılımcı birimler yoluyla insan sermayesine dayanan birimler arasındaki sürekli ve bir amaca hizmet eden ilişkiler ağıdır.

Bilgi yönetimi, “ne” sorusu yerine “nasıl” ve “niçin” sorularına odaklanarak, bilginin doğru yönlendirilmesi ve üretkenliğin sağlanmasıdır. Martensson (2000), bilgi yönetim sürecini Şekil 1.1’de verildiği gibi ifade etmiştir. Diğer bir ifadeyle bilgi yönetimi; her türlü bilginin üretilmesi, transfer edilmesi, hazır bilgiye erişim, erişilmiş bilgilerin kolaylıkla yayılması ve ihtiyaçlar doğrultusunda kullanılmasını sağlayan bir işkoludur (Wang ve Ariguzo, 2004). Bilgi yönetimi, üç temel unsuru içermektedir: insanlar, süreçler ve teknoloji.

Jarrar (2002)’a göre ise bilgi yönetiminin amacı, (1) rekabet gücünün artmasına katkıda bulunmak; (2) karar almayı etkinleştirmek ve zaman israfını önlemek; (3) müşterilere yönelik sorumluluğu artırmak; (4) çalışanların bilgi depolamalarını önlerken bilgiyi paylaşmalarını teşvik etmek; (5) bilginin ve paylaşmanın değerini artırarak çalışanlar arasındaki desteği ve yardımlaşmayı güçlendirmek; (6) çalışanların ve yürütülen faaliyetlerin verimli olmasını sağlarken ürün ve hizmetlerin kalitesini yükseltmek ve (7) yenilik ve icatları teşvik etmektir.



Şekil 1.1 : Bilgi yönetimi süreci (Martensson, 2000).

Bilginin farklı kaynaklara göre birçok sınıflandırılması mevcuttur. Bilgi sınıflandırmalarından en yaygın kullanılanı Japon teorisyen Nonaka'nın kaynağına göre kayıtlı (açık) bilgi ve örtülü bilgi sınıflamasıdır. Açık bilgi, tüm çalışanların ulaşabileceği şekilde kullanıma hazır, belli formatta kaydedilmiş bilgidir (Dinçmen, 2010; Nonaka ve Takeuchi, 1995). Örtülü bilgi, çalışanların kayda geçmemiş, kendi deneyimleri ve sezgileri ile zaman içinde oluşturdukları, iş becerileri ve davranışlarını etkileyen bilgileridir. İşletmeler örtülü bilgilerini açık bilgiye dönüştürerek yaygınlığını sağladıkları ölçüde rekabet üstünlüğü sağlarlar (Dinçmen, 2003; Dinçmen, 2010).

Yalınlaşmayı hedefleyen kuruluşlar, gerekli bilgiyi açığa çıkarmak, yaymak ve yönetmekle sistemin devamlılığını ve gelişimini sağlayabileceklerdir. Bu amaçla, tüm sistemde ve üretim süreçlerinde planlanan düzenlemelerde, fonksiyonel ihtiyaçlar ve tasarım parametreleri arasındaki ilişkilerin belirlendiği aksiyomlarla tasarım yaklaşımının kullanılması kararlaştırılmıştır.

Günümüzde üretim sistemleri üretkenlik, kalite ve maliyet ihtiyaçlarının hepsini karşılamak durumundadır. Üretim sistemleri, iş çevrelerindeki sürekli artan değişime cevap verecek şekilde tasarlanmalıdır. Suh (1990) tasarımı, ürün, süreç, sistem için çözüm yaratırken fonksiyonel ve fiziksel ihtiyaçların haritalanması olarak tanımlamıştır. Bir tasarım yaklaşımı olan Aksiyomlarla Tasarım, tasarım problemlerinin çözümünde etkin bir çerçeve sunmaktadır. Bu çalışmada, yalın dönüşümde bilgi yönetim sistemi tasarlanması amaçlanmaktadır. Bu sistem tasarlanırken aksiyomlarla tasarım yaklaşımından yararlanılacaktır.

Yapılan çalışmanın temelinde, üretim sisteminin performansını artırmak amacıyla yalın üretimin uygulandığı bir ortamda, sadece israflardan arınma ve değer akışına odaklanmanın yeterli olmayacağı, aynı zamanda sistemdeki bilgi akışının da

yönetilmesi gerektiği öngörülmektedir. Tasarlanan aksiyomlarla tasarım modelini destekleyen ve sistemdeki örtülü-açık bilginin yönetilmesine yardımcı olan bilgi yönetimi araçlarında (bilgi bilançosu, bilgi haritası, vb.) kullanılması gerekmektedir.

1.1 Tezin Amacı

Çalışmanın amacı, yalınlaşma odaklı gelişmeye karar vermiş olan kuruluşlarda başarıyı tam anlamıyla yakalamaya yönelik, bilgi yönetimi ilkelerinin göz önüne alındığı bütünlük bir model kurmaktır. Bunun için de aksiyomlarla tasarım yaklaşımını esas alan bir model oluşturulmaya çalışılacaktır. Aksiyomlarla tasarım yaklaşımının temel alınmasının nedeni, bilimsel bir yaklaşım ile tasarımın etkinliğinin artırılması ve insan hatalarının azaltılmasıdır. Yapılan literatür araştırması sonucuna göre, daha önce yapılmış olan çalışmalarda yalın üretimde bilgi yönetim sistemi tasarımını aksiyomlarla tasarım yaklaşımı kullanarak modelleyen bir çalışmaya rastlanamamıştır. Dolayısı ile yalın dönüşümde bilgi yönetim sistemi tasarımı, literatürde yeni bir ana başlık olarak görünmektedir.

Bu çalışmada aksiyomlarla tasarım yardımıyla yalın dönüşümde bilgi yönetim sistemi tasarımına yönelik ayrıntılı bir metodoloji geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Uygulamada, değer akışı haritası, bilgi bilançosu gibi araçlardan da faydalanılması planlanmıştır.

1.2 Yalın Üretim Sistemi

1920 yılına kadar dünyada emek yoğun üretim yöntemi uygulanmıştır. I. Dünya Savaşı'ndan sonra Amerika'da, Henry Ford otomotiv sektörünü emek yoğun üretimden seri üretime dönüştürdü. II. Dünya Savaşı'ndan sonra 1950'li yıllarda Japonya'da Toyota Motor Şirketi'nden E. Toyoda ve Taiichi Ohno, Amerika'daki otomotiv sektörü ile rekabet edebilmek için yalın üretim sisteminin temellerini atmışlardır. Taiichi Ohno'nun öncülüğünde Tam Zamanında Üretim geliştirilerek fazla üretimi kontrol altında tutacak Toyota Üretim Sistemi haline getirilmiştir (Holweg, 2007).

1980'lerdeki petrol krizinde Japonlar'ın rekabette daha iyi durumda olduklarını fark eden Avrupalı ve Amerikalı şirketler Toyota üretim sistemi ile ilgilenmeye

başlamışlardır. Böylece Amerika’da MIT’deki International Motor Vehicles Program’da görevli araştırmacılar, Toyota üretim sistemi felsefesini ve uygulamalarını araştırmaya başladılar. Böylece Womack, Jones, Roos ve Krafcik gibi araştırmacılar “Yalın Üretim” terimini ortaya atmış ve Toyota üretim sistemi üzerine yoğunlaşmışlardır (Holweg, 2007). Toyota üretim sisteminin yaygın bir şekilde tanınmasında Womack ve diğ., (1990) tarafından yayınlanan “Dünyayı Değiştiren Makina” kitabının büyük katkısı olmuştur.

Toyota üretim sistemi, sıfırlardan oluşan bir üretim temelidir. Bunlar; sıfır müşteri memnuniyetsizliği, sıfır üretim fazlası, sıfır bekleme, sıfır taşıma, sıfır süreç içi stok, sıfır hata, sıfır kontrol, sıfır hareket israfıdır. Yalın dönüşümde hedeflenen, israflardan arındırılmış süreçlerle değer yaratmaktır. İsrar ise değer oluşturmaksızın maliyete eklenen her şey olarak kabul edilmektedir. İsrafa örnek olarak hatalı üretim, fazla stoklar, gereksiz beklemler verilebilir. Sistemin temelinde müşteri memnuniyetini arttırırken, işlerin basitleştirilmesi, hataların önlenmesi ve maliyetlerin azaltılması yatmaktadır (Jackson ve Jones, 1996).

Yalın sistemin temel amacı müşterinin ihtiyaçlarını ve değer beklentisini anlayarak bunu yeni ürün/hizmet tasarımına ve mevcut sistemin değiştirilmesine aktarmaktır. Yalın dönüşümü gerçekleştirmek için çeşitli yalın araçları ve metotları kullanılmaktadır. Müşterinin değer tanımının anlaşılması, mevcut sistemde ürünler/hizmetler üretilirken değer yaratan süreçlerin oranını anlamak için önemlidir. Müşterinin değer tanımına göre mevcut süreçlerin görsel hale getirilmesi amacıyla değer akış haritaları çizilmeye çalışılmaktadır (Hobbs, 2004).

Yalın üretimde stok israfının önlenmesi için, çekme felsefesiyle üretimin bir sonraki adımının hangi miktarda ve ne kadar sürede üretileceği Kanban denilen kartlarla takip edilir (Bölüm 1.2.10). Sıfır hatayla çalışmak için iş standartlaşması, hata önleyici düzenekler (Poka–Yoke), 5S Kuralı (sınıflandırma, düzen, temizlik, standartlaşma, disiplin), sürekli iyileştirme (Kaizen: geri beslemeye dayanan düzeltici faaliyet) gibi uygulamalardan yararlanılır. Üretimde zaman israfının önlenmesi için tek parça akışı esas alınır. Bunun için makineler üretim sırasına göre yerleştirilir. Bu uyumu sağlamak için çoğunlukla U tipi yerleşim planı uygulanır. U tipi yerleşim planında hareket israfının azaltılması hedeflenmiştir. U tipi yerleşim planının getirmiş olduğu sorumluluk Jidoka, yani üretim hattında hata olması halinde durdurma yetkisinin sorumluya verilmesi ile pekiştirilmiştir. Müşterinin bekleme

sürelerini sıfırlamak için müşterinin talep ettiği ürünü, talep ettiği miktarda ve talep ettiği zamanda teslim etmekte Tam Zamanında Üretim temel alınmaktadır. Bunu yaparken de makinalarda siparişten önce ve fazla miktarda üretim yerine, müşterinin istediği kadar üretimin gerçekleştirilmesi için makinaların hazırlanmasında Hızlı Kalıp Değişirme (İng: Single Minute Exchange of Die, SMED) kullanılmaktadır. Makinaların bozulmamasını sağlamak, ömrünü uzatmak ve güvenlik için yapılan çalışmalarda Toplam Üretken Bakım (İng: Total Productive Maintenance, TPM) uygulanmaktadır (Özkan, 2001).

1.2.1 Endüstriyel düzen ve temizlik (5S)

5S kavramı Japonca'da Seiri (Sınıflandırma), Seiton (Düzen), Seison (Temizlik), Seiketsu (Standartlaşma) ve Shitsuke (Disiplin) kelimelerinin baş harflerinden oluşan ve iş ortamının düzenlenmesi faaliyetlerini kapsayan bir tekniktir (Monden, 1993).

Sınıflandırma, çalışılan alanda gerekli ve gereksiz malzemeleri ayıklayarak tasnif etmektir. Düzenleme, çalışma ortamından gereksiz şeylerin ayrılarak, gerekli olan her türlü donanımın kolayca erişilebilecek şekilde yeniden düzenlenmesidir. Temizlik, tertemiz bir çalışma ve yaşama alanı yaratmak amacıyla temel temizlik işlerinin yürütülmesidir. Standartlaştırma, iyi bir çalışma düzeni yaratmak ve bunu sürdürmek için yöntemler ve standartlar oluşturulmasıdır. Disiplin, önceki aşamalardaki sınıflandırma, düzenleme, temizlik ve standartlaştırmanın devamlı ve kalıcı olabilmesinde kurallara uyulması ve sürdürülmesi anlamındadır (Hirano, 1996).

1.2.2 Hata önleyici düzenekler (Poka-Yoke)

Poka-yoke, hataları yakalamak amacıyla tasarlanmış basit ve ucuz araçlardır. Bu araçlar işgörenin işini doğru yapmasını garantileyebileceği ve kolayca kullanabileceği şekilde süreçlere yerleştirilmektedir. Hata önleyici düzenekler, fiziksel, mekanik ve elektrikli olabilmektedir. Parçaya özel hazırlanmış fikstürler, renk kodlamaları, sensörler gibi birçok poka-yoke düzeneği kullanılabilmektedir. Yalın üretim sisteminde israfların, yeniden işleme ve hatalı parça üretiminin önüne geçilmesi amacıyla bu tür düzeneklerin kullanılması kaçınılmazdır (Feld, 2001).

1.2.3 Tek parça akışı

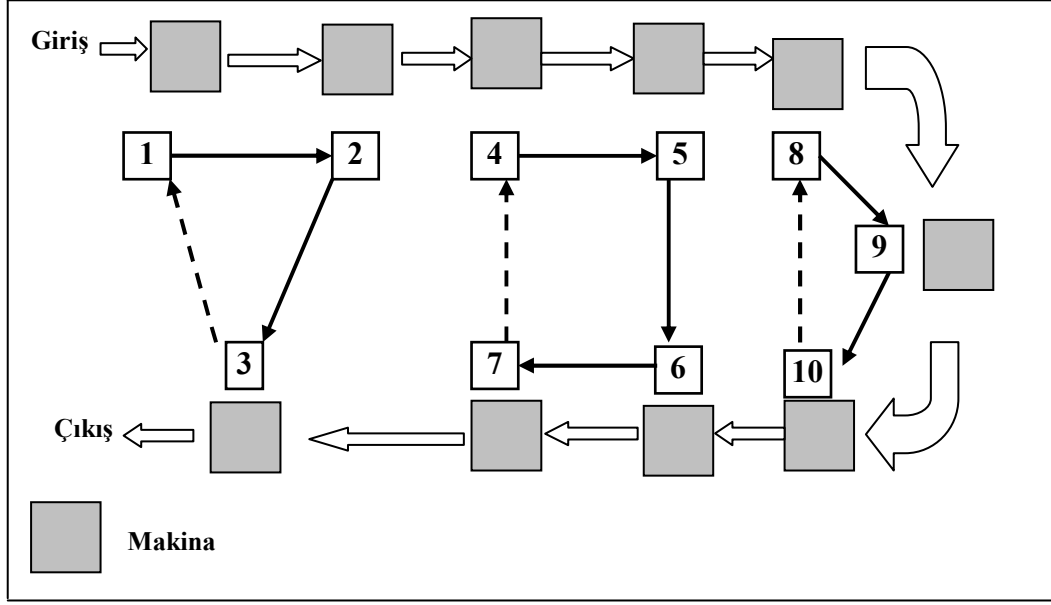
Yalın üretimde, işlenmekte olan parçaların makina önlerinde beklemesi bir başka deyişle stoklu üretim yapılması ve beklemelerin olması israf demektir. Yalın üretimin bekleme israfına bulduğu çözümlerden biri de, bir parçanın üretim rotasındaki tüm makinaların, parçaların işlenme sırasına göre birbiri ardına yerleştirilmeleri ve parçanın bir önceki süreçten bir sonraki sürece beklemeden geçmesidir (Yüksel, 2000). Parçaların, tasarım, sipariş alma ve imalat aşamalarındaki değişik süreçlerden birer birer ve ara vermeler, geri dönüşler ya da hurda olmaksızın ilerlemesine “tek-parça akışı” denilmektedir (Womack ve Jones, 1996).

1.2.4 Hücresel üretim sistemi

Hücre, benzer parça veya ürün ailelerinin işlem görmesi için birbirine yakın yerleştirilmiş iş istasyonlarının oluşturduğu gruptur (Hyer ve Wemmerlöv, 2002).

Hücresel üretim sistemleri ve diğer bir deyişle grup teknolojisi hücreleri, benzer işleme özellikleri olan ürün ailelerini üretmek için bir araya toplanmış makinalardan oluşan sistemlerdir. Hücre oluşturmaktaki amaç, müşteri tarafından istenilen ürünü üretme yeteneğine ve kapasitesine sahip makinaların bulunduğu bir çalışma ortamı yaratmaktır. Fonksiyonel yerleşim, makinaların işlevlerine göre gruplandıkları bir yerleşimdir. Buna karşın hücresel yerleşim, birbirine benzer parçaların üretiminde kullanılan makinaların gruplanması ile gerçekleştirilen yerleşim biçimidir. Fonksiyonel yerleşim düzeninde koordinasyon ve üretim çizelgeleme zorlukları, taşıma masrafları, bol miktarda süreç içi stok birikimi, aşırı uzun üretim temin süreleri, hataların nedenlerini ortaya çıkarma zorlukları, standartlaşmanın olmaması bu sistemin işlevselliğini azaltan sorunlardır (Durmuşoğlu, 2002).

Hücresel üretim sistemi, fonksiyonel düzenlemeye göre iş akışını basitleştirir. Burada, makinalar arasında stok biriktirmeden ve uzun taşıma israfından kurtularak üretmek hedeflenmektedir. Hücrelerin oluşturulması işgücünün esnek kullanımına yardımcı olur (Sule, 1994). En çok rastlanan hücre türü U şeklinde (Şekil 1.2) olanıdır.



Şekil 1.2 : U şekilli hücre yerleşimi (Monden, 1993).

1.2.5 Hazırlık süresi düşürme

Makina hazırlık süresi, en son üretilen kaliteli üründen, takip eden partideki ilk kaliteli ürüne kadar geçen süredir (Durmuşoğlu, 2000). Küçük partilerle üretim yapabilmek için hazırlık sürelerinin düşürülmesi gerekmektedir. Uzun hazırlık sürelerinden kaynaklanan fazla üretim ve beklemler, SMED (İng: Single Minutes Exchange of Die) çalışmaları ile tek haneli sürelere düşürülebilmektedir (Shingo, 1985).

Hazırlık sürelerinin düşürülmesi için içsel hazırlık (makina durdurularak gerçekleştirilebilen hazırlık) ve dışsal hazırlık (makina çalışırken gerçekleştirilebilen hazırlık) çalışmaları birbirinden ayrılmalı, içsel hazırlıklar mümkün olduğu kadar dışsal hazırlığa dönüştürülmeli ve ayar işlemleri ortadan kaldırılmaya çalışılmalıdır (Monden, 1993).

1.2.6 Toplam üretken bakım

Toplam üretken bakım, makinaların güvenilirliğinin sağlanması için işgören katılımı ile fiziksel varlıkların yönetimini kapsayan bir yaklaşımdır. Toplam üretken bakım üç gruptan oluşmaktadır (Campbell, 1995):

1. Bakım Mühendisliği: Arıza oluşmadan önlem almak amacıyla geliştirilen tekniklerdir. Bunlar, “Önleyici Bakım” (arızaya neden olabilecek sorunların bulunması), “Kestirimci ve Koşullu Bakım” (sabit bakım yerine makinanın

durumuna göre düzenlenmiş bakım faaliyetleri) ve “Üretken Bakım” (makinanın güvenilirliğinin ve kullanılabilirliğinin artırılması) olarak tanımlanabilir.

2. Toplam Kalite Yönetimi (TKY): Sıfır hatayı hedefleyen, sorunları ve hataları gidermeye odaklanmış katılımcı yönetim tarzıdır.

3. Tam Zamanında Üretim (TZÜ): Müşteri gözüyle ürüne değer katmayan tüm israfların ortadan kaldırılmasına yönelik üretimdir.

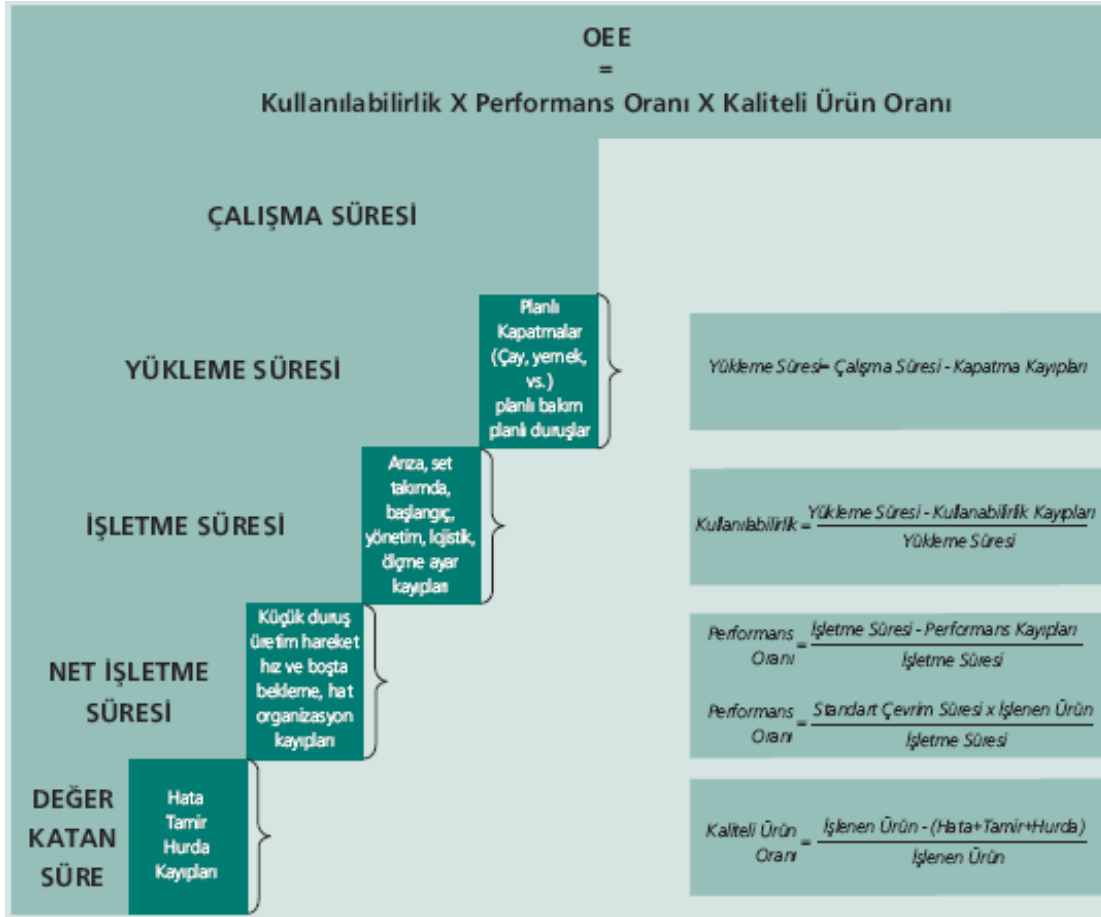
1.2.7 Toplam donanım etkinliği

Donanım etkinliği, donanımın üretime katma değerinin bir ölçüsüdür. Bu katma değer, kullanılabilirlik oranı, performans oranı ve kaliteli ürün oranlarının çarpımı olarak ifade edilebilir ve bu katma değerın yükseltilmesi donanımın verimliliğinin artması anlamına gelir (Şekil 1.3). Toplam Donanım Etkinliği (İng: Overall Equipment Effectiveness, OEE) ölçümü, donanım çalışmasının zaman, hız ve kalite faktörlerini içerir. Ekipmanın gerçek çalışma şartlarını tam ve hassas olarak belirtebilmek için kayıpların tümünü hesaba katmak gerekir (Ames ve diğ., 1995).

Kullanılabilirlik oranı, yükleme süresinin (günlük çalışma süresinden, arıza ve ölçü değişimleri gibi planlanmış boş sürenin çıkarılmasıyla elde edilen zaman), toplam yükleme süresine oranıdır (Ames ve diğ., 1995).

Performans oranı, donanımın çalışma hızını ifade eder. Kaydedilmiş küçük duruşların yanında günlük işlemler sırasında oluşan ayar kayıpları gibi kaydı tutulmayan kayıpları da hesaba katar (Ames ve diğ., 1995).

Kaliteli ürün oranı, üretimde üretilen hatasız ürünlerin ifadesidir (Ames ve diğ., 1995).



Şekil 1.3 : Toplam donanım etkinliği (Tiryakioğlu ve diğ., 2007).

1.2.8 Sürekli iyileştirme faaliyetleri (Kaizen)

Japonca'da “Kai” ve “Zen” sözcüklerinden oluşan Kaizen “Sürekli İyileştirme” demektir. Kaizenlerin ana fikri takım veya bireysel olarak, insanın çevresinde sorumlu olduğu alanlarda sürekli olarak küçük iyileşme alanlarını bulması ve uygulamasıdır. Japonlar, Kaizen (sürekli iyileştirme) anlayışı sayesinde kendilerine önemli bir rekabet gücü kazandırmışlar ve daha rekabetçi ürünler yaparak dünya piyasasında uzun süredir endüstriyel hakimiyetlerini sürdürmüşlerdir (Tiryakioğlu ve diğ., 2007).

1.2.9 Üretim düzgünleştirme

Mükemmel bir üretim ortamında, talep değişkenliği ne kadar büyük olursa olsun bütün operasyonlar bu değişime hızla cevap verebilir. Ama böyle bir üretim, uygulamada pek mümkün değildir. Bu yüzden üreticiler talebin artışına kısa sürede cevap verebilmek için talebin üzerinde üretim yaparlar. Üretim talebinin ani değişmesi durumunda, sistem süreç içi stoklarla tıkanır. Hücresel üretim, düşürülmüş

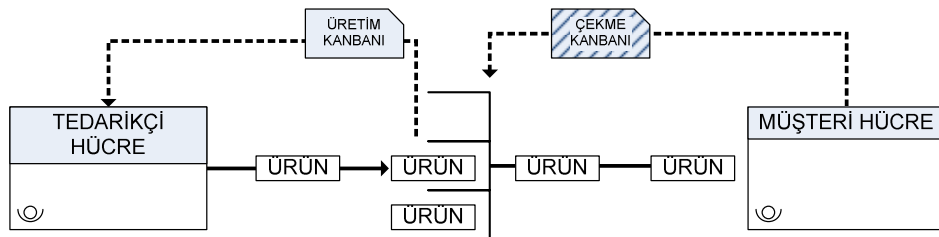
hazırlık süreleri, çok fonksiyonlu işgörenler çalıştırmak gibi üretimde esnekliği sağlayan metotlar kullanılsa da üretim programının değişmesi her şeye rağmen büyük maliyetler getirir. Bu yüzden düzgün bir üretim akışının ve bu akışı belirleyen düzgünleştirilmiş bir programın olması istenilir (Nicholas,1998). Üretim karmaşasının seviyelendirilmesi, diğer bir deyişle üretimin düzgünleştirilmesi için Şekil 1.4’de örnek verildiği gibi Heijunka kutuları kullanılır. Bu kutuda, üretilecek ürünlerin miktarı ve üretimin ne kadar zaman alacağı işaret edilir (Durmuşoğlu, 1998).

	7	7 ²⁵	7 ⁴⁰	8 ⁰⁴	8 ²⁰	8 ³⁵	9 ¹⁰
Sağ Parça	R			R			R
Sol Parça		L	L		L	L	

Şekil 1.4 : Heijunka kutusu (Durmuşoğlu,2008).

1.2.10 Çekme sistemi

Çekme sistemi, müşteri talebi ile üretimi birleştirir. Darboğaz niteliğindeki bir süreç veya hücre, talebe göre günlük olarak çizelgelenir. Yani sadece darboğaz niteliğindeki hücre veya süreç merkezi, üretim planlama ve kontrolden iş emri almakta, sistemin diğer süreçleri ise iş emirlerini “kanban” kartları aracılığı ile almaktadır. İş emrinin gönderildiği hücre (İng: pacemaker), kanban yardımıyla tükettiği kadar parçayı, parçanın üretildiği hücrelerden çeker (Şekil 1.5). Parçası çekilen hücre, çekilen miktar kadar parçayı üretmek durumundadır. Bu çekme sistematigi üretimin başlangıcına kadar olan süreçlerde geriye doğru işler. Sonuç olarak, merkezi kontrol birimi ile üretim sahasındaki iletişim azaltılarak sistem basitleştirilmiş ve sistemin etkinliği artırılmış olur (Durmuşoğlu,2002).



Şekil 1.5 : Çekme sistemi (Yalçinkaya, 2009).

1.2.11 Görsel kontroller

Görsel kontroller, üretim ortamında hattın durumunu, üretimin akışını izlemek için kullanılan mekanizmalardır. Değer akış haritaları, görsel panolar, ikaz lambaları (Andon), standart işlem çizelgeleri, kanban kartları, dijital gösterge panelleri görsel kontrol araçları arasında yer almaktadır (Monden, 1993).

1.2.12 Esnek işgörenler

Üretimdeki değişikliklere hızlı cevap verebilmek için işgörenlerin esnek (çok fonksiyonlu) olmaları gerekir. İşgörenler, çok fonksiyonlu olabilmek için eğitimlere ve rotasyonlara tabi tutulurlar. Üretimde hangi işgörenin hangi becerilere ne oranda sahip olduğunun gösterilmesi için çoklu beceri matrisi kullanılır (Monden, 1993).

1.2.13 Değer akış haritalama

Değer akışı, bir ürünü meydana getirmek için ihtiyaç duyulan, katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetlerin bütünüdür. Değer akışı haritalandırma, ürünün rotası boyunca oluşan malzeme ve bilgi akışını görselleştiren bir tekniktir. Değer akış haritasının çizilmesi, değer ve israf kaynaklarının görünür hale gelmesine yardımcı olan ve böylece akışın nasıl olması gerektiği konusunda fikir veren bir araçtır. Değer akış haritası çizilirken, odaklanmanın tek bir ürün ailesi üzerine olması gerekmektedir. Değer akış haritasının çizilmesinde ilk adım, sahadan bilgi toplayarak mevcut durumun çizilmesidir. Bu gelecek durumu tasarlamak için ihtiyacımız olan bilgiyi bize sağlar. Haritada süreçleri ve akışları göstermek için çeşitli semboller kullanılır. Değer akış haritası sembolleri Ek Çizelge B.1’de verilmiştir. Haritalandırma müşteri istekleri ile başlar ve ardından da ana üretim süreçleri çizilir. Her bir süreç kutusunun altına bilgi/veri kutusu eklenir (Tapping ve diğ., 2002). Bunun için aşağıdaki listedeki genel süreç bilgilerinin bilinmesi gerekmektedir (Tapping ve diğ., 2002):

- Çevrim süresi (İng: Cycle Time, C/T)
- Model değiştirme süresi (İng: Change Over, C/O)
- Makina kullanım oranı (İng: Uptime)
- Üretim parti büyüklüğü (Her Parça Her, İng: Every Part Every, EPE)
- Operatör sayısı

- Ürün çeşitliliği sayısı
- Ambalaj/kasa büyüklüğü
- Çalışma süreleri (molalar hariç)
- Hurda oranı

Çevrim süresi (İng: Cycle Time, C/T), bir süreçte üretilen ardışık iki parça arasında geçen süredir.

Katma değerli süre (İng: Value Added Time, VA), müşterinin talep ettiği şekilde ürünün üretimindeki iş elemanlarının süresidir.

Temin süresi (İng: Lead Time, L/T), bir parçanın değer akışındaki başlangıçtan bitişe hareketi boyunca geçen süredir. Genellikle, $VA < C/T < L/T$ ’dir.

Model değiştirme süresi, bir ürün tipinden diğerine geçmek için makina ayarlarının tekrar yapılması için gereken süredir.

Süreç kapasitesi aşağıdaki (1.1) denklemi ile bulunur.

$$Surec\ Kapasitesi = \left(\frac{Kullanilabilir\ Calisma\ Suresi}{Cevrim\ Suresi} \right) * Makina\ Kullanim\ Orani \quad (1.1)$$

Takt süresi, bir sürecin müşteri talebini karşılayabilmek için ne kadar hızlı çalışması gerektiğini gösteren en temel ölçüttür. (1.2) denklemi ile hesaplanır.

$$Takt\ Suresi = \frac{Kullanilabilir\ Uretim\ Suresi}{Gunluk\ Urun\ Talebi} \quad (1.2)$$

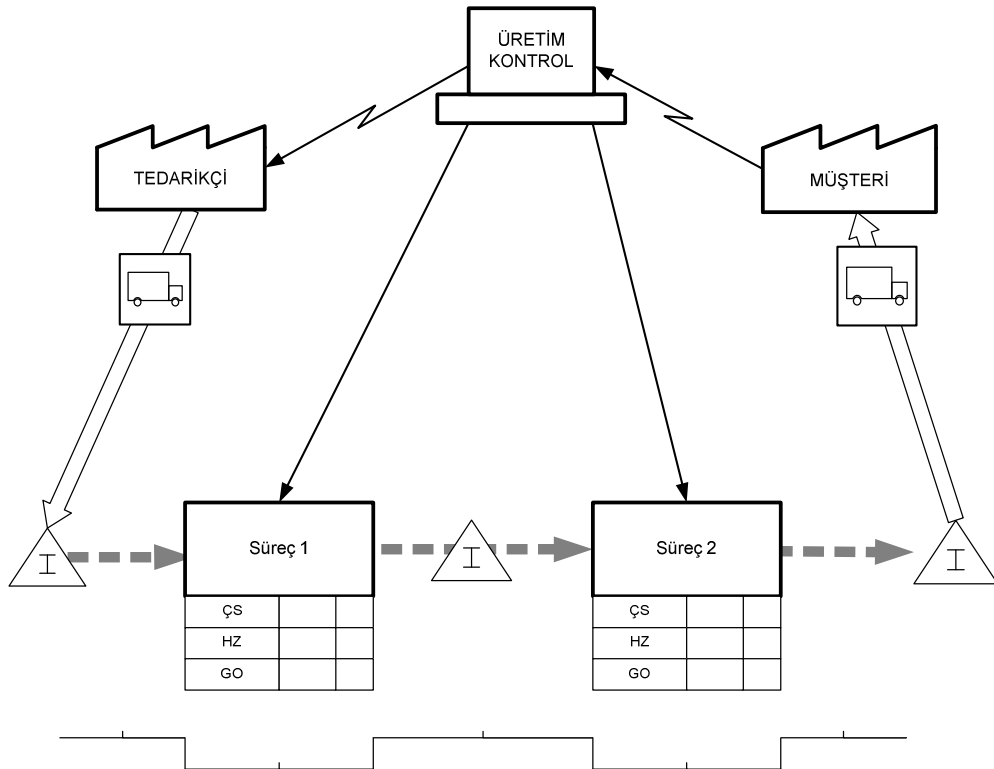
Çekme aralığı, süreç içi stok miktarının bir üst operasyondan bir alt operasyona, takt süresine bağlı olarak gönderilme süresidir. (1.3) denklemi ile hesaplanır.

$$Cekme\ Araligi = Takt\ Suresi * Parti\ Miktari \quad (1.3)$$

Şekil 1.6’da değer akış haritası örneği verilmiştir. Mevcut durum haritasının çizilmesinden sonraki adım, yalın üretim araçlarının kullanılacağı yerleri tespit ederek gelecek durum haritasının çizilmesidir. İlk olarak, takt süresi hesabı yapılmalıdır. Müşteri talebini karşılamak amacıyla süpermarket oluşturulmaktadır. Müşteri talebindeki dalgalanmalara karşı, “tampon stok” ve süreçteki organizasyon içi problemlere karşı “güvenlik stoku” kullanılmaktadır. Süpermarketteki stok adedi,

tampon ve güvenlik stok adedini içermez. Gelecek durum haritası için, sürekli bir akış sağlayacak elemanların planlanması ve haritalandırılması yapılmaktadır. Bunun için akışın hangi seviyesine ihtiyaç duyulacağına bakılmalıdır: Tek parça akışı, Küçük parti akışı, Hücre tasarımı. Daha sonra, bir sonraki operasyonun üretimi nasıl kontrol edeceği belirlenmelidir: Süreç içi süpermarket, Kanban (üretim kanbanı, çekme kanbanı, sinyal kanbanı), FIFO (İlk Giren İlk Çıkar, İng: First In First Out). Sürekli akış tasarlamasının bir diğer adımı, hat dengelemedir. Hat dengeleme, iş elemanlarının takt süresini yakalamak için dağıtılması sürecidir (Tapping ve diğ., 2002). Gelecek durum haritasında kullanılabilecek bazı geliştirme metotları şunlardır:

- 5S
- Hızlı kalıp değiştirme teknikleri
- Toplam üretken bakım
- Üretim Düzgünleştirme
- Metot analizi ve iş standartlaştırma



Şekil 1.6 : Örnek değer akış haritası (Yalçinkaya, 2009).

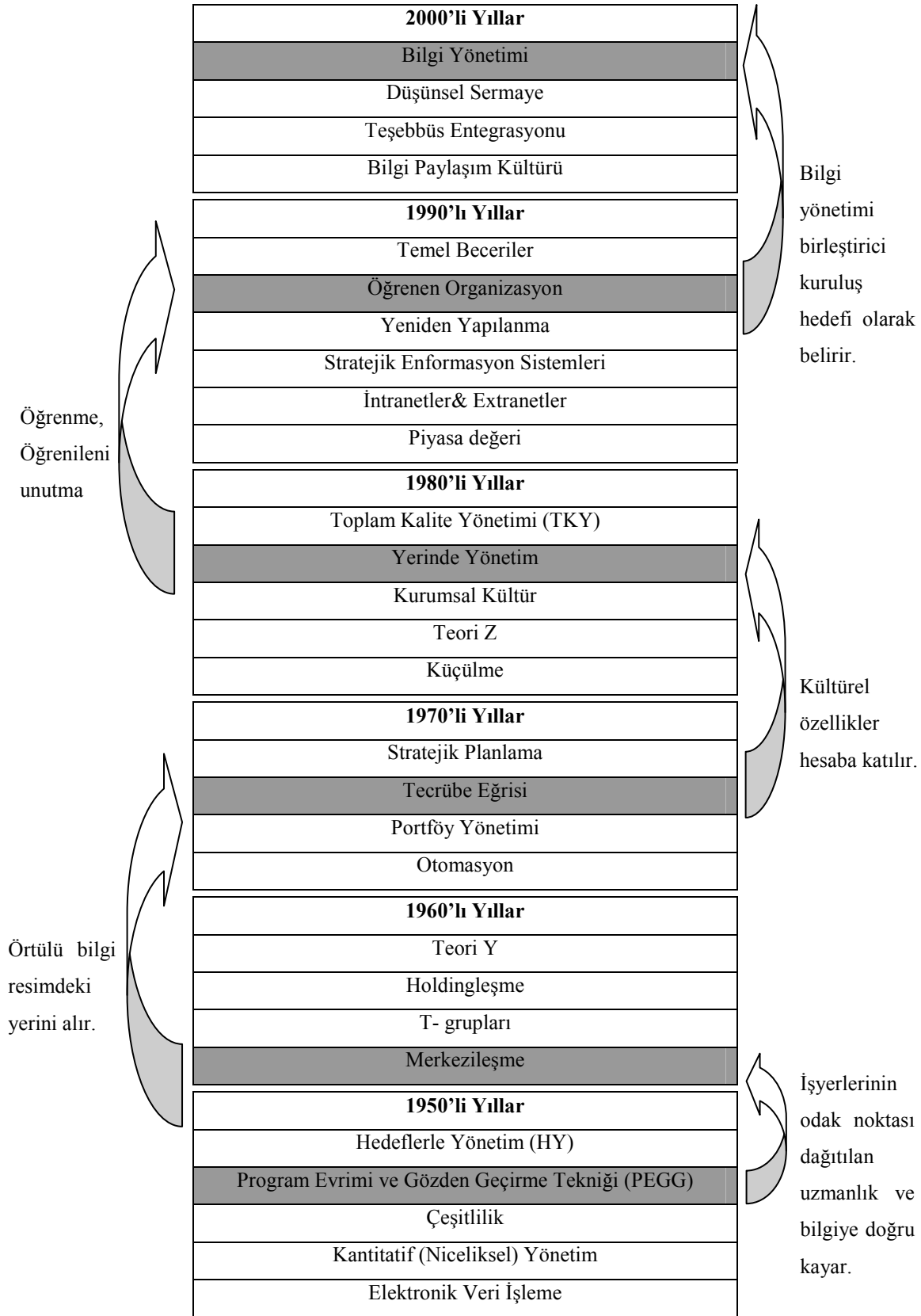
1.3 Bilgi Yönetimi

Organizasyonel bilgi açıkça yönetildiğinde kuruluşun misyonunu gerçekleştirmek amacıyla kullanılır. Dolayısıyla bilgi yönetimi, doğru bilginin doğru zamanda doğru insanlara ulaştırılması, çalışanlarda bilginin paylaşılması ve organizasyonel performansın iyileştirilmesi sürecinde, enformasyonun harekete geçirilmesi konusunda yardımcı olunmasına yönelik bilinçli bir stratejidir. Bilgi yönetimi kendi başına radikal bir hareket ya da bir metodoloji değildir. Daha çok geçmiş deneyimlerden (kitaplıklar, veri bankaları, insanlar) yararlanmayı ve bilgi alışverişi için yeni araçlar (bilgi alışverişini kolaylaştıran ağlar, uygulama toplulukları) yaratmayı içeren bir yönetim anlayışı, bir yönetsel çerçevedir (O'dell ve diğ., 2003). Bilgi yönetiminin gelişimi Şekil 1.7'de verilmiştir.

Dixon (1994), organizasyonel öğrenme sürecini dört aşamada incelemektedir:

- Bilginin yaratılması
- Bilginin organizasyon içinde yayılması
- Bilginin içselleştirilmesi
- İçselleştirilen bilginin kullanılması

Günümüzde bilgiyi yaratmak, elde tutmak, paylaşmak ve kullanmak için geliştirilmiş tümüyle radikal yeni yollar ortaya çıkmaktadır. Bunlar, organizasyonların yapı ve işleyişleri, iş yapma biçimleri ve müşterilere yaklaşım tarzları üzerinde önemli dönüşümlere sebep olmaktadır. Bu gerçekleri fark ederek, bilgi ekonomisi ve bilgi yönetimi konusunda adımlar atan işletmelerin önemli bir rekabet üstünlüğünü yakalayacakları mutlak bir gerçektir. Bilgiyi etkin kullanan şirketlerin yalnızca finansal tablolarının incelenmesi bile, bilgi yönetiminin ne ölçüde etkili olduğunu kanıtlamaktadır (Barutçugil, 2002).



Şekil 1.7 : Bilgi yönetiminin 1950'lerden bu yana gelişimi (Tiwana, 2003).

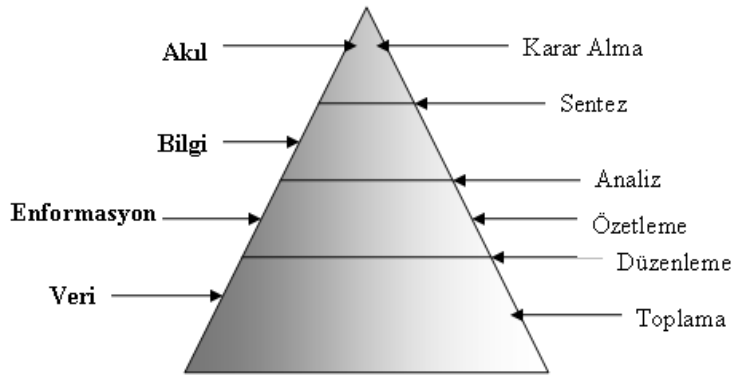
Bilgi organizasyonu olma sürecinin temel amacı, birey ile organizasyonun bilinçli yetkinlik düzeyine ulaşmasını sağlamak ve bununla birlikte düzenli ve açık olarak bilgi paylaşımını kolaylaştıracak ortam yaratmaktır (Barutçugil, 2002). Bilgi organizasyonu olma yolculuğu Çizelge 1.1’de sunulmaktadır.

Çizelge 1.1 : Bilgi organizasyonu olma yolculuğu (Barutçugil, 2002).

	Bilgisizlik	Yetkinlik
Bilinçsiz	BİLİNÇSİZ BİLGİSİZLİK “Ne bilmediğimi bilmiyorum” (1. alan)	BİLİNÇSİZ YETKİNLİK “Ne bildiğimi bilmiyorum” (3. alan)
Bilinçli	BİLİNÇLİ BİLGİSİZLİK “Ne bilmediğimi biliyorum” (2. alan)	BİLİNÇLİ YETKİNLİK “Ne bildiğimi biliyorum” (4. alan)

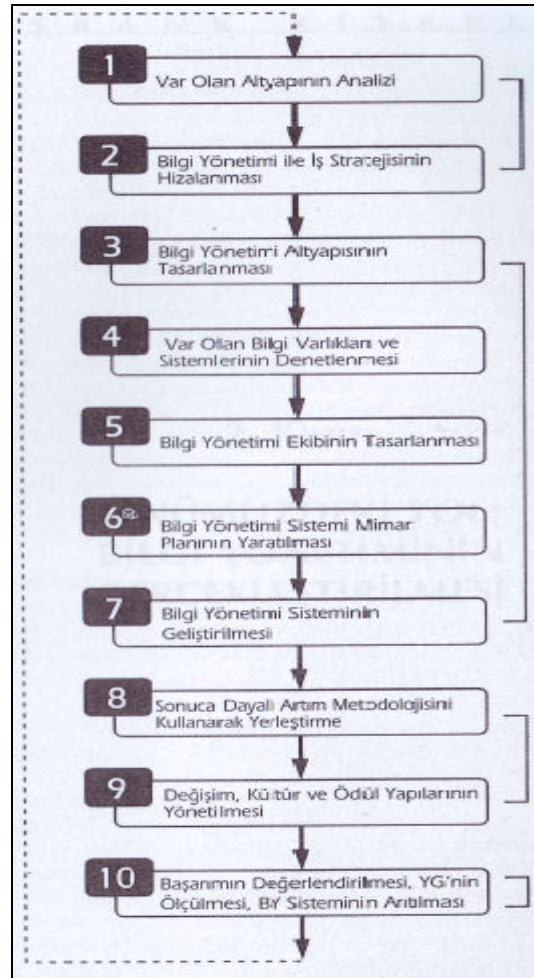
Bilgi, çoğu kez geniş bir çerçevede (Şekil 1.8) karşımıza çıkar ve farklı niteliklere sahip unsurların birbiriyle ilişkili olarak tanımlanmasını gerektirir. Bilgi ile ilgili kavramların tanımları aşağıda verilmektedir (Barutçugil, 2002):

- **Veri:** Kurumsal amaçlara göre işlemlerin yapılandırılmamış bir biçimde kaydedilmesidir. Özümlememiş ve yorumlanmamış gözlemler olarak da ifade edilebilir.
- **Enformasyon:** Veriden çok daha zengin bir içeriğe sahip olan ve yazılı, sözlü veya görsel bir mesaj niteliği taşıyan düzenlenmiş verilerdir.
- **Bilgi:** Kişisel anlamda düzenlenmiş enformasyon parçaları arasında kurulan yararlı ilişkidir. Veri ve enformasyondan daha karışık bir kavram olan bilgi, deneyim ve değerlere ilişkin enformasyonun akışkan bir karmasıdır. Bilgi, sadece kayıtlarda ve bilgi bankalarında değil kurumsal süreçlerde, uygulamalarda ve normlarda da içerilmiştir.
- **Akıl:** Bir bilgiyi başka bir alana taşıyabilme ve yararlanabilme yeteneği ile bütünleştirilmiş bilgidir.



Şekil 1.8 : Bilgi çerçevesi (Barutçugil, 2002).

Tiwana (2003) tarafından sunulan 10 adımlı bilgi yönetimi yol haritası Şekil 1.9’da verilmiştir.



Şekil 1.9 : 10 adımlı bilgi yönetimi yol haritası (Tiwana, 2003).

1.3.1 Bilgi türleri

Bilginin farklı kaynaklara göre birçok sınıflandırılması mevcuttur. Çizelge 1.2’de bilgi sınıfları listelenmiştir.

Çizelge 1.2 : Bilgi sınıflandırması (Barutçugil, 2002).

Boyut	Sınıf
Düzenleme ve Kullanma Tarzına Göre	• İdealist • Sistematik • Pragmatik • Otomatik
Kaynağına Göre	• Örtülü • Açık
Niteliğine Göre	• İnsani Kapital • Yapısal Kapital • Müşteri Kapitali

Bilgi sınıflandırmalarından en yaygın kullanılanı Japon teorisyen Nonaka'nın kaynağına göre kayıtlı (açık) bilgi ve örtülü bilgi sınıflamasıdır.

Kayıtlı (Açık) Bilgi: Tüm çalışanların ulaşabileceği şekilde kullanıma hazır, belli formatta kaydedilmiş bilgidir. Bu formatlar; metin, formül, grafik, tablo, prosedürler, raporlar, fotoğraf, bilgisayar programı, organizasyon şeması, el kitapları, veri tabanları olabilir. Açık bilgiler kâğıt üzerinde, disket ve hard disk gibi platformlarda tutulur (Dinçmen, 2010; Nonaka ve Takeuchi, 1995).

Örtülü (Kapalı) Bilgi: Çalışanların kayda geçmemiş, kendi deneyimleri ve sezgileri ile zaman içinde oluşturdukları, iş becerileri ve davranışlarını etkileyen bilgileridir. İşletmelerin çevreleri ile ilişkilerinden oluşan deneyimleri de bu kapsamdadır. İşletme çalışanları, organizasyon kültürü ve uygulamalar örtülü bilginin kaynağını oluşturmaktadır. İşletmeler örtülü bilgilerini açık bilgiye dönüştürerek yaygınlığını sağladıkları ölçüde rekabet üstünlüğü sağlarlar (Dinçmen, 2003; Dinçmen, 2010).

İşletmeler örtülü bilgilerini kayıtlı bilgiye dönüştürebilme yeteneğine sahip olmalıdırlar. Literatürde, örtülü ve açık bilgi dönüşümü ile ilgili olarak SECI (İng: Socialization, Externalization, Combination, Internalization) kavramı kullanılmaktadır (Nonaka ve Takeuchi, 1995). SECI kavramı, kısaca aşağıdaki şekilde açıklanabilir.

1-Örtülü Bilgiden Örtülü Bilgiye: Sosyalleştirme

2-Kayıtlı Bilgiden Kayıtlı Bilgiye: Birleştirme

3-Örtülü Bilgiden Kayıtlı Bilgiye: Dışsallaştırma

4-Kayıtlı Bilgiden Örtülü Bilgiye: İçselleştirme (Nonaka ve Takeuchi, 1995).

1.3.2 Entelektüel sermaye

Entelektüel sermaye kavramı, işletmeye rekabet gücü kazandıracak, çalışanların bilgileri toplamına entelektüel sermaye denilmektedir (Stewart, 1991). Klein ve Prusak (1994) ise entelektüel sermaye kavramını, “değer üretmek amacıyla düzenlenmiş ve harekete geçirilmiş entelektüel malzeme” olarak tanımlamıştır.

Genel olarak, entelektüel sermayenin insan sermayesi, organizasyonel sermaye ve ilişki sermayeyi içeren üç alt bileşenden oluştuğu kabul edilmektedir (Stewart, 1997; Sveiby, 1997; Bontis, 2002).

İnsan sermayesi, işletmenin çalışanlarındaki bilgi potansiyelini tanımlamaktadır. Çalışanların öğrenim durumları, zaman içinde edindikleri deneyimleri, sosyal ilişkileri, öğrenebilme yetenekleri, mesleki yetenekleri, yaratıcılık, girişimcilik gibi özellikleri bu kapsamda ele alınmaktadır. Yapısal sermaye, işletmenin her türlü sürecindeki bilgi potansiyelini tanımlamaktadır. Üretim, bakım, pazarlama vb. süreçlerindeki çeşitli el kitapları, talimatlar, teknik resimler yanında işletmenin yönetim yapısı, kültürü, bilgisayarlarındaki programlar, teknoloji, sistem gibi varlıkları bu kapsamda ele alınır. İlişki sermaye ise işletmenin müşteri ve tedarikçi ilişkilerindeki, pazar bağlantılarındaki, devlet kurumları ve toplum ile olan ilişkilerindeki bilgi potansiyelini tanımlamaktadır (Dinçmen, 2007).

1.3.3 Bilgi yönetimi sorumlusu

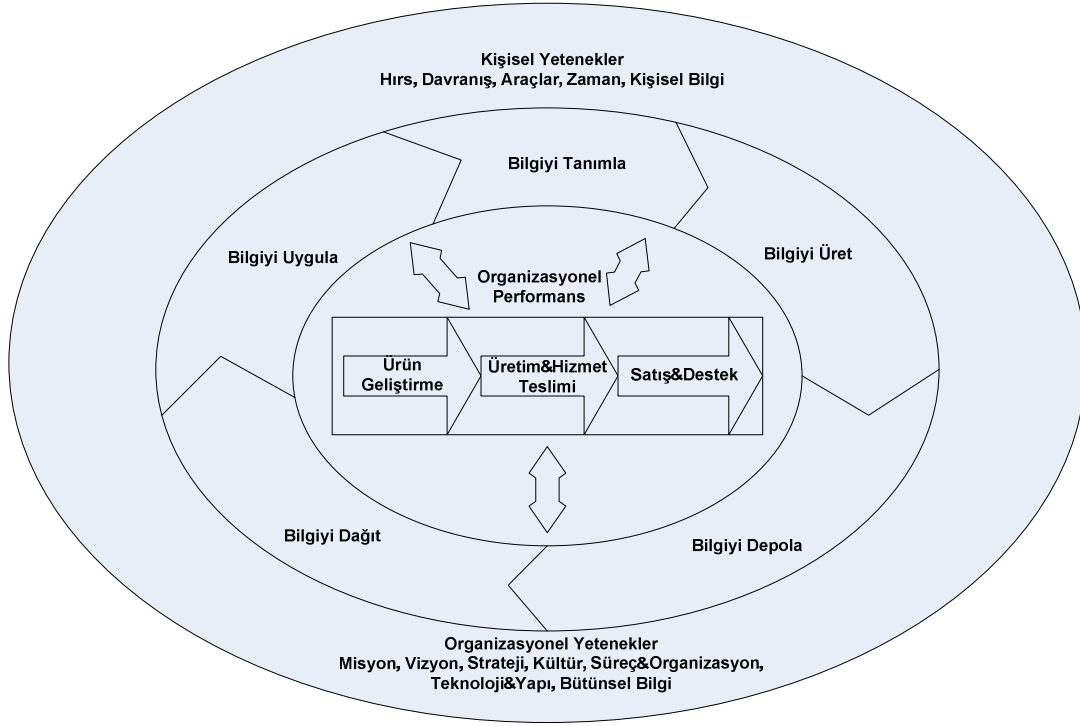
Bilgi Yönetimi bitmeyen bir süreçtir. Bilginin yönetilmesi sürecinde bilginin elde edilmesinden, kullanımı ve saklanmasına kadar olan tüm süreçlerin yürütülmesinde görev sahibi olan kişi Bilgi Yönetimi Sorumlusudur (İng: Chief Knowledge Officer, CKO). İşletme bünyesinde Bilgi Yönetimi Sorumlusu’nun temel sorumlulukları, işletmenin her bölümündeki bilgi paylaşımı gerekliliklerini ortaya çıkarmak; bilgiyi tüm işletme bünyesinde yayabilecek projeleri yaratmak, desteklemek ve çalışanların performanslarını yüksek seviyede tutmaktır. Ayrıca CKO’nun şirket kültürünü

değiştirmek, bilgi paylaşımını yönetmek, bilgi dönüşümünü gerçekleştirmek üzere örtülü bilgiyi açığa çıkarmak, bilgi haritaları ve bilançoları hazırlamak gibi sorumlulukları vardır (Dinçmen, 2010).

1.3.4 Bilgi yönetimi modelleri

Bilgi yönetimi modelleri işletmelerin sahip oldukları bilginin kayıtlı hale getirilmesini, çalışanlarca paylaşılmmasını ve çalışmalardaki hata oranının azalmasını sağlayacaktır. Bilgi yönetim modelleri, işletmelerin zihinsel birikimini yönetebilmekte ve karar almayı sağlayan temel unsurlarda, çalışanları başarıya yöneltecek şekilde kullanılabilir (Öztemel, 2010).

Şekil 1.10’da görüldüğü üzere, Avrupa Normalizasyon Komitesi tarafından önerilen CEN/ISSS Bilgi Toplumu Standardizasyon Sistemi (Comité Européen de Normalisation/Information Society Standardization System) Bilgi Yönetimi Modeli’nde, genel bir dış çerçeve içinde önce organizasyonel (görev, görüş, strateji, kurum kültürü, süreçler ve organizasyon, IT teknolojisi ve alt yapısı) ve kişisel (istek, yetenek, davranış, araçlar, zaman) bilgi yeteneklerinin unsurları tanımlanmaktadır. Merkezde gösterilen ve temel iş süreçleri olan ürün geliştirme, üretim ve servis ile satış ve destek süreçleri bir çevrim olarak tanımlanan bilgi yönetiminin temel adımlarıyla (bilginin tanımlanması, oluşturulması, saklanması, dağıtılması ve uygulanması) sürekli ilişki içindedir (Dinçmen, 2005a).



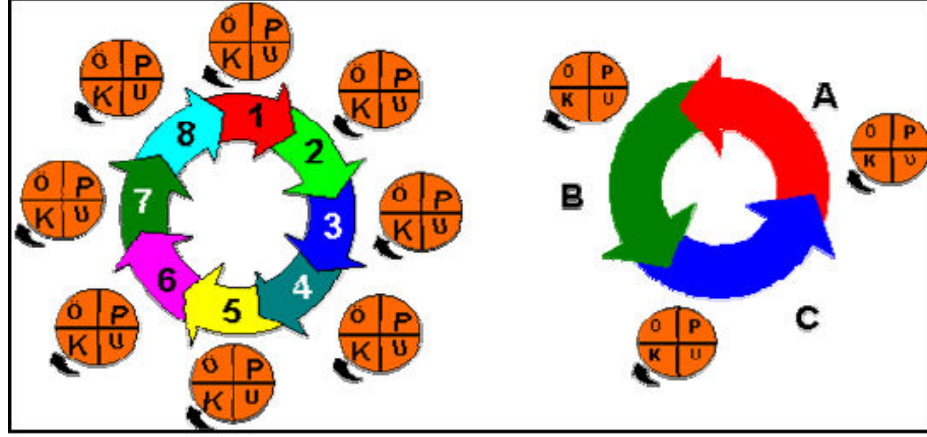
Şekil 1.10 : CEN/ISSS bilgi yönetimi modeli (CEN, 2004).

8+3 Bilgi Yönetim Modeli (Dinçmen, 2003) ise bütün çalışanları kapsama ve bilgi yönetimi adımlarını ayrıntılı göstermesi açısından farklılık göstermektedir. Açık bilgi çevriminin aşamaları, üretim sürecinin her adımında bireyler ve/veya takımlar tarafından uygulanmak üzere şu şekilde sıralanırlar (Şekil 1.11'deki 8 adım):

- 1) Yapılan işlemi daha kaliteli, daha ucuz ve daha hızlı yapmak için sürekli yeni bilgi ihtiyacı içinde bulunulması;
- 2) İhtiyaç duyulan yeni bilginin aranması ve bulunması;
- 3) Bulunan yeni bilginin belli bir formatta (metin, formül, şekil, vb.) kayıt altına alınması;
- 4) Kaydedilen yeni bilginin kolay ve hızlı erişilebilecek bir ortamda saklanması;
- 5) Elde edilen bu yeni bilginin üretim sürecinde kullanılması;
- 6) Kullanılan yeni bilginin diğer kullanıcılara, çalışanlara aktarılması, bilginin paylaşılması;
- 7) Kullanılan yeni bilginin araştırma-geliştirme faaliyetleri ile geliştirilmesi;
- 8) Yeni bilginin günlük iş hayatında artık kullanılmıyacaksa arşive kaldırılması

Örtülü bilgi çevriminin aşamaları, şu şekilde sıralanırlar (Şekil 1.11'deki 3 adım):

- 1) Örtülü bilginin bulunması
- 2) Bulunan örtülü bilginin açık hale getirilmesi
- 3) Yeni açık bilginin diğer kullanıcılara aktarılması



Şekil 1.11 : 8+3 bilgi yönetim modeli (Dinçmen, 2005a).

Şekil 1.11'deki modelde dikkate alınması gereken, PUKÖ (Planla, Uygula, Kontrol Et ve Önlem Al) şeklinde bilinen genel yönetim döngüsünün (Deming Döngüsü) her iki bilgi yönetimi çevriminin her adımında gerekli olmasıdır (Dinçmen, 2005a).

1.3.5 Bilgi yönetimi araçları

Bir işletmede hangi bilginin nerede bulunduğunu ve bu bilgiler arasında nasıl bir ilişki olduğunu göstermek için bilgi haritalama yazılımları kullanılmaya başlanmıştır. BibTechMon, MindMapper, MyBrain, KnetMap, ThemeScape bu tür araçlardan bazılarıdır. Bilgi yönetimi portalları, intranet (işletme içi ağ) ve extranet (işletme dışı ağ) bilgi yönetimi adımlarını etkin şekilde yürütmek için kurulmaktadır. En iyi uygulamaların toplanması, bilgi paylaşım forumları, bilgi haritalarının kullanımı, portal ve intranetlerin başlıca fonksiyonlarıdır (Dinçmen, 2010).

Veri madenciliği ile işletmede bulunan verilerin düzenli bir şekilde tutulması gerçekleşmektedir. Üretim, satın alma, pazarlama, finansman, insan kaynakları gibi birçok alandaki verilerin izlenmesi ve analiz edilmesi zorunludur. Veri madenciliği ise bu verilerin incelenip, aralarında ilişki kurularak yeni bilgilere ulaşmanın yoludur. Bu yeni bilgilerin üretim süreçlerinde kullanılmasıyla müşteri için yeni değer yaratabilme becerisi “kurumsal zekâ” (İng: Business Intelligence) olarak tanımlanmaktadır. Kurumsal zekânın hesaplanması, işletmelerin geleceklerini yönlendirmelerinde uygun bir araç olarak karşımıza çıkacaktır (Dinçmen, 2004).

Belge ve içerik yönetim sistemlerinde amaç, belge ve bilgilerin (metin, çizim, ses, video, resim, vb.) çalışanlar tarafından kolay erişimini sağlamak için değişik formatlarda (doc, pdf, ppt, jpg, htm, vb.) çeşitli ortamlarda sınıflandırılarak saklanmalarıdır. Bu tür sistemlerden beklentiler kolay erişim, güvenli yapılar, esnek kayıt olanakları, arama özelliği, işbirliği kurma araçları (İng: collaboration tools) ile uyumları olarak sıralanabilmektedir (Dinçmen, 2010).

1.3.6 Bilgi haritası

Bilgi haritaları, bir işletmede hangi bilginin nerede bulunduğunu, nereden nereye aktığını, bilgi yönetimi araçlarının neler olduğunu gösteren araçlardır. En basit tanımıyla işletmedeki tüm çalışanların istedikleri bilgiye ulaşmaları için hangi yolu izleyeceklerini gösterir. İşletmede parçalı halde yer alan bilgilerin toplanması ve ilişkilendirilmesi, bilgi paylaşımı ve karar verme gibi önemli işler bilgi haritaları yardımı ile gerçekleştirilir. Organizasyon şemaları da çok basit düzeyde bilgi haritalarıdır (Dinçmen, 2005b).

Bir uzman tarafından hazırlandığında, kavramları yansıtan bilgi birimleri ve ilişkilerinden oluşan bilgi haritaları, bilgisayar yazılımlarında bilgi profili, adres ve kısıtları da içerebilir. Bilgi birimleri bir resim, karar modeli, formül, vb. olabilir (Vail, 1999).

Bilginin grafik olarak sunulması bilgiyi görselleştirmektedir. Bilgi haritalama, bir bilgi görselleştirme tekniğidir. Bilgi haritaları iş akışlarının, kaynakların, kısıtların, bilginin ömrünün, yerinin, hangi bilgi kaynaklarının hangi kullanıcılar tarafından kullanıldığının gösterilmesinde kullanılan önemli bir araçtır. Bilgi haritalama stratejik öneme sahip olduğu için uygulanması, etkin bir planlama gerektirir. Bir bilgi haritası oluşturulurken şunlara dikkat edilmelidir (Vail, 1999);

- Bilgi haritası için takım oluşturulmalı,
- Bilgi haritasının amaçları saptanmalı,
- Çalışanların katılımı ve üst yönetimin desteği sağlanmalı,
- Kullanılacak araçlar ile süreçler belirlenmeli,
- Son olarak bilgi haritaları oluşturulmalıdır.

Bilgi haritalarının oluşturulmasında öncelikle kısa projeler ele alınmalı ve burada bilgi haritalarının katkısı gözlemlenmelidir. Bilgi haritalarının yoğun olarak uygulanması, çalışanların ve üst yönetimin katılımıyla sağlanır. Bilgi haritalamada kritik başarı faktörleri şunlardır (Vail, 1999);

- Bilgi haritalama ihtiyacı iyice belirlenmelidir,
- Destek sağlanmalıdır,
- Bilgi haritasıyla şirket süreçleri ve yapısı uymalıdır.

1.3.7 Bilgi bilançosu

İşletmelerin maddi olmayan varlıklarını yani entelektüel sermayelerini görüntülemek ve yönetebilmek için analitik ve sezgisel yaklaşımlar kullanılmaktadır (Thomas, 1997). Bilgi bilançosu kavramı entelektüel sermayenin hesaplanmasına yeni bir boyut katmıştır. Federal Almanya Ekonomi ve İş Bakanlığı'nın (Wissensbilanz, 2004) ve Danimarka Bilim, Teknoloji ve İnovasyon Bakanlığı'nın (Intellectual Capital Statement, 2003) hazırladığı bilgi bilânçosu hesaplama yönergeleri, konuya hükümetlerin verdiği önemi göstermektedir. Bilgi bilânçosu, bir işletmenin en değerli varlığı olan entelektüel sermayesini ve işletmedeki gelişme potansiyellerini ortaya çıkaran bir yapıdır (Dinçmen, 2005a).

Federal Almanya Ekonomi ve İş Bakanlığı'nın 2004 yılında hazırladığı bilgi bilançosu modelinde (Şekil 1.12), olanaklar ve riskler içeren bir iş çevresinin içinde işletmenin iş süreçlerini entelektüel sermaye kapsamındaki insan sermayesi, yapısal sermaye, ilişkisel sermaye ile diğer kaynaklar desteklemektedir. Bilgi bilançosunun hazırlanması için bir takım oluşturulur. Bu takım tarafından bilgi birikimini oluşturan etki faktörleri sıralanarak, kalite, nicelik ve sistematiklik bazında (%) cinsinden değerlendirilir ve gerekçeleriyle birlikte bir çizelgeye aktarılır (Çizelge 1.3). Renkli olabilecek bu çizelgede yeşil arzu edilen seviyeyi; kırmızı arzu edilenden uzaktaki seviyeyi; sarı ise orta düzeydeki seviyeyi gösterebilir. Bir faktörün kalite açısından değerlendirilmesi, bu faktör ile ilgili olarak işletmedeki düzeyin ne derecede arzu edildiğı şekliyle olduğunu; nicelik açısından değerlendirilmesi, bu faktörle ilgili düzeyin sayısal olarak miktarını; sistematiklik açısından değerlendirilmesi, bu faktör ile ilgili işlemlerin ne derecede sistematik ve sürekli olarak gerçekleştirildiğini belirler. Bu değerlendirmeler, daha sonra bir baloncuk diyagramına aktarılır (Şekil 1.13). Burada amaçlanan hedef, bütün değerlendirmelerin elverdiğince büyük

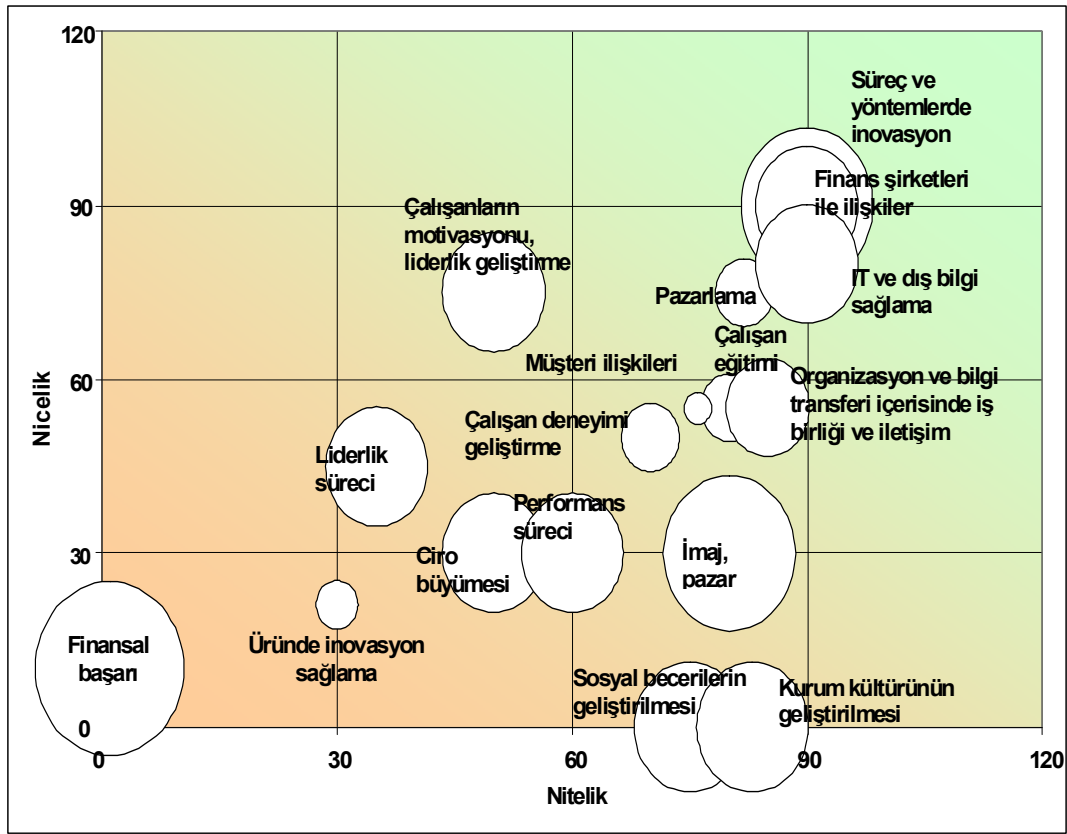
baloncuklar şeklinde diyagramın sağ üst köşesinde yer almasıdır. Son olarak bilgi takımı tarafından tüm bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri, derecelerine göre 0 ile 3 rakamı ile sayısallaştırılır. Çizelge 1.4’de aralarında 2 veya 3 düzeyinde bir etkileşim olan faktörler, işletmedeki iyileştirme çalışmalarının jeneratörü olarak ifade edilirler (Dinçmen, 2005a).



Şekil 1.12 : Federal Almanya Ekonomi ve İş Bakanlığı bilgi bilançosu modeli (Wissensbilanz, 2004; Dinçmen, 2005a).

Çizelge 1.3 : Bilgi bilançosu örnek kesit (Wissensbilanz, 2004).

ETKİ	Etki faktörlerinde gerçekleşme düzeyi (%)				Etki faktörlerini ele almada gösterilen sistematik (%)	
	Nitelik	Gerekçelendirme	Nitelik	Gerekçelendirme	Sistematik	Gerekçelendirme
Çalışan Becerileri Geliştirme	50 %	Üretimde ve diğer alanlarda yeteneklerini geliştirmeleri tatmin edicidir. Rekabetçiliğimiz mühendislerimizin kalitesine bağlıdır. Burada hala geliştirilecek alanlar var.	60 %	Üretim tatmin edici (%90); Mühendislik becerileri %50'nin üzerinde olmalı; Satışlar hala çok iyi değil; Mühendislik kuvvetle artırılmıştır.	60 %	Bugüne kadar iyi çalışanlar içinden belirlenerek üretimden mühendisliğe alındı. Yeni eğitimlerle geleneksel optimizasyon temeli seviyesinde tutuldu. Herkes eğitildi. Bir de biz sadece uzmanlarla çalışmak istiyoruz.
Çalışan Memnuniyeti	55 %	Üretimde problem var. Optimizasyon öncesi sızlanmalar vardı.	60 %	Merkezi olmayan grup yapılarından dolayı çalışanlar şimdi uzmanlardan daha çok bilgiye ihtiyaç duyuyorlar.	10 %	Çalışan memnuniyeti için ne yapacağız? Ne yapıyoruz? Ölçülüyor mu? Bugüne kadar sistem yoktu. Kişisel bölgelerde sistematik öncelikler kullanılıyor -Ama her yerde değil.-
Yenilikçilik	60 %	Yeterli yenilikçilik var mı? Planlı büyümeyle şimdikinden daha fazla yenilikçi olunmalıdır. Müşterilerin bizim istekleri karşılayamayacağına olan inancından dolayı anlaşmaların %30-60'ını kaybediyoruz.	90 %	Yenilikçilik yok ve bunun büyük etkilei var. Çeşitli sektörlerdeki aktivitelerden dolayı kişisel fikirler ispatlanamıyor.	80 %	Yenilik başlangıç planlaması yanlış olduğu için ortaya çıkar. Önemli fark: Prototipler, rutin tiplere karşındır. Yenilikçilik süreçleri herşeye rağmen sistematik çalışır; çok fazla ileri geri olmamalıdır. Aksi takdirde günlük işler yapılamaz.
İşletme Yapısı	x		70 %	Geçmiş yıllarda yoğun bir gelişim olmuştur. Şu anda daha önce açıklanması zor olan hatalar hakkında daha açık konuşabiliriz. Üretim %30, yönetim %30.	30 %	Uğraşmak için oldukça sorunlu... Eğer kültürün önemli olduğunun farkındaysak...Sistematik yönetime izin verir. Küçük sistemde "planlı kültür gelişimi"
Esneklik / Süreç Organizasyonu	90 %	İçsel standardizasyon var ve yenilikçilik sayılabilir. Üretim oldukça esnek.	x		90 %	Süreçler esnek.
		Çok sayıda tecrübemiz var..		Üretim %90...		Tecrübenin farkında..



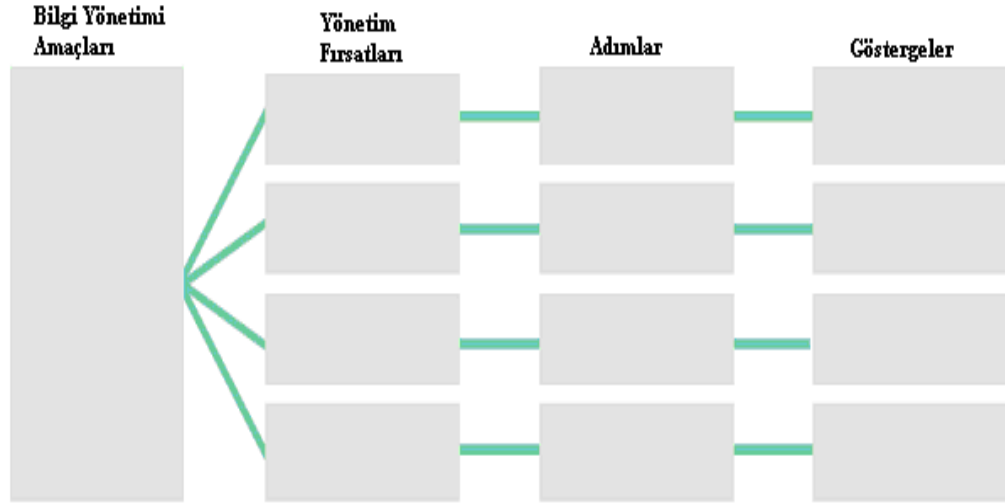
Şekil 1.13 : Bilgi bilançosu balon diyagramı(Wissensbilanz, 2004; Dinçmen, 2005a).

Çizelge 1.4 : Bilgi birikimini oluşturan faktörlerin birbirini etkileme düzeyleri (Wissensbilanz, 2004).

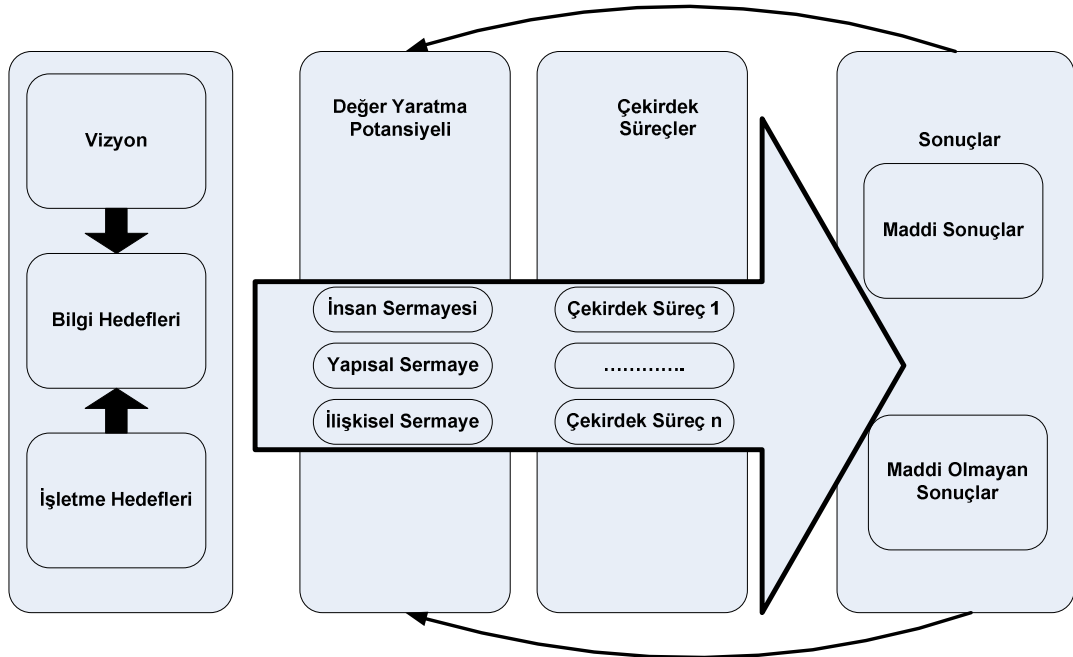
...	Etki Matrisi	...	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
Sehep			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
Performans Süreçleri	1.	●	1	2	1	2	1	1	2	1	2	2	3	2	
Temel ve İleri Çalışan Eğitimi	2.	1	●	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	
Çalışanların tecrübelerini geliştirme	3.	2	1	●	1	2	1	0	2	1	2	2	2	1	
Sosyal beceri geliştirme	4.	1	0	0	●	2	2	1	3	0	0	0	2	0	
Çalışanı motive etme ve liderlik becerisi geliştirme	5.	2	2	1	1	●	3	3	3	0	1	2	2	1	
Liderlik süreci	6.	2	2	2	2	3	●	2	2	1	2	3	2	2	
İşletme kültürü geliştirme	7.	1	1	1	1	1	1	●	2	0	1	0	1	1	
Organizasyonda işbirliği ve iletişim / bilgi transferi	8.	2	1	2	0	2	1	2	●	2	3	1	2	1	
Bilgi teknolojileri ve açık bilgi sağlama	9.	1	0	0	0	0	0	0	0	●	1	1	1	1	
Ürün yenilikçiliği geliştirme															

Danimarka Bilim ve İnovasyon Bakanlığı'nın 2003 yılında çıkardığı yönergede geliştirilen modelde (Çizelge 1.5), sırasıyla işletmenin genel hedefleri, yönetimin temel görevleri, bu temel görevlerin gerçekleştirilmesi için gereken adımlar ve ardından da adımların etkinliklerini ölçecek sayısal göstergeler yer almaktadır (Intellectual Capital Statements, 2003).

Çizelge 1.5 : Danimarka Bilim, Teknoloji ve İnovasyon Bakanlığı bilgi bilançosu modeli (Intellectual Capital Statements, 2003).



Avusturya parlamentosu, 2002 tarihli üniversite kanunu ile her üniversitenin geçmiş senenin bilgilerini, bir bilânço halinde belirlenen tarihe kadar bakanlığa sunmasını istemiştir. Avusturya bilgi bilançosu modeli (Şekil 1.14), işletmenin vizyonu ve hedeflerinin, insan, yapısal ve ilişkisel sermaye kapsamında çeşitli ana süreçlerde ele alınarak maddi ve maddi olmayan sonuçlar ortaya çıktığını açıklamaktadır (ARC (1999)’a göre aktaran Dinçmen, 2010).

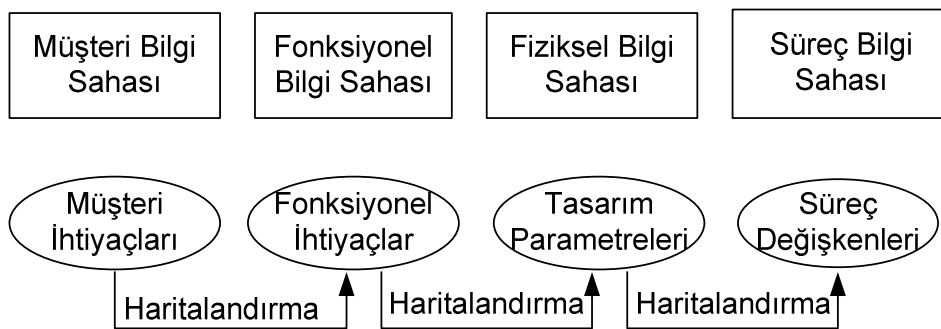


Şekil 1.14 : Avusturya bilgi bilançosu modeli (Dinçmen, 2010).

1.4 Aksiyomlarla Tasarım Yaklaşımı

Aksiyomlarla Tasarım Nam Pyo Suh (1990) tarafından geliştirilmiş bir tasarım yöntemidir. Aksiyomlarla tasarım yaklaşımının amacı, tekrarlanan deneme-yanılma faaliyetlerini en aza indirerek, tasarımlar için bilimsel bir temel oluşturmaktır. Aksiyomlarla tasarım yaklaşımı, tasarımın amacına uygun olarak fonksiyonel ihtiyaçları ve kısıtları belirler. Fonksiyonel ihtiyaçlar, müşteri isteklerini içeren minimum sayıdaki bağımsız ihtiyaçlar kümesidir. Tasarımın fonksiyonel ihtiyaçları için, bir ürün veya süreç için belirlenen istekler, bağımsız ihtiyaçlar kümesini oluşturur. Fonksiyonel ihtiyaçlar (İng: Functional Requirements, FR) “Tasarımda neyi başarmak istediğimizi”, Tasarım parametreleri (İng: Design Parameters, DP) “Fonksiyonel ihtiyaçları nasıl gerçekleştirebileceğimizi” ifade eder (Suh, 1990).

Bir tasarım için kısıtlar, tasarım özelliklerini sınırlandıran girdi kısıtları (malzeme ve maliyet ile ilgili sınırlamalar) ve üretim sistemini sınırlandıran sistem kısıtları (makinaların kapasitesi, üretim yeteneği gibi sınırlandırmalar) olmak üzere sınıflandırılabilirler. Şekil 1.15’de görüldüğü üzere, tasarım sürecinde dört bilgi sahası mevcuttur. Bilgi sahaları; müşteri bilgi sahası, fonksiyonel bilgi sahası, fiziksel bilgi sahası ve süreç bilgi sahasıdır. Bu bilgi sahalarının elemanları; müşteri ihtiyaçları (İng: Customer Appetites, CA), fonksiyonel ihtiyaçlar, tasarım parametreleri ve süreç değişkenleri (İng: Process Variables, PV) olarak tanımlanır (Suh, 2001).



Şekil 1.15 : Tasarım için bilgi sahaları (Suh, 2001).

Aksiyomlarla tasarım yaklaşımına göre tasarımın uygunluğunu ölçen, iki aksiyom vardır. Birinci Aksiyom, fonksiyonel ve fiziksel değişkenler arasındaki ilişki ile ilgilenirken, ikinci Aksiyom ise, tasarımın karmaşıklığı ile ilgilenir. Bu aksiyomlar şu şekilde ifade edilirler (Suh, 1990):

Aksiyom 1 (Bağımsızlık Aksiyomu): Tasarım sürecinde fonksiyonel ihtiyaçlardan (FR), tasarım parametrelerine (DP) zikzak esnasında, tasarım parametresindeki bir değişimin yalnızca karşılığı olan fonksiyonel ihtiyacı etkilemesidir.

Aksiyom 2 (Bilgi Aksiyomu): Bağımsızlık aksiyomunu karşılayan tasarımlardan en iyisi, en az bilgi içeriğine sahip olan fonksiyonel olarak ayrık tasarımıdır.

Tasarımda müşterinin ihtiyaçlarına göre ne yapmak istediğimizi açıklayan fonksiyonel alan ile bunu nasıl yapacağımızı ortaya koyan tasarım parametrelerini oluşturan fiziksel alan ilişkilendirilirken, tasarım parametreleri de süreç alanında bulunan süreç değişkenleri ile ilişkilendirilir. Bilgi sahaları arasındaki bu geçişlere haritalandırma (İng: Mapping) denir (Suh, 2001).

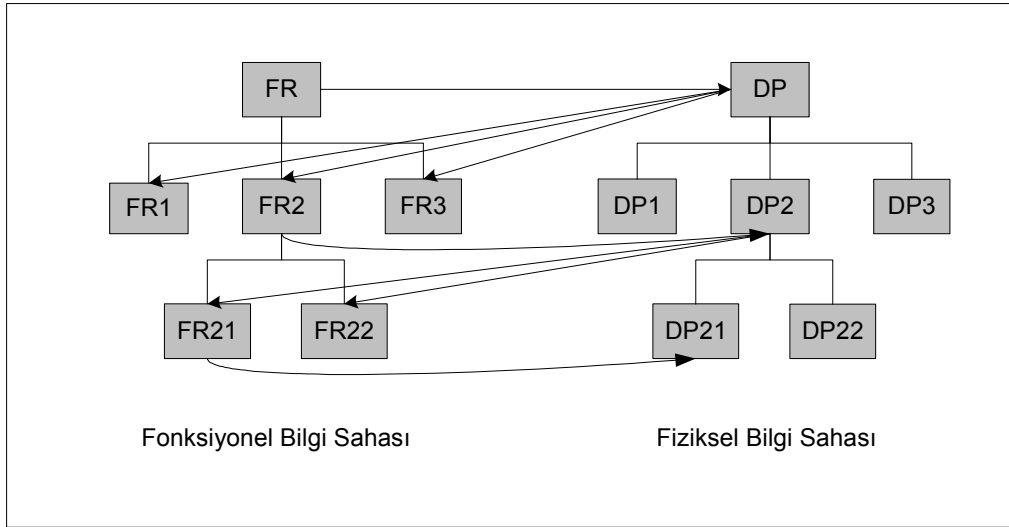
Çizelge 1.6 : Aksiyomlarla tasarım yaklaşımının farklı tasarım sahalarında kullanımı (Suh, 1997).

	Müşteri Bilgi Sahası (CA)	Fonksiyonel Bilgi Sahası (FR)	Fiziksel Bilgi Sahası (DP)	Süreç Bilgi Sahası (PV)
Üretim	Tüketicilerin talep ettiği nitelikler	Ürünün fonksiyonel ihtiyaçları	Fonksiyonel ihtiyaçları gerçekleştiren fiziksel değişkenler	Tasarım parametrelerini kontrol edebilen süreç değişkenleri
Malzemeler	İstenilen performans	İstenilen özellikler	Mikro yapı	Süreçler
Yazılım	Yazılımın nitelikleri	Çıktı	Girdi değişkenleri, algoritmalar	Alt yöntemler
Organizasyon	Müşteri tatmini	Organizasyonun fonksiyonları	Programlar, iş yerleri	Programları destekleyebilen insanlar ve diğer kaynaklar
Sistemler	Sistemin nitelikleri	Sistemin fonksiyonel ihtiyaçları	Makinalar, bileşenler, alt bileşenler	Kaynaklar (İnsan, sermaye,vb.)

Çizelge 1.6, aksiyomlarla tasarım yaklaşımının, farklı tasarım sahaları için kullanımını ve bu durumda bilgi sahalarında hangi bileşenlerin kullanıldığını listelemektedir (Suh, 1997).

Tasarım sürecinde, üst seviyeden alt seviyelere doğru ayrıntılı bir şekilde olan ilerlemeye tasarım hiyerarşisi veya tasarım ağacı denilmektedir. Bir tasarımcı

fonksiyonel ve fiziksel hiyerarşi ağacını oluştururken, hiyerarşinin belirli bir seviyesindeki fonksiyonel ihtiyaçlar kümesini belirledikten sonra, fiziksel bilgi sahasına geçip, belirlenen fonksiyonel ihtiyaçlar kümesini karşılayan fiziksel sistemi oluşturmak durumundadır. Daha sonra tasarımcı yeniden fonksiyonel bilgi sahasına dönerek, alt seviyedeki fonksiyonel ihtiyaç kümesini oluşturmaktadır. Şekil 1.16’da görüldüğü üzere, bu şekilde süreç boyunca tasarımın en alt düzeylerine kadar devam eden, bilgi sahaları arasında zikzaklar yapılarak tasarım sorununun ayrıştırılmasına “bilgi sahalarının zikzakla ayrıştırılması” denilmektedir (Suh, 2001).



Şekil 1.16 : Zikzak ile ayrıştırma (Suh, 2001).

Fonksiyonel bilgi sahasındaki fonksiyonel ihtiyaçlar (FR) ile fiziksel bilgi sahasındaki tasarım parametreleri (DP) arasındaki haritalandırma süreci, matematiksel olarak ifade edildiğinde, fonksiyonel ihtiyaçlar FR isimli m bileşenli bir vektör olarak, fiziksel ortamdaki tasarım parametreleri n bileşenli bir DP vektörü olarak tanımlanır. Tasarım süreci için matematiksel gösterim denklem (1.4) ve denklem (1.5)’de verilmektedir (Suh, 2001).

$$\{FR\} = [A] \{DP\} \quad (1.4)$$

$$FR_i = \sum_j A_{ij} DP_j \quad (1.5)$$

{FR}: fonksiyonel ihtiyaçlar vektörü,

{DP}: tasarım parametreleri vektörü,

[A] : tasarım matrisi’dir (Suh, 2001).

(1.6) eşitliği tasarım matrisi olarak anılır. $m = n$ olduğunda A matrisine kare matris denir. Tasarım matrisleri; ayrık, bağlı ve ayrılmış tasarım matrisleri olmak üzere üç sınıfa ayrılmaktadırlar (Suh, 2001).

$$[A] = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ A_{m1} & A_{m2} & \dots & A_{mn} \end{bmatrix} \quad (1.6)$$

Genel olarak A_{ij} (1.7) eşitliğindeki gibi ifade edilebilir;

$$A_{ij} = \partial FR_i / \partial DP_j \quad (1.7)$$

Tasarım matrisinin bütün köşegen olmayan elemanlarının sıfır olduğu durum, en basit tasarım matrisidir. $A_{12} = A_{13} = A_{21} = A_{23} = A_{31} = A_{32} = 0$ olan böyle bir tasarım matrisi (1.8)'de gösterildiği gibidir:

$$[A] = \begin{bmatrix} A_{11} & 0 & 0 \\ 0 & A_{22} & 0 \\ 0 & 0 & A_{33} \end{bmatrix} \quad (1.8)$$

Köşegen elemanları sıfır olmayan ($A_{kk} \neq 0$) ve köşegen olmayan elemanları sıfır olan [$A_{ij} = 0$ ($i \neq j$ olduğunda)] elemanlara sahip bir tasarım matrisi "Ayrık tasarım" olarak tanımlanmaktadır ve bağımsızlık aksiyomuna uymaktadır (Suh, 2001).

Ayrık tasarımın karşıtı bağlı tasarımdır ve (1.9)'da verildiği gibi, tasarım matrisi sıfır olmayan birçok eleman içermektedir.

$$[A] = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & 0 \\ 0 & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} \quad (1.9)$$

Böyle bir tasarım, Aksiyom1'i ihlal etmektedir ve bu tasarıma "Bağlı tasarım" denilmektedir. Bir bağlı tasarım, ayrılmış tasarıma dönüştürülebilmektedir. Tasarım matrisinin "üçgensel" ($A_{12} = A_{13} = A_{23} = 0$) olduğu durum (1.10)'da gösterilmiştir (Suh, 2001).

$$[A] = \begin{bmatrix} A_{11} & 0 & 0 \\ A_{21} & A_{22} & 0 \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} \quad (1.10)$$

(1.10)'daki denklemde fonksiyonel ihtiyaçların bağımsızlığı, tasarım parametrelerinin özel bir düzen içinde ayarlandığı durumda sağlanabilmektedir. Tasarım matrisinin üçgensel olduğu tasarım “Ayrılmış tasarım” olarak ifade edilmektedir ve bağımsızlık aksiyomuna uymaktadır (Suh, 2001).

2. YAYIN TARAMASI

Bu bölümde, İstanbul Teknik Üniversitesi kütüphanesinin üye olduğu elektronik veritabanlarında bulunan SCI, SCI Extended ve SSCI indeksli dergilerde ilgili alanlarda yayınlanan çalışmalar incelenmiştir. Ek Çizelge C.1’de bu bölümde incelenen makaleler ayrıntılı olarak sınıflandırılarak listelenmiştir.

2.1 Yalın Üretim Sistemi ve Aksiyomlarla Tasarım Yaklaşımı Yayınları

Literatürde yalın üretim konusunda yapılan çalışmalar incelendiğinde, bunların yalın üretim sistemleri ve ilkeleri, yalın üretim uygulamaları, altı sigma, tedarik zinciri, değer akış haritalama, hücreli üretim ve diğer konulara odaklanmış olduğu görülmektedir. Aksiyomlarla tasarımı konu alan çalışmaların, tasarım teorisi, üretim, bulanık aksiyomlar, karar verme, tasarım yapısı ve diğer konulara odaklanmış olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada, yalın üretimde bilgi yönetim sisteminin modellenmesinde çatı olarak aksiyomlarla tasarım modeli kullanıldığı için literatür incelemesinde yalın üretimi konu alan, aksiyomlarla tasarımı konu alan ve hem yalın üretim hem de aksiyomlarla tasarımı içeren çalışmalar birlikte incelenmiştir. Literatürde yalın üretim sistemi ve aksiyomlarla tasarımı birlikte içeren çalışmalarda, yalın üretim sistemleri, üretim sistemleri, altı sigma ve tedarik zinciri alt konularının esas alındığı görülmektedir.

Yalın üretim sistemi, müşterinin gözünde ürüne değer katmayan her türlü işlem, malzeme ve işgücünün yok edilmesi esasına dayanan sistemdir (Ohno, 1988). Literatür taraması sırasında öncelikle doktora tez çalışmasının çekirdeğini oluşturan yalın üretim sistemini konu alan çalışmalar incelenmiştir. Ardından tez çalışmasına çatı oluşturan aksiyomlarla tasarım konusunda yayınlanmış çalışmalar ile hem yalın üretim hem de aksiyomlarla tasarımı birlikte içeren çalışmalar araştırılıp değerlendirilmiştir.

Literatür çalışmasında ilk olarak, yalın üretime tarihsel bir bakış açısı sunan ve yalın üretim sistemi felsefesinin gelişimini değerlendiren çalışmalar ele alınmıştır. Holweg (2007), MIT Uluslararası Motor Taşıt Programı (IMVP)’nda yalın üretim kavramını

araştırmış, katılımcılar ve araştırmacılarla görüşmeler yapmış ve sonuçta daha etkin bir üretim değerler dizisi formülasyonu ile ilgili tarihsel bir araştırma ortaya koymuştur. Makalede Toyota üretim sistemi ve tam zamanında üretim sisteminden, yalın üretim sistemine tarihsel bir perspektif sunulmuştur.

Yalın üretimin en önemli araçlarından biri olan hücresel yerleşim ile ilgili makaleler de değerlendirmeye alınmıştır. Bu konuya, Gosh (1989) tarafından yapılmış çalışma örnek olarak verilebilir. Çok ürünlü akış hattı tasarımı yayınlarına da İrani ve Huang (1998), Aneke ve Carrie (1986), Sarker ve Xu (2000) örnek olarak verilebilir.

Gosh (1989), makalesinde grup teknolojisinin temel prensiplerinden, hücresel üretim sisteminin temel elemanlarından bahsetmiş ve yatırım planlamada grup teknolojisi uygulamanın gerekliliğini vurgulamıştır. Bu çalışmada, yeni makina alım kararlarında hücresel üretim sistemi elemanları ve analiz araçlarının yardımcı olacağı belirtilmiştir.

Irani ve Huang (1998), makalesinde literatürde geleneksel fabrika yerleşim metotlarından olan fonksiyonel yerleşim, akış tipi yerleşim ile hücresel yerleşim ve proje tipi yerleşim metotlarının, ürün çeşitliliğinin fazla olduğu üretimlerde iyi çözümler sunmadıkları belirtilmiştir. Bu çalışmada, yerleşim modüllerini içeren yeni bir model önerilmiştir. Her bir yerleşim modülünde belirli bir malzeme akışı vardır. Önerilen yerleşim modülü, çeşitli yerleşim modellerini içeren, farklı malzeme akış ağı olan fabrikalar için kullanılmaktadır. Makalede, yerleşim modülleri için doğrusal olmayan karışık tamsayı matematiksel programlama modeli oluşturulmuş ve sonuçta örnek bir uygulama yapılarak model desteklenmiştir.

Aneke ve Carrie (1986), yaptıkları çalışmada çok ürünlü akış hatlarında tek parça akışını sağlayabilmek için hücre oluştururken hangi makinaların hangi sırada hücrede bulunması gerektiğini belirleyen bir algoritma geliştirmişlerdir. Bu algorithmada ilk olarak, hücrede üretilmesi planlanan parçaların bağıl talepleri ve makina rotaları saptanır. Bağıl talepler, çizilen dolaşım şemasında makinalar arasındaki parça akışlarını gösterecek şekilde akış türetme şemasına yerleştirilir. Böylece her makinaya gelen (İng: Total To, TT) ve her makinadan çıkan (İng: Total From, TF) toplam parça adedi hesaplanmış olur. Bundan sonra akış türetme tablosu oluşturulur. Bunun için tablonun sütunlarına makinalar yazılır. Tablonun satırlarına her makina için hesaplanan TT ve TF değerleri sırasıyla yazılır. Her bir adımda parça işleme rotalarına bakılarak, hat başı ve hat sonu için aday makinaların listesi çıkarılır. Daha

sonra algoritma adımlarında belirtildiği üzere işlemler yapılarak hücredeki makinaların hangi sırayla yerleştirilmeleri gerektiği bulunur.

Sarker ve Xu (2000), yaptıkları çalışmada çok ürünlü akış hattı oluşturabilmek için üç aşamalı bir çözüm yaklaşımı önermişlerdir. İlk aşamada, benzer operasyon sırası olan parçalar benzerlik katsayıları da hesaplanarak aynı parça ailesine atanmışlardır. İkinci aşamada, hücre içinde taşıma maliyetlerini ve yeni makina yatırımlarını en aza indireyecek şekilde, makinaların hangi hücrelere atanması gerektiği saptanmıştır. Son aşamada ise hücreler arasındaki taşıma maliyetlerini ve geri dönüş maliyetlerini en aza indirecek şekilde yerleşim planı ve hücre büyüklüğü belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın adımlarında matematiksel modeller kullanılmış ve sürecin aşamalarının anlaşılması için sayısal örnek verilmiştir.

Bunlara ek olarak tek parça akışına göre tasarımı ele alan Wu ve Huang (2004) tarafından yapılan çalışma incelenmiştir. Wu ve Huang (2004), iş süreçlerinin yeniden tasarımı ve tek parça akışı uygulamalarını birleştirerek, üretim sistemi tasarımı için yeni bir çerçeve oluşturmuştur. Bu önerilerini bir elevatör üreticisi için uygulamış, üretim planlama sürecini yeniden tasarlamış ve yöntemin etkinliğini incelemişlerdir.

Yalın üretim sistemi tasarımında israfları görsel hale getirmek, uygulama planlarının oluşturulması için gereklidir. İsrafların görselleştirilmesinde kullanılan en etkili araçlardan biri değer akış haritası oluşturulmasıdır. Sullivan ve diğ. (2002), Braglia ve diğ. (2006) makaleleri değer akış haritasının kullanıldığı yayınlara örnek olarak verilebilir.

Sullivan ve diğ. (2002), makalede iki temel amacı gerçekleştirmeyi hedeflemişlerdir. İlki, yalın üretim ilkelerine bağlı olarak istenilen gelecek durum değer akış haritası oluşturmak için bir yol haritası geliştirmek, diğeri ise değer akış haritasından yararlanarak donanım yenileme kararlarının ekonomik boyutunu değerlendirmektir. Buradan yola çıkarak sistemdeki yedi israf tanımlanmıştır. Bir transfer hattının şimdiki durum ve gelecek durum haritaları çizilmiş ve buradan alınan verilere göre yeni donanım alımının ekonomik boyutları değerlendirilmiştir.

Braglia ve diğ. (2006), değer akış haritası kullanarak karmaşık üretim sistemlerini iyileştirebilmek için yedi adımdan oluşan bir yaklaşım önermişlerdir. Yalın üretim yaklaşımıyla, karmaşık bir üretimdeki ürün ağaçlarını oluşturup, kritik üretim

rotasını tespit etmeye çalışmışlardır. Daha sonra rotaları değiştirerek ve hücreler oluşturarak yeni rotayı analiz etmişler ve tekrar değerlendirmişlerdir. Bu adımlara, süreç içi stok belli bir seviyenin altına inip iyileşinceye kadar devam etmişlerdir. Yeni durum değer akış haritasını oluşturarak, bu yaklaşımı bir algoritma üzerinde göstermiş ve gerçek ortamda uygulama yapmışlardır.

Yalın üretim sisteminin performansının değerlendirilmesinde en çok kullanılan göstergeler temin süresi, üretkenlik, toplam donanım etkinliği (OEE) ve maliyettir. He ve diğ. (2005), Disnukes (2002), Ron ve Rooda (2005), Needy ve diğ. (1998), Rivera ve Chen (2007) makaleleri örnek olarak verilebilir.

He ve diğ. (2005), temin süresi değişkenliği maliyeti üzerine bir çalışma yapmışlardır. Temin süresi değişkenliğinin maliyet üzerine etkisini analiz etmişler ve stokastik temin süresi incelenmesinde sıfır süreç içi stok için hazırlık maliyeti ve temin süresi değişkenliğinin göz ardı edilemeyeceğini vurgulamışlardır. Bu çalışmada, deterministik ve stokastik temin süresi için maliyet formülleri çıkarılmış ve bu formüller sayısal örnekler üzerinde uygulanmıştır.

Disnukes (2002), toplam üretken bakım ve kısıtlar teorisi öğretileri ışığında bir kapalı çevrim üretkenlik iyileştirme yöntemi sunmuştur. Bu 12 adımdan oluşan bir yöntemdir: sistem akış mimarisi çizimi; üretkenlik parametrelerinin belirlenmesi ve uygulanması; veri toplanması; üretkenliğin tanımlanması; darboğaz ve buna bağlı kayıpların belirlenmesi; ileri ve geri akış kayıplarının belirlenmesi; kısıtların tanımlanması; sistem benzetimi; iyileştirme kararları. Bir vaka çalışması yapılarak bu yöntem uygulanmış ve genel üretkenlik hesaplanmıştır.

Ron ve Rooda (2005), yaptıkları çalışmada toplam donanım etkinliği (OEE) kavramını tartışmışlar ve etkinlik ölçülmesinde daha etkili bir kavram oluşturmaya çalışarak “yeni donanım etkinliği (E)” kavramını oluşturmuşlardır. Toplam donanım etkinliğinin, donanımdan bağımsız çevresel koşulları içerdiğini, yeni donanım etkinliğinin ise direkt olarak donanıma bağlı üretim miktarına göre hesaplandığını açıklamışlardır. Bu önerilerini bir örnek üzerinde uygulayarak, yeni ölçünün daha etkili olduğunu vurgulamışlardır.

Needy ve diğ. (1998), atölye tipi üretimden hücresel üretime geçişte maliyet unsurları üzerine çalışma yaparak, özellikle hazırlık, taşıma ve yatırım maliyetleri üzerinde durmuşlardır. Maliyet analizi için matematiksel model kullanılmıştır.

Toplam maliyetleri karşılaştırmak amacıyla adım adım hücresel sisteme geçecek şekilde bir örnek çalışma yapmışlardır. Sistemdeki makinaları önce benzerlik matrisi kullanarak, adım adım kümelendirmişler ve her bir adım için hazırlık, taşıma ve yatırım maliyetlerini hesaplayarak toplam maliyetleri bulmuşlardır. Daha sonra benzer uygulamayı genetik algoritma kullanarak kümelendirmeye yapmışlar ve formülize ettikleri maliyet denklemi dışındaki diğer maliyet kalemleri üzerine tartışmışlardır.

Rivera ve Chen (2007), geleneksel maliyetlendirme sistemlerinin toplam maliyetten bahsettiğini, ama zamanı içermediğini vurgulayarak, yalın üretim uygulama araçlarının maliyet-zaman grafiği üzerindeki etkilerini tartışmışlardır. Maliyet-zaman grafiği çizimini ve çeşitli senaryolar üzerinde bu grafiğin değişimini değerlendirmişlerdir. Ele aldıkları senaryolarda, malzeme maliyetinin, beklemlerin azaltılmasının, çeşitli faaliyetlerin maliyetlerinin düşürülmesinin ve operasyon sürelerinin azaltılmasının, maliyet-zaman grafiğini nasıl değiştirdiğinden bahsetmişlerdir.

Bunlara ek olarak literatürde, benzetim modellerini kullanarak sistem performansını değerlendirmeyi amaçlayan çalışmalar mevcuttur. Chen ve diğ. (2001) hücre yerleşimi performansının değerlendirilmesinde benzetim modelini kullanmışlardır.

Chen ve diğ. (2001), benzetimin üretim sistemlerinin tasarımı ve iyileştirilmesinde insan uzmanlığına bağlı önemli bir araç olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca, üretim hücrelerinin performansını iyileştirmek için benzetim ile ortaklaşa çalışan bir bilgi tabanlı karar destek sistemi kurmuşlardır. Aksiyomlarla tasarım ilkeleriyle bilgi tabanlı hiyerarşik bir yapı oluşturmuşlardır. Buradaki yapı, hücre yerleşimini göz önüne alan üç seviyeli bir hiyerarşidir. Endüstriyel uygulamada, sekiz iş istasyonu içeren bir üretim yapısını ele almışlar, ProModel yazılımı kullanarak benzetim modelini oluşturmuşlar ve karar destek sistemi ile birleştirerek sonuçları değerlendirmişlerdir. Kullanılan bilgi tabanlı karar destek sistemi, hücredeki darboğaz iş istasyonlarının ve kaynaklarının tespitini kolaylaştırmıştır. Sonuçta, önerdikleri modelin üretim hücresi performansını iyileştirdiğini görmüşlerdir.

Ek olarak literatürde, yalın üretimde işgören katılımının etkisini değerlendirmek amacıyla Angelis ve Fernandes (2007) bir çalışma yapmışlardır. Angelis ve Fernandes (2007), tarafından yayınlanan makalede yalın üretim uygulamalarında sürekli iyileştirme faaliyetlerinin, temel felsefe olduğuna değinilmiş ve bu

faaliyetlere işgören katılımının etkileri istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Ürün kalitesinin iyileştirilmesi ve israfın azaltılmasındaki yalın süreçlerde, ürün ve süreç iyileştirmeleri üzerine, işgören önerilerinin toplanması yoluyla bilginin yakalanması ve işgören katılımını etkileyen faktörler için Brezilya’da bulunan 60 üretici firma ile bir anket çalışması düzenlenmiştir. Çalışmada 840 anket formu işgörelere posta yoluyla gönderilmiş ve bunlardan %35’i geri bildirimde bulunmuş, 294 katılım ile istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır. İstatistik çalışmasının hedefi, sürekli iyileştirme için işgören katılımının, yalın üretimin temeli olduğunun doğrulanmasıdır. İstatistiksel hesaplamalar sonucunda, ürün ve süreç önerileri ile yalın uygulamaları arasında önemli bir korelasyon olduğu bulunmuştur. Uygulama araçlarının yokluğu, iş adımları ve yoğunluğu, iş akışlarındaki kesilmeler ve takım çalışması faktörleri ile süreç önerileri arasında, önemli pozitif yönlü korelasyon olduğu görülmüştür. Üretim hatalarının sorumluluğunun işgören tarafından hissedilmesi faktörünün, ürün önerileri ile negatif ilişkili olduğu ve uzun çalışma süreleri faktörünün ise pozitif ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Ergonomi ile ürün/süreç önerileri arasında negatif, değişimin yorumlanması faktörü arasında pozitif ilişki olduğu saptanılmıştır. Ayrıca, akış kontrolü faktörü ile süreç önerileri arasında ve iş rotasyonu ile ürün önerileri arasında pozitif yönlü korelasyon olduğu görülmüştür. Bu bulgulara dayanılarak makalede, çalışan katılımının artırılması yoluyla bilginin yakalanması için önerilerde bulunulmuştur.

Bu yayınlara ek olarak, literatürde aksiyomlarla tasarım yaklaşımını kullanarak model oluşturan makaleler incelenmiştir. Aksiyomlarla tasarım, tasarım süreçlerini sistematik ve bilimsel bir temele oturtmak için Nam Pyo Suh (1990) tarafından geliştirilmiş bir yöntemdir.

Reynal ve Cochran (1996), çalışmalarında üretim sistemi tasarımı için, aksiyomlarla tasarım uygulama adımları geliştirmiştir. Tasarımın nasıl yapılacağına dair bilgi alanları ve kısıtlar belirlenmiş, yöntemin hangi aksiyomları temel aldığı açıklanmıştır. Çalışmada iki üretim fabrikası (montaj fabrikası ve güç donanımları fabrikası) ele alınmış, üretimi artırmak ve iç-dış müşteri ihtiyaçlarını karşılamak için sistem yeniden tasarlanmıştır. Neticede var olan süreçlerin iyileştiği gözlenmiştir.

Lenz ve Cochran (2000), yazdıkları makalede ürün geliştirme tasarımına, aksiyomlarla tasarım yöntemiyle bir çerçeve oluşturmuşlar ve ayrıntılı olarak bu tasarımın fonksiyonel ihtiyaçları ve tasarım parametrelerini sunmuşlardır. Firmanın

yeni ürün geliştirme adımları, mevcut üretim sistemi tasarımlarına benzer bir şekilde sistematik yol haritası olarak ortaya konmuştur.

Cochran ve diğ. (2000), aksiyomlarla tasarım yaklaşımı desteğiyle üretim sistemlerinin sistematik kısımlandırılması için tasarım çerçevesi sunmuşlardır. Aksiyomlarla tasarım prosedürü tasarımcıyı, ilk olarak sistem tasarımının amaçlarını ve kısıtlarını tanımlamaya zorlar. Pazar, müşteri ve ürünler açısından üretim sisteminin ihtiyaçları, alt sistemlerin organizasyonel ve fiziksel yapısına dayanır. Tasarım prosedürü, adım adım amaçları ve elemanları hiyerarşik bir şekilde kurmak zorundadır. Kısımlandırma prosedürü, aksiyomlarla tasarım çerçevesinde, yalın yönetim pratikleriyle stratejik, organizasyonel ve teknolojik açıdan desteklenmiştir. Ayrıca bu makalede, bir üretim şirketinin rekabet gücünün iyileştirilmesi için üretim sisteminin kısımlandırılmasında, geliştirilmiş olan yöntem denenmiştir.

Cochran ve Kim (2000), yaptıkları çalışma ile firmalarda karşılaşılan sorunlara, uygulama ortamında çözüm bulan üretim sistemi tasarımını öğreten, bir ders işleme yöntemi önermişlerdir. Çalışmada, aksiyomlarla tasarım yaklaşımı kullanılmıştır. Pompa, sensör, elektrik açma-kapama anahtarları, uçak parçaları gibi ürünler üreten çeşitli firmalar bu programa katılmışlardır. Firmalar tarafından çözüm bekleyen projeler, öğrencilere tanıtılmış ve sınıf ortamında hazırlık sürelerinin düşürülmesi, çevrim süresi hesabı, takt süresi hesabı, aksiyomlarla tasarım yaklaşımı gibi konularda öğrenciler bilgilendirilmiş ve öğrencilerin seçtikleri bir projeye iştirak etmeleri kabul edilmiştir. Yapılan çalışmada öğrencilerin, aksiyomlarla tasarım yaklaşımı kullanarak üretim sisteminin tasarımına ait çözüm önerileri sunulmuştur.

Housmand ve Jamshidnezhad (2004), yaptıkları çalışmada yalın üretim ilkeleriyle üretim sistemi tasarımı için aksiyomlarla tasarım yaklaşımını kullanarak model geliştirmişlerdir. Bu model, örgütsel ve teknolojik yetenekler ile değer akış analizini içermektedir. Yapılan çalışmada, üretim sisteminin aksiyomlarla tasarım yaklaşımı modelinin uygulama aşaması için operasyonel bir prosedür oluşturulmuştur. Çalışmada sunulan modelin, bir otomobil gövdesi montaj hattında uygulaması yapılmıştır. Sonuçta, sisteme uygulanan modelin, üretim sisteminde kabul gördüğü belirtilmiştir.

Housmand ve Jamshidnezhad (2006), yazdıkları makalede yalın üretim sistemi tasarımını, aksiyomlarla tasarım yaklaşımı ile süreç değişkenleri kullanarak modellemişlerdir. Makalede, fonksiyonel ihtiyaçlar ve tasarım parametreleri

arasındaki ilişki belirlenmiş, daha sonra fonksiyonel ihtiyaçları, tasarım parametrelerini ve süreç değişkenlerini içeren yalın üretim sistemi tasarım süreci modellenmiş ve hiyerarşik bir yapıda sunulmuştur.

Kulak ve Durmuşoğlu (2004), fonksiyonel üretim sistemini hücrelerden oluşan üretim sistemine dönüştürmek isteyen tasarımcılar için, aksiyomlarla tasarım prensiplerine göre hazırlanmış bütünsel bir yöntem sunmaktadır. Çalışma, belirlenen performans ölçütlerine göre hücresele üretim sisteminin değerlendirilmesini ve geliştirilmesini sağlayan geri besleme sistemini de içermektedir. Alüminyum esaslı merdiven, rampa ve köprü ürünleri üreten bir firmada uygulama yapılmıştır. Önerilen yöntemde proje takımının seçilmesi, firma çapında katılımın sağlanması, mevcut sistemin analizi ve dönüşüm stratejisine karar verilmesi, hücresele üretim sistemine dönüşümün ilk adımını oluşturur. Tasarım tamamlandıktan sonra hücresele üretim öncesi ve sonrası performans değerlerinin karşılaştırılması yapılmıştır.

2.2 Bilgi Yönetimi Yayınları

Bilgi yönetimi, bilgiyi yaratmak, korumak ve geliştirmek için kullanılacak yollar olarak da tanımlanmaktadır (Barutçugil, 2002). Literatürde günümüze kadar yayınlanmış çok sayıda bilgi yönetimi konulu makale mevcuttur. Fakat yapılan araştırmada hem yalın üretim hem de bilgi yönetimini birlikte ele alan bir çalışmaya rastlanamamıştır. Bu sebeple, bu tez çalışmasının yalın üretim sisteminde bilgi yönetiminin uygulanması için etkili bir kaynak olacağı düşünülmektedir.

Literatürde bilgi yönetimi konusunda yapılan çalışmalar incelendiğinde, bunların bilgi yönetimi sistemi uygulamaları ve stratejileri, bilgi keşfi, entelektüel sermaye, bilgi haritalama, bilgi bilançosu, organizasyonel bilgi, bilgi teknolojileri, veri madenciliği, yenilikçilik ve çeşitli sektörel çalışmalar olmak üzere birçok konuyu ele aldığı görülmektedir.

Literatürde örtülü bilgi üzerine araştırmalar özellikle göze çarpmaktadır. Bhardwaj ve Monin (2006) buna örnek olarak verilebilir. Bhardwaj ve Monin (2006) makalelerindeki amaç, bilgi yoğun büyüyen organizasyonlarda hikâye derleme metodunu kullanarak, örtülü bilgiyi açığa çıkarmaya çalışmaktır. Hikâyeler Yeni Zelanda'da bulunan 8 firmada çalışan, 8 insan kaynakları uzmanından toplanmıştır. Onlarla yapılan görüşmelerde sorular sorularak hikâyeler kategorilere bölünmüştür.

Örtülü bilgi için 4 tema bulunmuştur. Bunlar; örtülü bilgi yönetimi; örtülü bilginin transferi; örtülü bilginin problem çözmedeki rolü; örtülü bilgi ve karar vermedir. Yapılan görüşmelerde hazırlanan sorular bu temalara odaklanmıştır. Farklı temaları içeren 14 hikâye seçilmiştir. Hikâyeler analiz edilirken, örtülü bilgi için 6 bölüm belirlenmiştir: psikolojik, entelektüel, bilgi, fonksiyonel, sosyal, kültürel. Hikâyeler 4 ana tema etrafında organize edilmiş ve bir tablo üzerinde metot özetlenmiştir.

Bu yayınlara ek olarak literatürde, bilgi yönetimi uygulamaları (Zaim, 2005), ve bilgi süreçleri (Winch, 2000) üzerine yapılmış çalışmalarda mevcuttur. Ayrıca bilgi yönetim modeli kurma (Kjaergaard ve Kautz, 2008) ve sistem modeli/mimarisi (Chandra ve Kumar, 2003; Liu ve diğ., 2004; Jambekar ve Pelc, 2006; Halevi ve Wang, 2007; Guo, 2009) oluşturulması üzerine çalışmalar yapılmıştır.

Zaim (2005), Türkiye'deki bilgi yönetimi uygulamalarını, deneysel verilere dayalı olarak incelemiştir. Türkiye'deki otuz şirketi kapsayan araştırmada, bu şirketlerin bilgi yönetimine bakış açısı ve bilgi yönetimi konusundaki faaliyetleri analiz edilmektedir. Daha sonra, bilgi yönetiminin alt yapısı ve süreçleri ele alınmaktadır. Çalışmada bilgi yönetiminin alt yapısını oluşturan unsurlar, teknoloji, kurum kültürü, organizasyon yapısı ve entelektüel sermayedir. Bilgi süreçleri; bilginin üretilmesi ve geliştirilmesi, tasnif edilmesi ve saklanması, paylaşılması ve transfer edilmesi, kullanılması ve hayata geçirilmesi olarak ele alınmaktadır. Değerlendirmede ele alınan otuz şirketin çalışanları ile anketler yapılmış ve bu anketlerden çıkan sonuçlar açıklanmıştır.

Winch (2000), bilgi yönetimi ve rekabetçi üretim üzerine bir çalışma yayınlamıştır. Bu çalışmada, bilgi ve entelektüel varlıklar kavramları irdelenerek, endüstri düzeyinde bilgi paylaşımının yararları açıklanmış ve üretim işletmelerinin pratikteki uygulamalarından bahsedilmiştir.

Kjaergaard ve Kautz (2008), organizasyonda bilginin nasıl yönetileceğini tartışmışlardır. Bilgi teknolojisi, bir karar elemanı olarak bilgi yönetimi kurma sürecinin sonuçlarını raporlar. Çalışmada bilgi yönetiminin hangi durumlarda başarısız olduğu açıklanmaya çalışılmış ve sonuçta bilgi yönetimini iyileştirmek için bir model oluşturulmuştur. Bulgulara göre bilgi yönetiminde, organizasyonun faaliyetleri ile üyelerin tercihleri arasında kuvvetli bir ilişki söz konusudur. Bilgi yönetimi konusundaki başarısızlık, bilgi teknolojisi ile organizasyonun iyi örtüşmemesi ve bilgi paylaşımı kültürünün geliştirilememesine bağlanmaktadır.

Chandra ve Kumar (2003) tarafından yapılan çalışmada, üretim faaliyetlerinin etkinliğinin ve hızının artması için sistemdeki bilgiden yararlanılması gerektiği vurgulanmış ve bu amaçla bilgi tabanı oluşturulması önerilmiştir. Bilgi tabanı geliştirilmesinin amacı, firma bilgilerini organize ederek operasyon yönetimi, planlama ve problem çözme faaliyetleri için gereken bilgiye kullanılabilir formatta erişebilmeyi sağlamaktır. Bilgi tabanının özelliklerini tanımlamak için üretim sınıfları gözden geçirilmiştir. Sınıflama temelli metodoloji için KMEANS algoritmasından yararlanılmıştır. Metodoloji, esnek imalat sistemi ile fan üretimi yapan bir üreticide uygulanmıştır. Yeni ürün geliştirme için tasarım destek sistemi ve esnek üretim açıklanarak, uygulamada 126 çeşit fan, ürün özelliklerine göre sınıflandırılarak bilgi tabanı oluşturulmuştur.

Liu ve diğ. (2004), üretim işletmelerinde bilginin daha verimli yönetilmesi üzerine bir çalışma sunmuşlardır. Çalışmada, iş süreçleri odaklı bilgi elemanları: iş performansı, iş metodolojisi, iş çevresi, iş iletişimi olarak gruplandırılarak şemalanmış ve performans indisleri: maliyet, iş akışı etkinliği, teknik kalite, servis, performans iyileştirme, motivasyon başlıkları altında belirlenmiştir. İş süreçleri odaklı iletişim ilişkileri: akıştaki işler, organizasyon, çalışanlar arası olmak üzere gruplandırılmıştır. Çalışmada, proje temelli bilgi yönetim süreci için bir mimari ortaya konulmuştur. Baoshan Demir Çelik Sanayi ve Shanghai Walkwagen arasında tedarik zinciri bütünleşmesi uygulama olarak sunulmuştur.

Jambekar ve Pelc (2006), üretim ortamındaki kapalı bilgi çevrimine, müşteri ihtiyaçlarının haritalanması ve bilginin açığa çıkarılması, öğrenme ve problem çözme ile bütünleştirilmesi için bir çatı önermeyi amaçlamışlardır. Tasarlanan modelde, iş süreçlerinde problem çözme için literatürdeki öğrenme döngüleri ve organizasyondaki açık-örtülü bilgi çevrimi süreçlerinden bahsedilmiştir. Bilgi keşfinin, müşteri ihtiyaçları ile bütünleştirilmesinde Kano modeli (Pande ve diğ., 2000) önerilmiştir. Kano modeli müşteri ihtiyaçlarını 3 sınıfa ayırmaktadır: ürün temel ihtiyaçları, ürün performans ihtiyaçları ve ürün bilgi ihtiyaçları. Bilgi yönetim sistemi önerisi için uygulama elektronik ölçüm cihazları üreten Alpha firmasında yapılmıştır. Önerilen bilgi yönetim sistemi, 4 aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama, sistem perspektifi ile firma ihtiyaçlarının iş ekosistemi içerisinde görüntülenmesidir. İkinci aşama, bilgi perspektifi ile işletmenin değer akışının haritalanması ve bilgi akışlarının görselleştirilmesidir. Üçüncü aşama, süreç perspektifi ile temel iş

süreçleri arasındaki ilişki diyagramının ortaya konması ve dördüncü aşama da, teknik perspektif ile bilgi haritalama sistemi geliştirme ihtiyacının işletmenin yönetim kontrol paneli ile görselleştirilmesidir. Süreç benzetim kabiliyeti ile bilgi akışı görselleştirilmesinin, işletmenin yönetim kontrol paneli yapısını beslemesi hedeflenmiştir.

Halevi ve Wang (2007), bilgi temelli üretim stratejisi ortaya koymuşlardır. Makalede üretim sürecinin tüm aşamalarını (Malzeme İhtiyaç Planlama-MRP, Malzeme Kaynak Planlama-MRPİI ve Kapasite Planlama) dinamik lojistik programına bütünleştiren bir metot sunulmuştur. Tüm planlama adımları boyunca ürün ağaçları ve dinamik rotalama kullanılmıştır. Üretim planlama ve kontrol için sistem mimarisi oluşturulmuş ve planlama aşamaları adım adım açıklanmıştır. Dinamik programlama metodunun kullanımı ile temin süresinin düşeceği öngörülmüş, örnek uygulamada 35 periyot, 21 periyoda düşmüştür.

Guo (2009), çalışmasında Çin’de üretim sektörünün bir değerlendirmesini yaparak geliştirilmesi gereken noktalara dikkat çekmiştir. Makalede, Çinli üretim işletmelerindeki eksikliklerin sistemdeki bilginin yönetilmemesinden kaynaklandığı belirtilerek, üretim işletmelerinde bilgi yönetim sistemi kurulmasının gerekliliği vurgulanmıştır. Genel olarak bilgi yönetim sistemi mimarisi açıklanarak, Çin’deki üretim şirketlerinde araştırma geliştirme için bilgi yönetim sistemi fonksiyonel modülü tasarlanmıştır. Bu modül, bilgi tabanı yapısı, bilgi akışı, bilgi araştırması, bilgi topluluğu için kullanılacak forumlar, yenilikçi bilgi, yönetim hakları ve sistem yönetimi alt yapılarından oluşmaktadır. Bu modül, Çinli üretim şirketlerinin uygulamaları için önerilmiştir.

Bu çalışmalara ek olarak, etkin bilgi yönetimi kriterleri belirlenmesi (Öztemel ve Arslankaya, 2004), bilgi yönetimi stratejisi (Tseng, 2008), bilgi yönetimi faktörleri (Paiva ve diğ., 2008; Wang ve Chang, 2007) ve yeni ürün geliştirmedeki kritik başarı faktörleri (Chen ve diğ., 2008) üzerine çalışmalar yapılmıştır.

Öztemel ve Arslankaya (2004), yaptıkları çalışmada bilgi yönetimini etkin kılacak olan ölçütler belirlemiş ve açıklamıştır. Öncelikle, bilgi tanımlanmış ve bir kurum için bilginin değeri ortaya konulmuştur. Daha sonra, bilgi yönetimine genel bir bakış yapılarak genel ilkeler belirlenmiştir. Bundan sonra, bilgi yönetiminin etkinliğini belirleyen ölçütler açıklanmış ve değerlendirilmiştir. Değerlendirme ölçütleri: bilginin kaynaklarını belirlemek ve izlemek; bilgi paylaşımını sağlamak ve

erişilebilirlik; bilgiyi iyileştirmek, ortama uyumunu sağlamak ve esnek olmak; pozitif değer katmak; entelektüel sermayeyi yasal koruma altına almak; organizasyonel değişim, bilgi işçileri ve organizasyonel rolleri belirlemek; bilgi kültürünü oluşturmak; bilgi yönetimi stratejilerini belirlemek ve izlemek; sistematik bir yönetim yaklaşımı uygulamak; bilgi yönetimi süreçleri oluşturmak ve iyileştirmek; bilişim teknolojilerinden ve bilgi yönetimi araçlarından faydalanmak; bilgiye dayalı yönetim araçlarını kullanmak; kurumsal zekâyı belirlemek ve ölçmek; öğrenen organizasyon oluşturmak; bilgi yönetimi konusunda gerekli liderliği göstermek; yenilikçi olmak ve değişimi izlemek; rekabet avantajı sağlamak; riskleri yönetmek; ölçme ve değerlendirme sistemini kurmak olarak sıralanmıştır.

Tseng (2008), stratejik bilgi yönetimi için üç süreç belirlemiştir: bilgi yönetimi stratejisi, bilgi yönetimi planı ve bilgi yönetim planı uygulaması. Bu süreçlerin uygulama analiz sorularını belirlemiş ve 57 firmadan elde edilen sonuçları yorumlamıştır. Böylece, stratejik bilgi yönetimi için bir performans indeksinden bahsetmiş ve bunun yanı sıra firmaların finansal ve finansal olmayan performanslarını değerlendirmiştir.

Paiva ve diğ. (2008), çalışanların birçok işte uzmanlık kazanmalarının, firmaların bilgi yaratma süreci için kritik öneme sahip olduğunu vurgulamışlardır. Stratejik süreçleri, bilgiyi uygulamada ve yaratmada kaynak kabul eden “kaynak temelli görüş” yaklaşımı ile analiz etmek gerektiğini belirtmişlerdir. Kaynak temelli yaklaşımdan, örgütsel bilgi ve üretim stratejisi süreci için bir model tasarlamışlardır. Bu modelde, firmaların üretim stratejilerini belirlerken, kaynaklarını da içeren çeşitli girdiler ve içsel düzenlemeleri değerlendirmişlerdir. Bu hipotez modeli, istatistik yazılımı ile analiz edilmiş, içsel ve dışsal bilgi değişkenleri arasındaki ilişki gösterilmiştir. İstatistiksel değerlendirmede, kullanılan soruların cevaplanmasında 5’li gösterge çizelgesi kullanılmış ve sonuçta örgütsel bilginin, üretimin diğer fonksiyonel alanlarla daha fazla bütünleşmesinde kaynak olduğu gösterilmiştir. 104 firmadan toplanan veriler ile istatistik çalışması yapılmıştır.

Wang ve Chang (2007), organizasyonda bilgi yönetimi uygulamalarını etkileyen faktörleri vurgulamak amacıyla, bulanık analitik hiyerarşi metodu yardımıyla faktörler arasındaki karşılıklı ilişkilerin belirlenmesini sağlamışlardır. Karar vericiler arasında, bu faktörlerin karşılıklı sözlü değerlendirmeleri yapılmış ve bunlar bulanık sayılara dönüştürülmüştür. Bilgi yönetimi faktörlerinin ağırlıkları belirlenmiştir.

Bütün bu çalışmada, gerçek bir uygulama yapılarak sonuçlar tartışılmıştır. Uygulama, LCD monitör üreticisi bir firmada 11 değerlendirmeciyle yapılmış ve metodun uygunluğu gösterilmiştir.

Chen ve diğ. (2008), yeni ürün geliştirmedeki kritik başarı faktörlerini tartışmışlar, ardından otuz yedi kritik başarı faktörünü on unsur içeren üç grupta basitleştirmişler ve Delphi metoduna değinmişlerdir. Uygulanan modeli, ANP (İng: Analytic Network Process) ve duyarlılık analizi ile değerlendirmişlerdir. Yeni ürün geliştirmenin etkili, verimli ve yenilikçi olabilmesi için uygun bilgi yönetimi ve süreç geliştirme yönetimini içeren ürün yaşam çevrimi yönetiminin gerekli olacağı vurgulanmıştır. Uygulama için Çin’de küçük ev eşyaları yapan bir üretici kullanılmış ve duyarlılık analizli ANP metodu kullanarak modelin etkinliği gösterilmiştir.

Literatürdeki bu çalışmalara ek olarak, bilgi birikimi performans değerlendirmesi (Li ve diğ., 2009) ve bilgi yönetimi olgunluk düzeyinin ölçülmesi (Polat ve diğ., 2003) üzerine yayınlanmış çalışmalar bulunmaktadır.

Li ve diğ. (2009), tarafından yayınlanan makalede katılımcı üretim süreçleri yönetimi için dinamik performans değerlendirme modeli kurulmuştur. İlk olarak bilgi zinciri dinamik performans değerlendirme için matematiksel bir model ortaya konulmuş ve performans değerlendirme indisi modeli tasarlanmıştır. Performans değerlendirme modelinde ağırlık faktörleri Delphi metodu kullanılarak hesaplanmıştır. Yapılan örnek uygulama çalışmasında, her bir bilgi biriminin performans değeri hesaplanarak belirlenmiştir.

Polat ve diğ. (2003), Arçelik fabrikasında bilgi yönetimi elemanları ve bu elemanlar arasındaki etkileşimleri dikkate alan başarılı bir uygulama yapmışlardır. Arçelik fabrikasında, bilgi yönetimi olgunluk düzeyini belirleme modeli oluşturmuşlar ve bu modeli kullanarak bir değerlendirme yapmışlardır. Çalışmada ayrıca, bilginin yapısı anlatılmış ve değerlendirmede kullanılabilecek sorular verilmiştir.

Ayrıca, öğrenme modelleri (Kavsi ve diğ., 2003) ve uzaktan eğitimin üretim maliyetlerine etkisi (Xin, 2009) üzerine yayınlanmış çalışmalar da incelenmiştir.

Kavsi ve diğ. (2003), proje kuruluşları için bilgi yönetimini esas alan “Öğrenme Programı Modeli” geliştirmişlerdir. Genel olarak, projelerin potansiyel çıktılarının neler olabileceğini belirtmişler ve proje organizasyonunda araştırma-geliştirme programlarında hafıza sisteminden bahsetmişlerdir. Vaka çalışması, iki ulusal

çerçeve programı (çeşitli ulusal ve uluslararası kuruluşlar) ve bir gözden geçirme projesinden oluşmuştur. Bu vakaların toplamında, 24 proje katılımcısı ile görüşülmüş ve çeşitli sorular sorulmuştur. Sorulara verilen cevapların değerlendirilmesinde dörtlü gösterge çizelgesi kullanılmıştır. Sonuçta, bilgi yönetimi pratikleri tartışılmıştır.

Xin (2009), üretimde çalışanların eğitimi ile üretim maliyetlerinin düşmesi için esnek uzaktan eğitim sistemi (İng: E-Learning System) tasarlamayı hedeflemiştir. Tasarlanan uzaktan eğitim sistem mimarisi, 3 katmandan oluşmaktadır. Birinci katman, kullanıcılar ve sistem arasında arayüz olarak çalışmakta ve bu katmanda 4 modül bulunmaktadır: kullanıcı profil modülü; eğitim modülü; forumlar/sorular; eğitimci modülü. Orta katman, ön kullanıcı katmanı ve geri destek katmanı arasında iletişimi sağlamaktadır. İletişim kodları için SQL kullanılmıştır. Kullanıcıların sisteme mobil cihazları ile erişmeleri halinde, SQL mobil iletişim kodları kullanılmaktadır. Uygulama sunucuları ve ağ sunucuları için ASP.net kullanılmıştır. Üçüncü katman olan geri destek katmanında, uygulama ve ağ sunucuları ile kullanıcı profili veritabanı, eğitim modülü veritabanı, forumlar/sorular veritabanı, bilgi deposu ve sistem değerlendirme bölümleri mevcuttur. Bilginin sunumu, stajyerlik, toplu öğrenme ve bağımsız öğrenme şeklinde gruplandırılmıştır. Ayrıca çalışmada, uzaktan eğitim sisteminin uygulama aşamaları için bir algoritma ortaya konulmuştur.

Bunlara ek olarak literatürde entelektüel sermaye varlıkları üzerine çalışmalar mevcuttur. Örnek olarak, Çıkrıkçı ve Daştan (2002), Kok (2007) tarafından yapılan çalışmalar gösterilebilir.

Çıkrıkçı ve Daştan (2002), yaptıkları çalışmada, bilişim çağını yaşayan işletmelerin sahip oldukları entelektüel değerlerin ne anlama geldikleri, hangi unsurlardan oluştukları, nasıl ölçülebildikleri ve söz konusu değerlerin finansal tablolara nasıl aktarılabileceği konusunu incelemektir. Bunun için çalışmada ilk önce entelektüel sermaye kavramı üzerinde durulmuş, daha sonra entelektüel sermaye unsurları belirtilerek işletmelerde entelektüel değerlerin bu unsurlar bazında ölçülmesi konusuna değinilmiştir. Çalışmanın sonunda ise, özellikle Türkiye’de tek düzen muhasebe sistemi ile uyumlu bir şekilde, mevcut entelektüel değerlerin temel finansal tablolara nasıl aktarılabileceği konusu değerlendirilmiştir.

Kok (2007), makalesinde entelektüel sermayenin yapı taşları olan insan sermayesi, yapısal sermaye ve müşteri sermayesinden bahsetmiş ve yüksek öğrenimde bilgi

yönetiminin önceliklerini tartışmıştır. Üniversite eğitiminde, insan sermayesi olarak üniversite çalışanlarından bahsedilmiş, yapısal sermaye için yenilikçilik ve entelektüel varlık haklarının önemine ve müşteri sermayesi için üniversitenin bilgi ortaklarının önemine değinilmiştir. Daha sonra, Güney Afrika'daki bir üniversite için entelektüel sermayenin ölçümünde hangi göstergelerin kullanıldığı üzerinde değerlendirme yapılmıştır.

Literatürde, bilgi yönetiminin alt konularından olan bilgi haritaları (Eppler, 2008; Kim ve diğ., 2003b) ve bilgi bilançoları (Thorbjornsen ve Mouritsen, 2003; Bukh ve diğ., 2001; Mouritsen ve diğ., 2001; Mertins ve diğ., 2006) üzerine çalışmalar mevcuttur.

Eppler (2008), bilgi yönetim süreçlerini desteklemek için bilgi haritalarının nasıl sınıflandırılabilirliği üzerine bir çalışma yapmıştır. Çalışmasında, harita formatlarını karşılaştırmak için bir tablo hazırlamış ve bilgi haritaları için örnekler sunmuştur.

Kim ve diğ. (2003b), örgütsel bilgiyi yakalayan ve sunan pratik bir yöntem sunmaktadır. Yöntem, örgütsel bilgiyi tanımlayan ve neticede bilgi haritasına yerleştiren 6 adımlık bir izlek içermektedir: örgütsel bilgiyi tanımlamak, süreç haritası analizi, bilgiyi açığa çıkarmak, bilginin görünüşünü çizmek, bilgiyi ilişkilendirmek, bilgi haritası oluşturmak. Bilgi haritası, 2 temel bileşenden oluşmaktadır. Haritada, düğüm noktaları o iş sürecinden elde edilen bilgiyi; bağlantılar ise bilgiler arasındaki ilişkileri ifade etmektedir. Bir çelik şirketine vaka çalışması yapılmıştır.

Thorbjornsen ve Mouritsen (2003), şirket çalışanlarının bilgi yaratmadaki rollerini tartışmışlardır. Bunun için 3 örnek ele alınarak, bu kuruluşlardaki kişisel merkezli bilgi bilançoları açıklanmıştır. Kişisel yeterlik bilançolarının, organizasyonun varlığı olduğundan bahsedilmektedir. Çünkü bu tablolar hem organizasyonun ödül sistemi hem de kârlılığı için kaynak oluşturmaktadır. Bilgi bilançosu, bilgi yönetimine nasıl yaklaşılacağına bir örnektir. Bu amaçla üç şirketteki kişisel yeterlikleri ölçen bilançolar incelenmiştir. Birinci şirkette çalışanların niteliklerini ölçmek için 6 ana kategori (özerklik ve sorumluluk; hizmet ve işbirlikçi yönlendirme; profesyonel yeterlilik; verimlilik ve kalite; gelişme ve yeniden yapılanma becerileri; iletişim becerileri) belirlenmiştir. Bu kriterler üzerinde 0.5-5.5'lik bir skala kullanılmış ve kriterlerin ağılıkları tespit edilerek, ağırlıklı ortalamalar hesaplanmıştır. İkinci şirkette, bilgi alanları belirlenmiş (bilgi gelişimi olmayan faaliyetler; müşteriler;

uzmanlık/metot; danışmanlık rolü) ve bu alanlar üzerinde çalışanların bilgilerindeki yıllık artış hesaplanmıştır. Üçüncü şirkette ise yeterlikler açısından değerlendirme yapılırken, 5'lik gösterge çizelgesi kullanılmış, çalışanların hazırlanan yeterlik listelerinden kendilerini 5 üzerinden değerlendirmeleri istenmiştir. Buna ek olarak, yönetim her bir bölüm için 10 stratejik hedef belirlemiş ve performans gözden geçirmelerinde çalışanların seviyesi ve hedeflere ulaşmışlıkları tartışılmıştır. Sonuçta, makalede genel bir değerlendirme yapılmıştır.

Bukh ve diğ. (2001), 19 Danimarka şirketindeki bilgi bilânçosu gelişimini analiz etmektedir. Kullanılan modelde, kaynak, nitelik ve sonuç temalarını görünür hale getirmek için 3 ölçüden (ne?, ne yapıldı?, ne olmaktadır?) yararlanılmaktadır. Kullanılan formda firmalar için 4 ayrı kategoriye (çalışanlar, müşteriler, süreçler, teknoloji) karşılık gelen sütunlar, “etki ölçüsü”, “içsel anahtar göstergeleri” ve “istatistiksel bilgi” satırları ile ilişkilendirilerek, firmanın durumu görünür hale getirilmektedir. Makalede, ayrıca 4 şirket için vaka çalışmasından bahsedilmektedir.

Mouritsen ve diğ. (2001)'nin makalesinde, bilgi bilânçosu insan, organizasyon ve müşteri sermayesi olmak üzere 3 başlıklı bir model olarak genişletilmiştir. Bunun için; çalışanlar, müşteriler, süreçler, teknoloji arasındaki tümlemelerden bahsedilmiş ve etkiler, niteliksel faaliyetler ve kaynaklar tanımlanmıştır. Bir şirket üzerinde, bilgi bilânçosu için vaka çalışması yapılmış ve şirketin bilgi yönetimi faaliyetleri izlenebilir hale getirilmiştir.

Mertins ve diğ. (2006), Avrupa'daki orta ölçekli kuruluşların yenilikçilik potansiyellerini geliştirmeleri için bilgiyi verimli kullanmaları gerektiğini vurgulamışlardır. Daha sonra, bilgi bilânçoları için Avrupa'da ortak bir görüş birliği bulunmadığını belirtmişler, Alman ve diğer bilgi bilânçosu yapılarıyla ilgili genel bir çerçeve tanımlamışlardır.

Tüm bu çalışmalara ek olarak literatürde, bilgi yönetiminin alt konusu olan bilgi teknolojilerinin çeşitli alanlarda kullanımı incelenmiştir. Özellikle, Qifeng (2008); Jia ve diğ. (2007); Keane ve diğ. (2007); Eldridge ve diğ. (2000); Cochrane ve diğ. (2009); Raza ve diğ. (2009); Prasad (2000); Hou ve diğ. (2008); Shanhui ve diğ. (2006) çalışmaları bunlara örnek olarak verilebilir.

Qifeng (2008), üretim süreç temelli bilgi çevrimi için bilgi yönetim operasyon modu oluşturmuş ve bilginin keşfi, paylaşımı, değerlendirilmesi ve yenilikçilik açısından

bu mod üzerine araştırma yapmıştır. Bütünleşik bilgi yönetimi operasyon modu, üretim süreçlerindeki bilgi çevrimine dayanmakta ve üretim bilgi çevrimi katmanı, üretim işletme katmanı, üretim süreci bilgi yönetimi katmanını içermektedir. Geleneksel bilgi çevrimine benzer şekilde, üretim bilgi çevrimi de 4 aşamadan oluşmaktadır: üretimde bilginin keşfi; elde edilmesi ve depolanması; bilginin paylaşımı ve uygulanması; değerlendirme ve yenilikçilik. Üretim işletme katmanı, üretim süreçleri ve bilgi sistemleri (ERP, MES, CAM, CAPP, DPM, vb.) ile ilgilidir. Çalışmada bu mod, otomobil klimaları üreten bir firmaya uygulanmış ve uygunluğunu ispatlanmıştır.

Jia ve diğ. (2007), üretim işletmesinde bilgisayar yardımıyla süreç planlamasında (İng: Computer Aided Process Planning-CAPP), bilginin elde edilmesi problemi için süreç planlama bilgi modeli analiz etmişlerdir. Süreç planlama, bilgi keşif teknolojisi temelli bilgi modeli sürücüsü, CAPP platformu destekli 863/CIMS üzerinde Çin’de uygulanmıştır. Sistemde, süreç planlama istatistiği, süreç planlama bilgileri, en iyileme ve karar verme kuralları tutulmuştur.

Keane ve diğ. (2007), öğrenen organizasyon ve varlık yönetimine destek olarak süreç temelli bilgi yönetimi için pratik bir metodoloji sunmuşlardır. Üretimde bilgiyi tanımlamada, süreç haritalamanın önemini vurgulamışlar ve intranet temelli bilgi paylaşım sistemi kullanarak bilginin organizasyonda ulaşımını kolaylaştırmış, yaygınlığını artırmışlardır. Bu çalışmada ayrıca, süreç temelli bilgi yönetim sisteminin üretim şirketlerinde uygulanması üzerine bir vaka çalışması yapılmıştır.

Eldridge ve diğ. (2000), kalite maliyeti belirlemedeki zorluklara, bilgi yönetimi tekniklerini kullanarak bir çözüm bulmayı amaçlamışlardır. Kalite maliyetleri ile ilgili bilgileri toplamak ve değerlendirmek için bir yazılım kullanmış ve bu yöntemin geleneksel yöntemlerden daha etkin olduğunu vurgulamışlardır. Uygulama olarak, başka bir vaka çalışmasının verileri kullanılarak, otomotiv sanayi için elektrik komponentleri ve kontrol sistemleri üreten firmada değerlendirme yapmışlardır.

Cochrane ve diğ. (2009), yaptıkları çalışmada tasarım destek sistemlerinde üretim verileri için doğrulama metodolojisi ihtiyacını açıklamışlar ve PSL ontolojisini (ISO CD18629) temel alan bütünsel sistem geliştirme metodolojisi önermişlerdir. Bu metodolojide, doğrulama prosedürlerinin kullanımı test edilmiş ve çeşitli kategorilerdeki üretim bilgisi, süreç özellik dili PSL ontolojisi üzerine haritalanmıştır. Bu çalışma, endüstriyel vaka çalışmalarıyla (döküm, metal işleme)

desteklenmiştir. Süreç özellik dili, süreç planlarını tanımlamakta kullanılmaktadır. Ontoloji, bir çevreyi tanımlamak için şemalarla ilişkilendirilmiş kurallar ve kısıtlar kümesini vermektedir. Ürün ve üretim uzmanları, örtülü bilgiyi kullanarak varsayımlarda bulunmaktadır. Kullanılan metodolojide, üretim bilgisi bir bilgisayar modeline aktarılmıştır. Bu çalışma ile karar destek sistemlerinde, üretim stratejilerinin nasıl tanımlanacağı ve doğrulanacağı açıklanmıştır. Tanımlama, uygulama programlama arayüzü- paylaşım modeli (planlama, kapasite, teknoloji) ile biçimlendirilmiş stratejileri içermektedir ve PSL ontolojisine dayandırılmıştır.

Raza ve diğ. (2009), mevcut ürün yaşam çevrimi yönetiminin (İng: Product Lifecycle Management, PLM), bilgi yönetimi aracı olarak nasıl kullanılabileceğini açıklamışlardır. Bir bilgi yönetimi aracı olarak PLM kullanılmasının amacı, teknoloji ve ürünlerdeki değişimlere cevap verebilmek için teknoloji yoğun organizasyonların yeteneklerinin iyileştirilmesidir. Uygulama, Ford Motor şirketinde yapılmıştır. Ford'un veritabanlarında, mevcut olan çok sayıda ürün ve makina parça bilgilerinin sunulması ve bilginin yakalanması için ontoloji geliştirilmesi, büyük ölçekli üretim/montaj sürecinin hızla iyileştirilmesini sağlamıştır. Bu yaklaşım, çevik üretime destek amacı ile süreçleri beslemeyi hedeflemiştir. Çalışmada, mevcut işlerin bilgi yönetimi için ontolojilerde kullanımının ürün yaşam çevrimi yönetimine uygulanması, ağ servis altyapılarıyla Ford Motor'da test edilmiştir.

Prasad (2000), Bilgisayar Bütünleşik İmalat (İng: Computer Integrated Manufacturing, CIM) ile Eşzamanlı Mühendislik (İng: Concurrent Engineering, CE) ve bilgi yönetiminin bütünleştirilmesi için bilgi sistemi önermiştir. Makalede üretim otomasyon alanları, eşzamanlı mühendislikte ürün tasarımı adımları ve geliştirme süreçleri ortaya konulmuştur. Bilgi sistemi elemanları olarak talep edilen faktörler, işler ve süreçler, takım çalışması, üretim teknikleri, teknoloji, iş süreçleri ve araçlar tanımlanmış ve ardından bir bilgi sistemi mimarisi oluşturulmuştur. Çalışmada ayrıca, işletmenin eşzamanlı mühendislik otomasyon ilişkileri için yol haritası sunulmuştur.

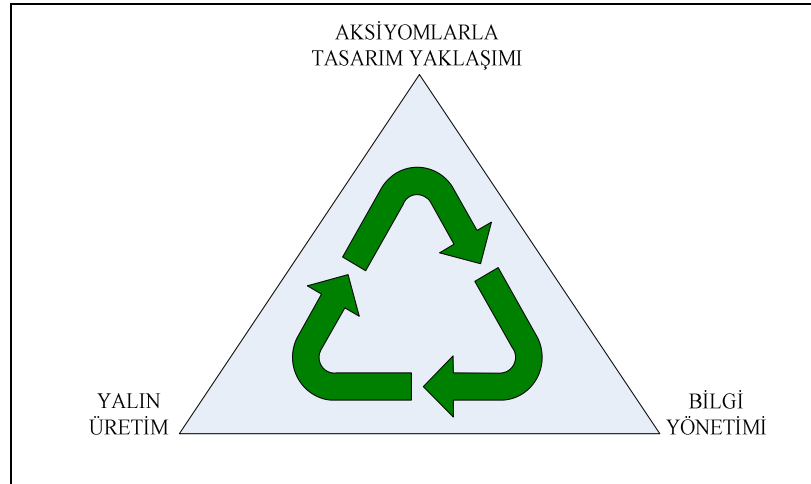
Hou ve diğ. (2008), üretim için katılımcı tasarımda bilgi yönetimi başlıklı makalelerinde, ürün yaşam çevriminden bahsederek bilgi paylaşımının ön planda olduğu katılımcı tasarım süreci yapısını kurmuşlardır. Bilgi yönetimi yapısında, bilgi 3 grupta toplanmıştır: ürün bilgisi, önceki projelerle ilgili bilgiler ve ürün yaşam çevrimi kısıtları. Bilgi yönetiminin iki ana bölümü, ürün modeli ve üretim bilgi

modeli oluşturulmuştur. Çalışmada, bilgi yönetimi ontolojisi ve platformu tasarlanmıştır. Tasarlanan platformda 5 bölüm mevcuttur: tasarım araçları, bilgi ajanları, süreç gözlem ve bütünleştirme, ürün modeli ve üretim süreci. Bu çerçevenin tasarımcılara, ürün yaşam çevrimindeki işler için yardımcı olacağı belirtilmiştir.

Shanhui ve diğ. (2006), süreç odaklı ürün bilgi yönetimi üzerine yayınladıkları makalede, iş süreçleri ve bilgi süreçleri arasındaki ilişkinin analiz edilerek bütünleştirilmesi hedeflenmiştir. Önerilen bilgi yönetim modeli, 4 bölümden oluşmaktadır: bilgi türünün tanımı, meta-bilgi (bilgi yapısı ve fonksiyonu), ürün yaşam çevrimi bilgisi (ihtiyaçlar, tasarım, üretim, satış, servis, geri dönüşüm) ve organizasyon bilgisi. Makalede, iş süreçleri ve bilgi süreçlerinin bütünleştirilmesi için tasarlanan bütünleşik sistem modelinde, uygulama katmanındaki bilginin paylaşılması, keşfi ve tekrar kullanılması, lojik katmandaki ürün yaşam çevrimi süreçleri ile ilişkilendirilmiş ve fiziksel katmanda bilgi yönetim modelini besleyecek veritabanları ve bilgi depolarına yer verilmiştir.

3. YALIN DÖNÜŞÜMDE BİLGİ YÖNETİM SİSTEMİ

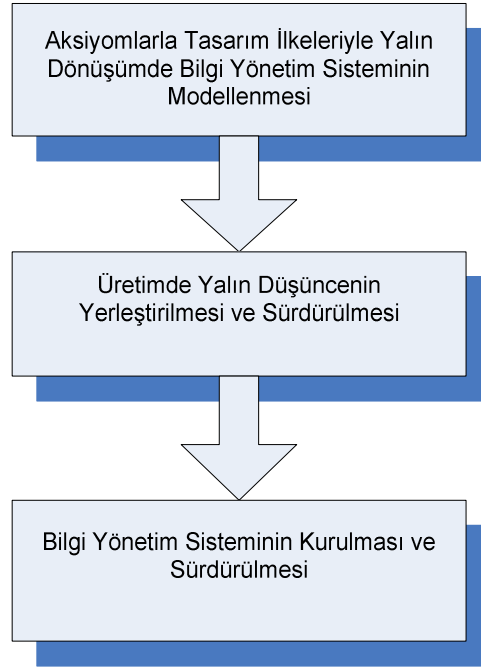
Yalın üretimin ekonomik faydaları; düşürülmüş temin süresi, yüksek ürün çıktısı, daha az alan ihtiyacı ve düşük süreç içi stoku içerir (Liker, 1998). Yapılan çalışmada amaçlanan, üretim sisteminin performansını sürekli iyileştirmek için hem yalın üretim tekniklerinin hem de bilgi yönetiminin birlikte uygulanacağı bir sistem tasarlanmasına sistematik bir yaklaşım olarak aksiyomlarla tasarım modeli kurulması ve bu modeli temel alacak uygulama adımlarının gerçekleştirilmesidir. Çalışmadaki genel çerçeve Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 : Çalışmanın genel çerçevesi.

3.1 Yöntem Hakkında Genel Bilgi

Yalınlaşmayı hedefleyen kuruluşlar, gerekli bilgiyi açığa çıkarmak, yaymak ve yönetmekle sistemin devamlılığını ve gelişimini sağlayabileceklerdir. Bu amaçla, tüm sistemde ve üretim süreçlerinde planlanan düzenlemelerde, fonksiyonel ihtiyaçlar ve tasarım parametreleri arasındaki ilişkilerin belirlendiği aksiyomlarla tasarım yaklaşımının kullanılması kararlaştırılmıştır. Çalışmanın ana adımları Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2 : Çalışmanın ana adımları.

Bu çalışmada, yalın dönüşümde bilgi yönetim sistemi için aksiyomlarla tasarım ilkelerine göre fonksiyonel ihtiyaçlar-tasarım parametreleri (FR-DP) hiyerarşisi tasarlanmıştır. Önerilen yöntemde aksiyomlarla tasarım prensiplerine göre hazırlanan ve uygulayıcılara sistematik çözümler sunan bir model kullanılmaktadır.

Sistematik tasarım adımlarında sistemin yalınlaştırılması ve bilginin yönetilmesi ile tasarımdaki bilgi sahalarının oluşturulup tüm sistemin modellenmesi planlanmıştır. Aksiyomlarla tasarım yaklaşımı kullanılarak, yalın üretim ilkeleri ve bilgi yönetimi altyapısının bileşenleri ile bilgi süreçleri arasındaki ilişki matrisleri oluşturulacaktır. Çalışmada ilk olarak, üretim sistemine yalın düşüncenin yerleştirilmesi amacıyla üretimin temel konuları üzerinde bir değerlendirme yapılması ve buradan hareketle endüstriyel bir kuruluşun fonksiyonel bilgi sahasındaki fonksiyonel ihtiyaçlar kümesinin tespit edilmesi planlanmıştır. Tasarımın hiyerarşik yapısını oluşturabilmek amacıyla, fiziksel bilgi sahasındaki tasarım parametrelerinin belirlenmesi ve fonksiyonel ihtiyaçlar ile ilişkilendirilmesi hedeflenmektedir.

Geliştirilen rehber, yalın dönüşüm ve bilgi yönetimi sürecindeki tüm adımları içermektedir. Uygulama başlangıcında, yalın dönüşüm sürecine firma çapında katılımın sağlanması için tüm çalışanların hazırlanan eğitim programları ile bilinçlendirilmesinin ardından, mevcut sistemin analizi yapılarak dönüşüm stratejisine karar verilmelidir. Buna bağlı olarak, hücreli üretim sistemi tasarımına

geçiş için gelecek durum değer akış planlamasına ihtiyaç olmaktadır. Üretim sisteminin yalınlaştırılması çalışmalarının ardından sistemdeki bilginin yönetilmesi için açık ve örtülü bilgi yönetimi planlaması gerçekleştirilmektedir.

Üretim sırasında, belirlenen performans ölçütlerinin değerlendirilmesi ve karşılaştırılması için gerekli veriler toplanmalıdır. Bilgi yönetimi destekli yalın üretim sisteminin hedef performans ölçütlerini başarabilmesi amacıyla sistem düzenlemelerini içeren sürekli gelişim için geri besleme prosedürü düşünülmektedir.

Yalın üretim, ürüne odaklanmış üretim ve montaj hücrelerini kullanmaktadır. Bu hücreler genellikle, U şeklinde düzenlenmiş, ürün çeşitliliğinin gözönünde bulundurulduğu dengeli iş akışına sahip, israflardan arınmış ve yüksek kalitede üretim yapan süreçlere sahip, düşük üretim maliyeti olan sistemlerdir.

Melez üretim sistemleri, üretim hücreleri ile fonksiyonel yerleşimin birlikte kullanıldığı sistemlerdir (Shambu ve Suresh, 2000). Önerilen metodolojiye uygun olarak, hücresel veya melez üretim sistemi yerleşimi perspektifi ile üretim ortamının düzenlenmesinde yalın düşünce esaslı yatırım planlama yaklaşımı için bir algoritma önerilmektedir. Çalışmada, melez yerleşim sisteminin daha çok ürün esnekliği sağladığı ve makina alımı için daha az sermaye yatırımı gerektirdiği öngörülmektedir.

Sanayide yeni makina alımına karar vermek üst yönetim için zorlayıcı bir sorumluluktur. Üretim endüstrisindeki yeni makina alım kararlarının birçoğunun işletmeye fayda sağlamayan, ekonomik olmayan yatırımlarla sonuçlandığı görülmektedir (Sullivan ve diğ., 2002). Bu sebeple çalışmada önerilen algoritmanın, hücresel veya melez yerleşimde, etkili yeni makina alım kararları için bir yol haritası olacağı düşünülmektedir.

Yapılan çalışmanın temelinde, üretim sisteminin performansını artırmak amacıyla yalın üretimin uygulandığı bir ortamda, sadece israflardan arınma ve değer akışına odaklanmanın yeterli olmayacağı, aynı zamanda sistemdeki bilgi akışının da yönetilmesi gerektiği öngörülmektedir. Tasarlanan aksiyomlarla tasarım modelini destekleyen ve sistemdeki örtülü-açık bilginin yönetilmesine yardımcı olan bilgi yönetimi araçlarının da bu çalışmada kullanılması amaçlanmıştır. Çalışmada oluşturulacak bilgi bilançosunda, yalın üretimle sürece yönelik olarak yatay bir

bütünleşme yapılması hedeflenmiştir. Uygulamada bilgi bilançosu, bilgi haritası gibi bilgi yönetimi araçları ile yalın üretimde bilgi sayısallaştırılmaya çalışılacaktır.

Bu bölümü takip eden kısımda, Aksiyomlarla Tasarım Prensipleri ile geliştirilen yönteme ait FR-DP hiyerarşisi sunulmaktadır. Yine bu kısımda, FR-DP çiftlerine karşılık gelen tasarım matrisleri de gösterilmektedir. Son kısımda, genç odası mobilyaları üreten bir üretim sisteminin önerilen yöntem ile bilgi yönetimi destekli yalın üretim sistemine dönüştürülmesi gösterilmektedir. Çalışmanın sonunda çalışmayla ilgili sonuçlar belirtilmektedir.

3.2 Aksiyomlarla Tasarım ile Yalın Dönüşümde Bilgi Yönetim Sistemi Modeli

Oluşturulan modelin çalışmanın diğer adımlarına bir temel oluşturması amaçlanmıştır. Buradan hareketle bu modelin yalın üretim ve bilgi yönetiminin unsurlarını içerecek şekilde geliştirilmesi planlanmıştır. Aksiyomlarla tasarım modelinin ana adımları üçüncü seviyeye kadar detaylandırılmış ve çalışmanın ana hedefi olan üretim sisteminin yalınlaştırılmaya başlanmasının ardından sistemdeki bilginin yönetilmesi için üçüncü seviyede bulunan fonksiyonel ihtiyaçlardan “üretimde ve ofislerde bilgi akışının etkinliğini sağla” olarak tanımlanan fonksiyonel ihtiyacın, alt seviyelere inilerek detaylandırılmasına ihtiyaç duyulmuştur.

Üretim sisteminde, bilgiyi yönetmeden önce israfları yok etmek veya azaltmak gerekir. Gerçek gelişme bu şekilde sağlanır. Aksi takdirde israfları otomatikleştirmiş ve bilgisayarlaştırmış olabiliriz. Örneğin, malzeme taşıma israftır. Malzeme taşımayı yok etmek yerine bilgisayarlı otomatik taşıma sistemleri alırsak bu yüzeysel bir gelişme olur, böylece israfı otomatikleştirmiş ve bilgisayarlaştırmış oluruz. Oysa gerçek gelişme malzeme taşımayı yok etmektir. Otomasyon ve bilgisayarlaşma, yanlış yönetilen ve zayıf örgütlenmiş imalat sistemlerinin sorunlarını çözemeyecektir. Bilgi akışı, bilgisayar tanıtılmadan önce etkin olmalıdır (Black ve Hunter, 2003). Bu sebeple öncelikli olarak tüm sistemde yalın dönüşümün gerçekleştirilmesine başlanmasının ardından, bilgi yönetimi sistemi planlanmalı ve uygulamaya alınmalıdır.

Aksiyomlarla tasarımın ilk adımı fonksiyonel alanda sistem hiyerarşisinin en üst seviyesindeki fonksiyonel ihtiyacın tanımlanmasıdır (Suh ve diğ., 1998).

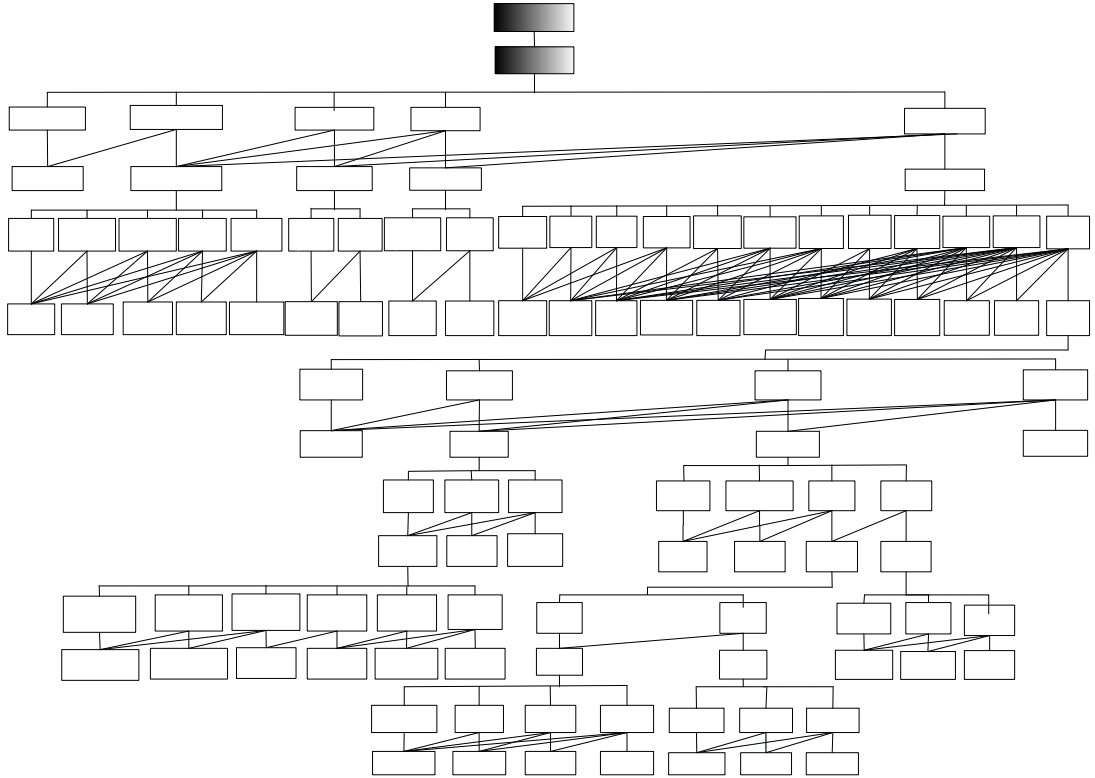
Adım 1. Fonksiyonel Sahada Fonksiyonel İhtiyaçların (FR) Belirlenmesi (FR1): İlk olarak, Şekil 3.3’de görüldüğü üzere fonksiyonel sahadaki sistem hiyerarşisinin en üst seviyesinde bulunan fonksiyonel ihtiyaç şöyle belirlenmiştir:

FR1= Bilgiye dayalı performans geliştirme sistemini kur

Yalın dönüşümü gerçekleştirmek isteyen kuruluşlar, israflardan arınmayı ve müşteri ihtiyaçlarına hızla cevap verebilmek için sistemi iyileştirmeyi amaçlarken; gerekli bilgiyi açığa çıkarmak ve yönetmekle sistemin devamlılığını ve gelişimini sağlayabileceklerdir.

Adım 2. Fiziksel Sahada Tasarım Parametrelerinin (DP) Belirlenmesi (DP1): Bir önceki adımda belirlenen sistem hiyerarşisinin en üst seviyesinde bulunan fonksiyonel ihtiyaca karşılık gelen tasarım parametresi, aşağıda belirtildiği gibi seçilmiştir.

DP1= Yalın dönüşümde bilgi yönetimi sistemi tasarımı



Şekil 3.3 : Yalın dönüşümde bilgi yönetim sistemi tasarımının ayrıştırılması.

Adım 3. Fonksiyonel İhtiyacın Ayrıştırılması (FR1): Aksiyomlarla tasarım ilkelerine göre ilk adımda belirlenen fonksiyonel ihtiyaca karşılık gelen tasarım parametresinin uygulanabilmesi için açıklık getirilmesi gerekiyorsa, fonksiyonel sahaya geri

dönölüp ilgili fonksiyonel ihtiyacın daha alt düzeyde fonksiyonel ihtiyaçlar kümesine ayrıştırılması gerekir (Suh, 2001). Bu durumda ilk adımda belirlenen fonksiyonel ihtiyaç ayrıştırıldığında (Şekil 3.4) aşağıda belirtilen alt seviyedeki fonksiyonel ihtiyaçlar elde edilebilir:

FR11= Müşteri taleplerini ve beklentilerini saptar

FR12= Çalışanları ve uzmanları yalın felsefe ve bilgi yönetimi hakkında bilinçlendirir

FR13= Üretim sistemini basitleştirmek amacıyla alt kümelere böl

FR14= İsrafları görselleştirir

FR15= Üretimde ve ofislerde israfı yok edecek planlamayı gerçekleştirir

Adım 4. Fonksiyonel İhtiyaçlara Karşılık Gelen Tasarım Parametrelerinin Belirlenmesi (DP1): İkinci aşamada belirlenen fonksiyonel ihtiyaçların her birine karşılık gelen tasarım parametreleri saptanır. Fiziksel sahaya geçilerek elde edilen bu ikinci aşamadaki tasarım parametreleri aşağıda verilmiştir:

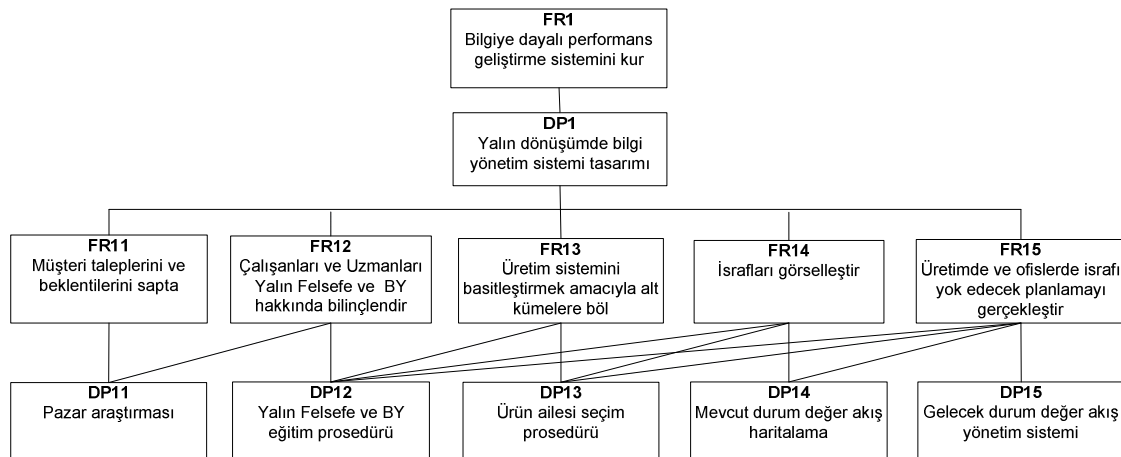
DP11= Pazar araştırması

DP12= Yalın felsefe ve bilgi yönetimi (BY) eğitim prosedürü

DP13= Ürün ailesi seçim prosedürü

DP14= Mevcut durum değer akış haritalama

DP15= Gelecek durum değer akış yönetim sistemi



Şekil 3.4 : Yalın dönüşümde bilgi yönetim sistemi tasarımında fonksiyonel ihtiyaçlar ve tasarım parametrelerinin ayrıştırılması (FR1n-DP1n).

Adım 5. Tasarım Matrisinin Oluşturulması (FR1-DP1): Daha önceden belirlenen fonksiyonel ihtiyaçlar ve tasarım parametreleri arasındaki ilişkiyi gösteren tasarım matrisi bu aşamada oluşturulur. Fonksiyonel ihtiyaçlar kümesi oluşturulurken belirlenen ihtiyaçların, aksiyomlarla tasarım ilkelerinin bağımsızlık aksiyomuna uygun olması çok önemlidir. Bağımsızlık aksiyomunun ihlal edilmesi durumunda oluşturulan tasarım matrisi, bağlı tasarım özelliği gösterir. Bu durumda fonksiyonel ihtiyaçlar kümesine tekrar dönülerek düzenleme yapılır ve seçilen fonksiyonel ihtiyaçlar bağımsızlık aksiyomuna göre yeniden belirlenir (Suh, 2001). Bu aşamadaki fonksiyonel ihtiyaçlar ile tasarım parametreleri arasındaki ilişkiyi gösteren tasarım matrisi (3.1) aşağıdaki gibidir:

$$\begin{bmatrix} FR11 \\ FR12 \\ FR13 \\ FR14 \\ FR15 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 & 0 & 0 & 0 \\ X & X & 0 & 0 & 0 \\ 0 & X & X & 0 & 0 \\ 0 & X & X & X & 0 \\ 0 & X & X & X & X \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} DP11 \\ DP12 \\ DP13 \\ DP14 \\ DP15 \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

Fonksiyonel ihtiyaçlar ile bunlara karşılık gelen tasarım parametreleri arasındaki ilişki, tasarım matrisinde X ile gösterilir. Eğer herhangi bir ilişki yok ise, 0 değerini alır. Yukarıdaki tasarım matrisi, ayrılmış tasarım olup, bağımsızlık aksiyomuna uygundur.

Müşteri Taleplerinin ve Beklentilerinin Saptanması (FR11-DP11): Pazar araştırması yapmak, işletmelerin verimli çalışma şartlarından biridir. Araştırmaya önem vermeyen şirketler çeşitli risklerle karşılaşır. Pazar araştırması, ürün, pazar ve tüketici ile ilgili sorunların çözümüne yardımcı olabilecek bilgilerin sistemli ve objektif bir şekilde toplanması ve analiz edilmesidir. Pazarlama araştırmasının kapsamı oldukça geniştir ve ürünleri, hizmetleri, pazar bilgisini, satış ve dağıtım faaliyetlerini ve tüketicileri kapsar. Pazar araştırması bir işletmeye, stratejisini gözden geçirme ve düzenleme imkânı verir (Megep, 2008). Üretim planlarının hazırlanmasında, talep tahminlerinde, müşteri ihtiyaçlarını karşılayabilecek ürünlerin üretimi ve yeni ürün geliştirmede pazar araştırmasının önemi büyüktür.

Çalışanların ve Uzmanların Yalın Felsefe ve Bilgi Yönetimi Hakkında Bilinçlendirilmesi (FR12-DP12): İşletmede insan kaynağının etkin bir şekilde kullanılabilmesi ve çalışana sorumlulukların bildirilmesi için en etkili yöntem

işgören eğitimdir. Yalın üretim ve bilgi yönetimi ilkelerinin uygulanabilmesi ve bunun işletme kültürü haline getirilmesi, çalışanların bilinçlendirilmesi amacıyla hazırlanacak eğitim programları ile mümkündür.

Üretim Sisteminin Basitleştirilmesi Amacıyla Alt Kümelere Bölünmesi (FR13-DP13): Yalın üretime geçişte pilot uygulamalar için ilk olarak ürünler, süreç-üretim fonksiyonları-müşteri ilişkileri matrisleri yardımıyla işleme benzerliklerine göre sınıflandırılır ve ürün aileleri belirlenir. Ardından ürün aileleri satış hacmine göre gruplandırılır. İyileştirmeye satış hacmi fazla olan ürün ailelerinden başlanması, iyileştirme çalışmalarının neticelerinin daha hızlı alınmasında etkili olacak ve uygulamaya bir sistematik getirecektir. Böylece uygulama, tüm ürün grupları seçilene kadar devam edecektir.

Ürün ailesi, üretim sürecindeki makinalar boyunca benzer süreç adımlarından geçen ürün grubu olarak tanımlanır. Ürün ailelerini belirleme analizi için genellikle Çok Ürünlü Süreç Şeması (İng: Multi-Product Process Chart) veya Makina Parça Matrisi (İng: Machine-Part Matrix) kullanılır. Parça çeşidinin çok olduğu durumlarda makina-parça matrisi kullanılması tercih edilir ve Kümelendirme Analizi (İng: Cluster Analysis) (Vakharia ve Wemmerlöv, 1995; Baker ve Maropoulos, 1997) için veri olarak kullanılabilir (Braglia ve diğ., 2006). Ürün-süreç-üretim fonksiyonları-müşteri ilişkileri matrislerinde, ürünler ile işlendiği süreçler arasındaki ilişki gösterilir. Böylelikle, kümelendirme analizi yapılarak aileler belirlenmiş olur.

Ürün miktar analizi yapmak, ürün karması sınıflandırması (İng: Product Mix Segmentation) için klasik bir yaklaşımdır. Ürün karması, pareto grafiği formunda gösterilir ve böylece toplam üretim miktarının farklı ürün çeşitleri arasında nasıl dağıldığının anlaşılması mümkün olur. Ürün miktar analizi yapılmasının altında yatan neden yüksek hacimli ürünlerin, katma değeri olmayan faaliyet maliyetlerinin (taşıma, süreç içi stok, kuyruk ve diğer operasyonel maliyetler) büyük kısmından sorumlu olmasıdır. Sonuçta yüksek hacimli ürünlerin değer akışına odaklanması, işletmenin genel performansını etkiler. İki tür Pareto analizi yapılabilir: ürün miktarına göre ve ürün cirosuna göre (Braglia ve diğ., 2006).

Pareto analizi yardımıyla belirlenen ve üretim miktarı yüksek olan ürün ailesinden başlanılarak, tüm ürün gruplarını kapsayacak şekilde metodolojinin adımları uygulanarak çalışma genişletilir.

İsrafların görselleştirilmesi (FR14-DP14): Belirlenen ürün ailesi için değerin ve israf kaynaklarının görünür hale gelmesi ve akışın nasıl olması gerektiğine karar verilmesi amacıyla mevcut durum için değer akış haritasının çizilmesi, yalın kavramlar (üretim düzgünleştirme, hazırlık süresi düşürme, makina bozulma oranları, çekme sistemi, vb.) ile tekniklerini (heijunka kutusu, smed, toplam üretken bakım, kanban kartları, vb.) birbirine bağlar.

Değer Akış Haritalama, yalın üretimde üretim sistemini yeniden tasarlamak için kullanılan bir araçtır (Rother ve Shook, 1998; Jones ve diğ., 2002; Pavnaskar ve diğ., 2003). İsrafları ve nedenlerini (bozulma, boş zaman, işgören eksikliği, vb.) tespit etmek için üretim istasyonlarının ana bileşenlerini ayırmak yararlı olur (Braglia ve diğ., 2006). Değer akış haritası yardımıyla ürünün rotası boyunca oluşan malzeme ve bilgi akışı görselleştirilerek, israf kaynakları tespit edilmeye çalışılır.

Üretimde ve Ofislerde İsrafi Yok Edecek Planlamanın Gerçekleştirilmesi (FR15-DP15): Yalın üretim tekniklerinin kullanılması ve sistemdeki bilginin yönetilmesi için geliştirilen metodolojinin son adımında, gelecek durum değer akışının görselleştirilmesi ve uygulama geçiş planlamasının yapılması gerekmektedir. Tasarımda sistemin geliştirilmesi amacıyla uygulanacak gelecek durum için öncelikli hedef, sistemi yatırım yapılmaksızın geliştirmeyi sağlayacak planlamayı gerçekleştirmektir. Bunun için mevcut kaynaklar ile yalın üretim tekniklerini kullanarak ürün ailelerine yönelik hücre tasarımları, Kaizen, Poka-Yoke, Toplam Üretken Bakım, üretimin düzgünleştirilmesi için Heijunka kullanımı ve çekme/melez sistem tasarımı uygulanması planlanmıştır. Öncelikli hedef, işletmenin sahip olduğu mevcut makinalar ile ürün aileleri için hücre tasarımı yapmaktır. Uygulama aşamasından önce yapılacak senaryo çalışmaları ile çeşitli senaryolar denenerek, yeni makina yatırımının gerekli olup olmadığına karar verilmesi için temin süresine dayalı maliyet analizi yapılması ve yeni makina alımının daha ekonomik olacağının anlaşılması durumunda yeni makinanın ekonomik ömrüne dayalı duyarlılık analizi yapılması planlanmıştır.

Sanayideki birçok uygulamada görüldüğü üzere sistemdeki darboğazların çözülmesinde, yeni makina yatırımı yapmanın anahtar çözüm olduğu inancı hâkimdir. Oysaki uygulamalarda yapılan yeni makina alımlarının büyük çoğunluğunun, gereksiz yatırımlar olarak israf kaynağı oluşturduğu gözlemlenmektedir (Sullivan ve diğ., 2002). Bu çalışmada, makina yatırımları için

sistematik yöntem getirilmiş ve yeni yatırım kararlarına ışık tutması amacıyla değer akış haritalarının kullanılması gerekliliğinin altı çizilmiştir.

Üretimdeki yalın uygulamaların desteklenerek bütünsel performansın artması, tüm organizasyon bünyesinde yalınlaşmanın sağlanması ile mümkündür. Bu sebeple, üretimi destekleyen diğer birimler için yalın ofis uygulamaları yapılması planlanmıştır. Yalın ofis çalışmaları için pilot çalışma gruplarının belirlenmesinin ardından, değer akış haritalandırma ve ayrıntılı süreç akış şemaları oluşturulması yardımıyla yeni süreç tasarımları yapılarak, ofis hücrelerinin oluşturulması ve görsel yönetim uygulamalarının pekiştirilmesi hedeflenmektedir.

Üretimde ve ofislerde israfı yok edecek yalın uygulamaların tamamlanmasının ardından sistemde bilgi yönetimi çalışmalarına başlanmalıdır. Bilgi yönetiminde amaç, sistemdeki açık ve örtülü bilgi kaynaklarının tam olarak kullanılmasıdır. Üretimde yalınlaşma gerçekleşmeden çoğu sorunun üzeri kapalı kalmaktadır. Sistemdeki bu örtülü sorunların ortaya çıkarılması ve çözülmesi ile örtülü bilgi açığa çıkmaktadır. Örtülü bilginin açık hale getirilmesiyle, açık bilgi niceliği artmış ve bilgiye erişim kolaylaşmış olacaktır. Üretimde ve ofislerdeki yalınlaşma çalışmaları, sistemdeki bilgi varlığının korunması ve kullanılması ile desteklenerek bütünleştirilmiş ve böylece amaçlanan bilgiye dayalı performans geliştirme sistemi kurulmuş olmaktadır.

Aksiyomlarla tasarım modelinde ele alınan israfların görselleştirilmesi için mevcut durum haritasının çizilmesi ve israfı yok edecek planlama için gelecek durum haritasının oluşturulması adımlarının uygulaması, Bölüm 3.3'te tasarlanan bir algoritma ile açıklanmıştır.

Adım 6. FR12' nin Ayrıştırılması: “Çalışanları ve uzmanları yalın felsefe ve bilgi yönetimi hakkında bilinçlendir” olarak belirlenmiş olan fonksiyonel ihtiyaç ile “Yalın felsefe ve bilgi yönetimi eğitim prosedürü” olarak belirlenmiş olan tasarım parametresi aşağıda belirtildiği gibi ayrıştırılmıştır (Şekil 3.5):

FR121= Yalın üretim ve bilgi yönetimi konusunda öğrenmeyi sağla

FR122= Yalın üretim ve bilgi yönetimi hakkında temel bilgileri katılımcılara aktar

FR123= Mevcut kaynakların etkin kullanılacağı bir eğitim programı hazırla

FR124= Yalın üretimde bilgi yönetimi faaliyetlerinin yaygınlığını sağla

FR125= Yalın üretim ve bilgi yönetimi eğitiminin etkinliğini sapta ve geliştir

Bu fonksiyonel ihtiyaçlara karşılık gelen tasarım parametreleri şu şekildedir:

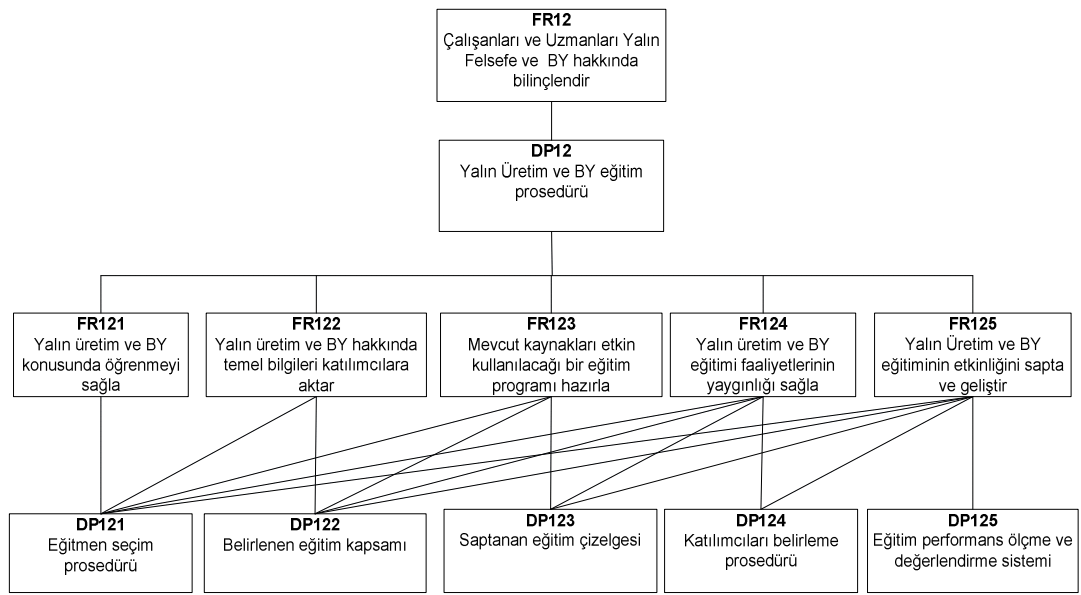
DP121= Eğitmen seçim prosedürü

DP122= Belirlenen eğitim kapsamı

DP123= Saptanan eğitim çizelgesi

DP124= Katılımcıları belirleme prosedürü

DP125= Eğitim performans ölçüm ve değerlendirme sistemi



Şekil 3.5 : FR ve DP ayrıştırması (FR12n-DP12n).

Fonksiyonel ihtiyaçlar ile tasarım parametreleri arasındaki ilişkiyi gösteren tasarım matrisi (3.2) aşağıdaki gibidir. Tasarım ayrılmış bir tasarım olup, bağımsızlık aksiyomuna uygundur.

$$\begin{bmatrix} FR121 \\ FR122 \\ FR123 \\ FR124 \\ FR125 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 & 0 & 0 & 0 \\ X & X & 0 & 0 & 0 \\ X & X & X & 0 & 0 \\ X & X & X & X & 0 \\ X & X & X & X & X \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} DP121 \\ DP122 \\ DP123 \\ DP124 \\ DP125 \end{bmatrix} \quad (3.2)$$

Yalın Üretim ve Bilgi Yönetimi Konusunda Öğrenmenin Sağlanması (FR121-DP121): Yalın üretim ve bilgi yönetimini kurmak ve etkinliğini artırarak devamlılığını sağlamak için çalışanların bu konuda bilinçlendirilmesi gerekir. Bu

amaçla oluşturulacak eğitim programlarının sürekli ve güncel bir şekilde devamlılığı sağlanmalıdır. Bu sebeple, eğitim programının hazırlanmasına katkıda bulunabilecek ve uygulanmasında tecrübeli, bilgi sahibi, firma içinden veya firma dışından eğitmenler belirlenmelidir.

Yalın Üretim ve Bilgi Yönetimi Hakkında Temel Bilgilerin Katılımcılara Aktarılması (FR122-DP122): Uygulanması düşünülen bilgi yönetimi destekli yalın üretim sistemi, tüm ilkeleri ile yeni bir işletme kültürü anlayışını da beraberinde getirmektedir. Tasarlanan sistemin başarıya ulaşması için, çalışanların yeniliğe karşı dirençlerinin yok edilmesi ve yeni felsefenin tüm çalışanlar tarafından benimsenmesi zorunludur. Tüm çalışanların eğitim ihtiyaçlarının ve bu ihtiyaçları karşılayan çok amaçlı eğitimlerin kapsamının belirlenmesi gereklidir.

Mevcut Kaynakların Etkin Kullanılacağı Bir Eğitim Programının Hazırlanması (FR123-DP123): Tasarlanan sistemin uygulama adımlarına paralel olarak eğitimci ve katılımcılar için bir takvim belirlenmeli ve çalışanlar belirlenen eğitim programı kapsamında yalın tekniklerinin uygulanması ve bilgi yönetimi konusunda bilinçlendirilmelidir.

Yalın Üretim ve Bilgi Yönetimi Eğitimi Faaliyetlerinin Yaygınlığının Sağlanması (FR124-DP124): İşletmede hazırlanan eğitim programı için planlanan eğitim çizelgesine göre katılımcıların belirlenmesi gerekir. Seçilen eğitmenler, eğitimin etkinliğinin sağlanması amacıyla eğitime katılacak çalışan sayısını ve eğitim sürelerini dengeli bir planlama ile uygulamaya almalıdırlar.

Yalın Üretim ve Bilgi Yönetimi Eğitiminin Etkinliğinin Ölçülmesi ve Geliştirilmesi (FR125-DP125): Verilen eğitimin sonunda eğitim içeriğinin ve eğitimcinin performansının değerlendirilmesi amacıyla anket formları dağıtılmalı, buradan elde edilecek değerlendirme sonuçlarına göre eğitimcinin başarısı ve eğitimin içeriği gözden geçirilmelidir. Değerlendirme sonucuna göre daha sonraki eğitimlerin kapsamı revize edilmelidir. Bunun yanı sıra eğitime katılanların başarılarının değerlendirilmesi amacıyla eğitim konularını kapsayan sınavlar yapılmalıdır.

Adım 7. FR13' ün Ayırıştırılması: “Üretim sistemini basitleştirmek amacıyla alt kümelere böl” olarak belirlenmiş olan FR13 ile buna karşılık gelen ve “Ürün ailesi seçim prosedürü” olarak belirlenmiş olan DP13 birlikte değerlendirilerek aşağıda belirtildiği gibi ayırıştırılmıştır (Şekil 3.6):

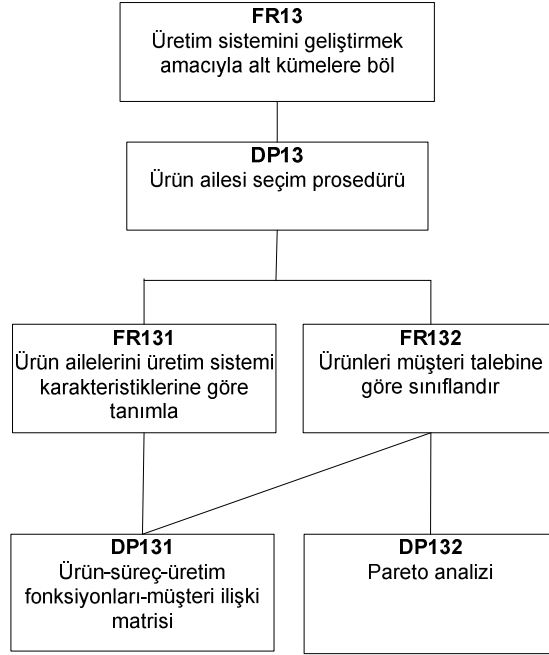
FR131= Ürün ailelerini üretim sistemi karakteristiklerine göre tanımla

FR132= Ürünleri müşteri talebine göre sınıflandır

Bu aşamadaki fonksiyonel ihtiyaçlara karşılık gelen tasarım parametreleri de şöyle belirlenmiştir:

DP131= Ürün- süreç-üretim fonksiyonları-müşteri ilişki matrisi

DP132= Pareto analizi



Şekil 3.6 : FR ve DP ayrıştırması (FR13n-DP13n).

Buna göre tasarım matrisi (3.3) aşağıda belirtilmiştir:

$$\begin{bmatrix} FR131 \\ FR132 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ X & X \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} DP131 \\ DP132 \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

Bu aşamada belirlenmiş olan fonksiyonel ihtiyaçlar ile bunlara karşılık gelen tasarım parametreleri arasındaki ilişkiyi gösteren tasarım matrisi, ayrılmış tasarım olup bağımsızlık aksiyomuna uygundur.

Ürün Ailelerinin Üretim Sistemi Karakteristiklerine Göre Tanımlanması (FR131-DP131): Üretim yapan firmaların birçoğu finansman kısıtı ve yer kısıtı gibi sebepler yüzünden, ürettikleri ürünlerin bir kısmını gruplandırarak bunların üretiminde kullanılacak makinalarla hücreler oluşturabilmekte, diğer ürünleri de fonksiyonel alanlarda işleyerek üretebilmektedirler. Bu sebeple ürün, ürünün izlediği süreçler,

üretim fonksiyonları ve müşterilerle ilgili ilişki matrisleri oluşturularak ürünler gruplandırılıp ürün aileleri oluşturulur. Bunun için işleme rotalarından yararlanılarak, işleme benzerliğine sahip ürünler birlikte değerlendirilir.

Ürünlerin Müşteri Talebine Göre Sıralanması (FR132-DP132): Analiz ve pilot çalışma için üretim sisteminin basitleştirilmesinde ve yalın üretim ilkelerine uygun olarak hücreler oluşturulmasında ilk adım, belirlenen ürün ailelerinin müşteri talebine göre sıralanması ve daha sonraki adımlarda bu ürünlerin işlenmesinde kullanılacak makina gruplarının saptanmasıdır. Sonuçta, iyileştirmeye satış hacmi fazla olan ürün ailelerinden başlanması, iyileştirme çalışmalarının neticelerinin daha hızlı alınmasında etkili olacağı için ürünlerin satış hacimleri ile ilgili pareto analizi yapılmalıdır. Böylece uygulama tüm ürün aileleri seçilene kadar devam edecektir.

Adım 8. FR14'ün Ayırıştırılması: FR14 fonksiyonel ihtiyacı “İsrafları görselleştir” olarak belirlenmiş ve buna karşılık gelen tasarım parametresi DP14 ise “Mevcut durum değer akış haritalama” olarak saptanmıştı. FR14 ve DP14 aşağıda belirtildiği gibi ayırıştırılmıştır (Şekil 3.7):

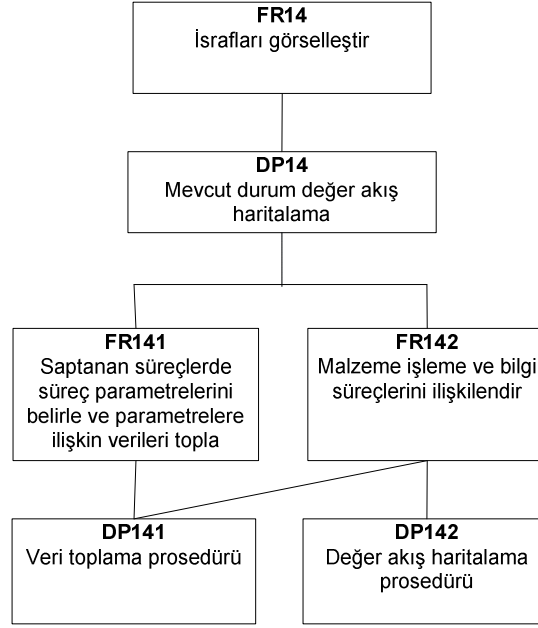
FR141= Saptanan süreçlerde süreç parametrelerini belirle ve parametrelere ilişkin verileri topla

FR142= Malzeme işleme ve bilgi süreçlerini ilişkilendir

Fonksiyonel ihtiyaçlara (FR14n) karşılık gelen tasarım parametreleri (DP14n) şöyle belirlenmiştir:

DP141= Veri toplama prosedürü

DP142= Değer akış haritalama prosedürü



Şekil 3.7 : FR ve DP ayrıştırması (FR14n-DP14n).

FR14 ve DP14 ayrıştırılması sonucu elde edilen tasarım matrisi ve ilgili tasarım eşitliği (3.4) aşağıda belirtilmiştir. Tasarım ayrılmış bir tasarım olup, bağımsızlık aksiyomunu karşılamaktadır.

$$\begin{bmatrix} FR141 \\ FR142 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ X & X \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} DP141 \\ DP142 \end{bmatrix} \quad (3.4)$$

Saptanan Süreçlerde Süreç Parametrelerinin ve Parametrelere İlişkin Verilerin Toplanması (FR141-DP141): Yalın üretim araçlarının uygulamaya geçirilebilmesi için israfların görselleştirilmesi gereklidir. Mevcut durum değer akış haritası oluşturulması öncesinde süreç rotası, müşteriler, günlük ürün talep miktarları, tedarikçi teslimat çizelgesi, çevrim süreleri, hazırlık süreleri, kullanılabilirlik oranları, hata oranı, işgören sayıları, vardiya sayıları, stok yerleri ve düzeyleri, süreçler arasında geçen süreler gibi verilerin toplanması ve mevcut durum değer akış haritasına aktarılması gerekmektedir.

Malzeme İşleme ve Bilgi Süreçlerinin İlişkilendirilmesi (FR142-DP142): Mevcut durum değer akış haritasının çizilmesi, işlem aşamaları boyunca malzeme-bilgi akışının ne şekilde olduğunu ve israf kaynaklarını görmemize yardımcı olur. Böylece üretim süreci ile ilgili yalın üretim araçlarının nerelerde kullanılacağı belirlenebilir. Mevcut durum değer akış haritası yardımıyla temel bilgi akışının nasıl olduğu görselleştirilir.

Değer akış haritalama iki kısma ayrılır: büyük resmi haritalama ve ayrıntılı haritalama. Herhangi bir temel sürecin ayrıntılı haritalanmasına başlanmadan önce tüm sürecin anahtar özelliklerinin gözden geçirilmesi faydalı olur. Bu gözden geçirme çalışması aşağıdaki adımların başarılmasına yardımcı olmaktadır (Hines ve Taylor, 2000):

- Akışın görselleştirilmesi
- İsrafin olduğu yerlerin belirlenmesi
- Yalın üretim ilkelerinin bütünleştirilmesi
- Uygulama takımlarının kimlerden oluşacağına karar verilmesi
- Bilgi ve fiziksel akış arasındaki ilişkinin gösterilmesi

Büyük resmin haritalanması, mevcut durumun analizini kolaylaştırır. Büyük resmin haritalanması beş temel aşamayı içermektedir (Hines ve Taylor, 2000):

- Müşteri isteklerinin tanımlanması
- Bilgi akışı haritası
- Malzeme akışı haritası
- Malzeme ve bilgi akışı bağlantısı
- Temin süresi ve katma değerli süreleri içeren haritanın tamamlanması

Bu aşamaların tamamlanmasının ardından detaylı haritalamaya geçilerek, süreç parametrelerine ilişkin veriler haritaya yerleştirilir.

Adım 9. FR15’in Ayrıştırılması: “Üretimde ve ofislerde israfı yok edecek planlamayı gerçekleştir” şeklinde belirlenmiş olan FR15 ile bu fonksiyonel ihtiyaca karşılık gelen ve “Gelecek durum değer akış yönetim sistemi” şeklinde belirlenmiş olan DP15 şöyle ayrıştırılmıştır (Şekil 3.8):

FR151= Müşteri talebine göre üretim temposunu sapta

FR152= Ürün ailesi içindeki parça ailelerinin sistem içindeki akışını sağla

FR153= Tek parça akışını sağla

FR154= Planlanan sistemi görselleştir

FR155= Üretimi destekleyen sistemlerde performansı artır

FR156= Geliştirilmesi gerekli diğer parametreleri belirle

FR157= Kalan sıkıntı yaratan darboğazları yok et

FR158= Yatırımlı sistemi görselleştir

FR159= Yatırımlı sistemin performansını değerlendir

FR1510= Üretimdeki aşırılıkları ve değişkenlikleri azalt

FR1511= Hücreler arası çekmeyi sağla

FR1512= Üretimde ve ofislerde bilgi akışının etkinliğini sağla

Bu fonksiyonel ihtiyaçlara (FR15n) karşılık gelen tasarım parametreleri (DP15n) aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

DP151= Hesaplanan takt süresi

DP151= Parça ailesine göre kümelenendirilmiş makina grupları

DP153= Hücre(ler) tasarımı prosedürü

DP154= Gelecek durum değer akış haritalama prosedürü

DP155= Yalın ofis tasarımı

DP156= Değer akışına ilişkin kaizen prosedürleri (5S, SMED, Poka-Yoke, TPM, Süreç)

DP157= Çok ölçütlü makina ve/veya yazılım seçim prosedürü

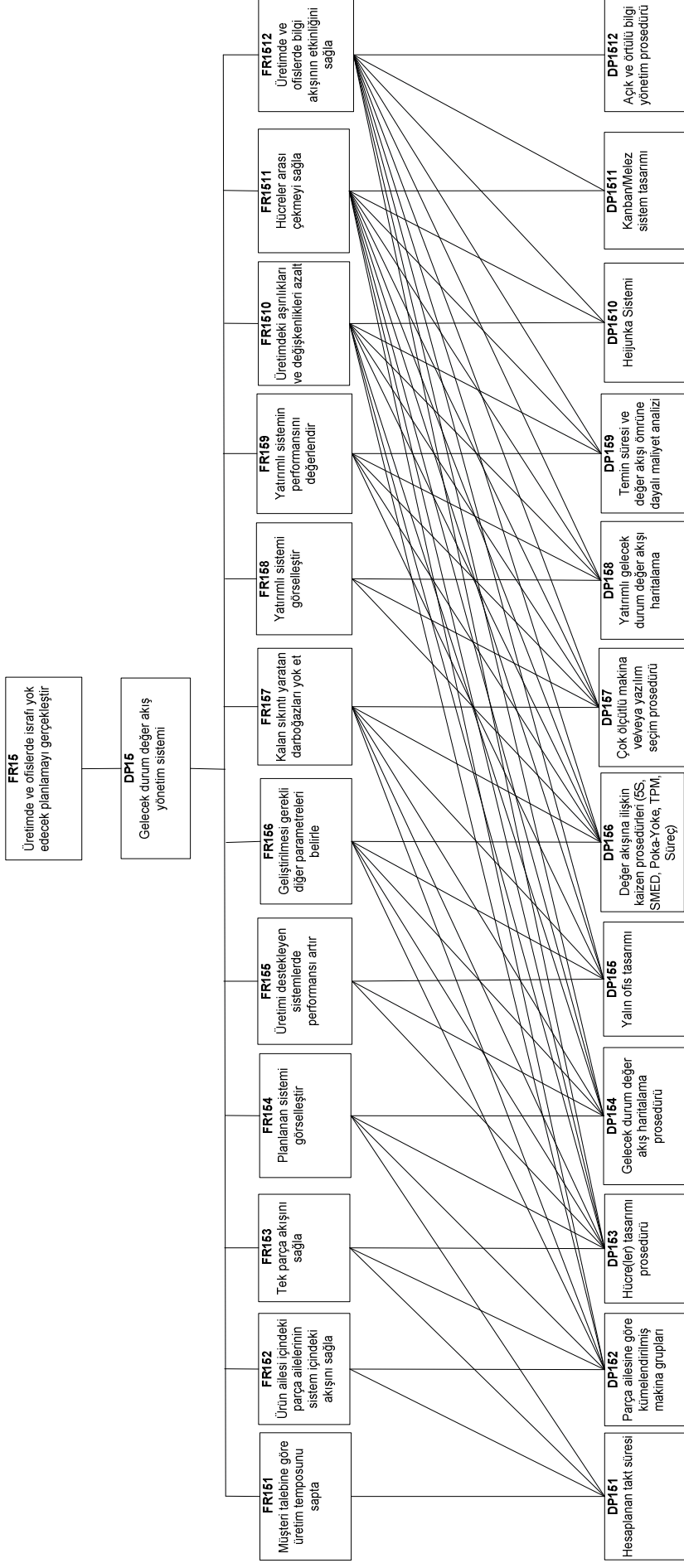
DP158= Yatırımlı gelecek durum değer akışı haritalama

DP159= Temin süresi ve değer akışı ömrüne dayalı maliyet analizi

DP1510= Heijunka sistemi

DP1511= Kanban/melez sistem tasarımı

DP1512= Açık ve örtülü bilgi yönetim prosedürü



Şekil 3.8 : FR ve DP ayrıştırması (FR15n-DP15n).

Fonksiyonel ihtiyaçlar (FR15n) ile tasarım parametreleri (DP15n) arasındaki ilişkiyi gösteren tasarım matrisi ve ilgili tasarım eşitliği (3.5) aşağıdadır. Tasarım ayrılmış bir tasarım olup, bağımsızlık aksiyomunu karşılamaktadır.

$$\begin{bmatrix} FR151 \\ FR152 \\ FR153 \\ FR154 \\ FR155 \\ FR156 \\ FR157 \\ FR158 \\ FR159 \\ FR1510 \\ FR1511 \\ FR1512 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ X & X & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ X & X & X & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ X & X & X & X & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & X & X & X & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & X & X & X & X & X & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & X & X & X & X & X & X & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & X & X & X & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & X & X & X & X & X & 0 & 0 & 0 \\ 0 & X & X & X & 0 & X & X & X & X & X & 0 & 0 \\ 0 & X & X & X & X & X & X & X & X & X & X & 0 \\ 0 & 0 & X & X & X & X & X & X & X & X & X & X \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} DP151 \\ DP152 \\ DP153 \\ DP154 \\ DP155 \\ DP156 \\ DP157 \\ DP158 \\ DP159 \\ DP1510 \\ DP1511 \\ DP1512 \end{bmatrix} \quad (3.5)$$

Mevcut durum değer akış haritasının çizilmesi sonrasındaki aşama, israf noktaları üzerine odaklanarak yalın ilkeleri ve araçlarını uygulamaya sokmaktır. Bu noktada amaç öncelikli olarak herhangi bir makina yatırımı yapılmaksızın israfı yok edecek planlamanın gerçekleştirilmesidir. Bu çalışma sonrasında makina yatırımı yapılması gerekli görülüyorsa sistem yeni duruma uygun bir şekilde tekrar planlanmaktadır. Bunun için öncelikli olarak hangi alana (müşteriden gelen fiyat düşürme talebi, temin süresi düşürülmesi talebi, piyasadaki rakip ürünlerin varlığı, üretimdeki kalite sorunları, vb.) odaklanılması gerektiğine karar verilmesi gerekmektedir. İlk olarak yatırım yapılmaksızın israfı yok edecek planlamayı gerçekleştirmek için müşteri talebine göre üretim temposunun saptanması amacıyla takt süresi hesaplanmalı, tek parça akışı sağlanmalı, hücre tasarımı yapılmalı ve daha sonrada geliştirilmesi gereken diğer parametreler üzerine yoğunlaşılmalıdır. Hücre tasarımından sonra yalın üretim ilkelerine uygun olarak süreç içi stoku azaltmak ve üretimi müşteri talebine göre tam zamanında gerçekleştirmek için Heijunka ve çekme sistemi kurulması planlanmalıdır. Bu aşamalardan sonra yatırım yapılmaksızın geliştirilen sistem görsel hale getirilerek gelecek durum değer akış haritası çizilmelidir.

Üretim ortamı gelecek durum planlamasının ardından, üretimi destekleyen sistemlerde performansın artırılması amacıyla ofislerde yalınlaştırma çalışmaları planlanmalıdır. Genel kapsamda üretim ve ofislerde iyileştirilmesi gereken süreçler

için kaizen prosedürleri planlanmalıdır. Hem  retimde hem de ofislerde planlanan çalışmalar neticesinde sistemde hala darboğazların mevcut olması durumunda yazılım veya makina yatırımı kararı alındığı varsayılarak gelecek durum değer akış haritası revize edilmelidir. Yatırımlı sistemin performansının öngörülmesi amacıyla temin süresine bağlı maliyet analizi ve değer akışı ömrüne dayalı duyarlılık analizi yapılmalıdır. Maliyet analizleri neticesinde sistemde makina ve/veya yazılım yatırımı yapılmasının ekonomik olacağı görüldüğü takdirde yatırımlı gelecek durum haritası uygulamaya alınmalıdır. Aksi durumda yatırımsız gelecek durum haritasına göre uygulama adımları oluşturulmalıdır. Gelecek durum haritasına uygun olarak heijunka sistemi ve kanban/melez sistem kurulmalı ve uygulamaya alınmalıdır. Üretim sisteminin yalınlaştırılmasının ardından yapılması gereken, kurulan bu sistemde bilginin yönetilmesi amacıyla çalışmaların yürütülmesidir.

Aksiyomlarla tasarım modelinde ele alınan israfların görselleştirilmesi için mevcut durum haritasının çizilmesi ve israfı yok edecek planlama için gelecek durum haritasının oluşturulması adımlarının uygulaması Bölüm 3.3'te tasarlanan bir algoritma ile ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Yalın dönüşümün gerçekleşmesinin ardından bilginin yönetilmesi için gerekli alışmalar Bölüm 3.4'te özetlenmiştir.

Müşteri Talebine Göre  retim Temposunun Saptanması (FR151-DP151): Yüksek hızda üretim yapmaktansa, takta göre üretim yapmak tercih edilir (Byrne, 1995). İşletmelerin rekabet koşullarına uygun olarak, müşterinin istediği miktarlarda üretimi gerçekleştirecek üretim sistemini kurması gerekir. Daha öncede tanımlandığı üzere takt süresi, müşterinin talep ettiği çevrim süresidir. Günlük işletim süresinin, günlük müşteri ihtiyacına oranlanması ile bulunan takt süresi, üretim temposunu belirlemek için kullanılmaktadır.

 r n Ailesi İçindeki Parça Ailelerinin Sistem İçindeki Akışının Sağlanması (FR152-DP152): Üretim ortamında ürün ailesi için öncelikle hücreye atanacak parçaların ve üretim süreçlerinin/makinaların belirlenmesi gerekmektedir.

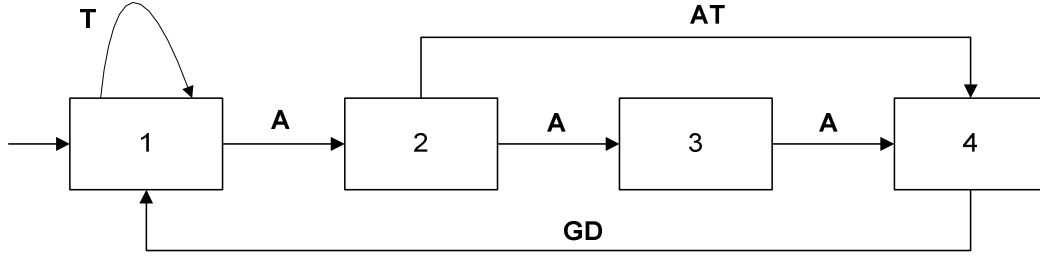
Bu amaçla kullanılan üç tip yaklaşım söz konusudur;

- Sezgisel ve Görsel Analizler
- Sınıflandırma ve Kodlama
- Rotalama Analizi, Makina-Parça Kümelendirme Prosedürleri

Sistemin karmaşık olması durumunda, kümелendirme prosedürleri gereklidir. Kümelendirme metodunun kullanılması, hücrelerin geliştirilmesi için uygulanan alternatif sınıflandırma ve kodlama metotlarından daha pratik ve uygundur (Gallagher ve Knight, 1986). Makina-parça kümелendirmesinde hücrelerin belirlenmesi için öncelikle seçilen parça rotalarının analizinin yapılarak, makina-parça matrisine (0-1 matrisi) aktarılması gerekmektedir. Bu matriste, 1 rakamı matrisin sütunundaki ilgili parçanın, matrisin satırındaki ilgili makinada işlem gördüğünü göstermektedir (Baker ve Maropoulos, 2000).

Tek Parça Akışının Sağlanması (FR153-DP153): Hücre oluşturmaktaki amaç, makinalar ve/veya iş istasyonları arasında tekrarlı ve geri dönüşlü hareketler olmaksızın hedeflenen tek parça akışının gerçekleştirilmesidir (Satoglu ve diğ., 2009). Hücrelerin oluşturulmasıyla müşteri tarafından istenilen ürünü üretme yeteneğine ve kapasitesine sahip donanımların bulunduğu bir çalışma ortamı yaratılmaktadır. Farklı makinaların bir araya getirilip benzer parçaların, bu makina gruplarında işlenmesi ile fonksiyonel yerleşim düzeni ile ortaya çıkan sorunlara çözüm getirilmektedir. Fonksiyonel yerleşim düzeninde koordinasyon ve üretim çizelgeleme zorlukları, taşıma masrafları, bol miktarda süreç içi stok birikimi, aşırı uzun üretim temin süreleri ve bu sürelerin varyansları, hataların nedenlerini ortaya çıkarma zorlukları, standartlaşmanın olmaması, bu sistemin işlevselliğini azaltan sorunlardır (Durmuşoğlu, 2002).

Hücreyel yerleşim düzeni oluşturulurken hedeflenen “tek parça akışını” elde etmektir. Eğer iş akışları karmaşık ise, ürün ailelerine adanmış hücrelerin geri dönüşsüz ve tekrarlı hareketleri engelleyen hat yerleşim düzenine göre tasarlanması için bir algoritma örneğin, Aneke ve Carrie (1986) tarafından geliştirilen “Çok Ürünlü Akış Hattı Algoritması” kullanılması yararlı olacaktır. Makina ve/veya iş istasyonlarının yerleri, ardışık hareketleri en büyükleyen makina sırasını elde eden Çok Ürünlü Akış Hattı Algoritması uygulanarak elde edilir (Aneke ve Carrie,1986). Şekil 3.9 muhtemel parça hareketlerini göstermektedir.



İşaretler :

A : Ardışık Hareket ; **AT :** Atlamalı Hareket

GD : Geriye Dönüş Hareketi ; **T :** Tekrarlı Hareket

Şekil 3.9 : Dört tip parça akışı (Aneke ve Carrie, 1986).

Bu algorithmada ilk olarak, hücrede üretilmesi planlanan parçaların bağlı talepleri ve makina rotaları saptanır. Bağlı talepler, çizilen dolaşım şemasında makinalar arasındaki parça akışlarını gösterecek şekilde şemaya yerleştirilir. Böylece her makinaya gelen (İng: Total To, TT) ve her makinadan çıkan (İng: Total From, TF) toplam parça sayısı hesaplanmış olur. Bundan sonra akış türetme tablosu oluşturulur. Bunun için tablonun sütunlarına makinalar yazılır. Tablonun ilk iki satırına her makina için hesaplanan TT ve TF değerleri sırasıyla yazılır. Her bir adımda parça rotalarına bakılarak, hat başı ve hat sonu için aday makinaların listesi çıkarılır. Aday makinalar arasından en küçük TT'li makina hat başına atanır. Aynı TT değerine sahip birden fazla makina varsa, bunların arasından daha büyük TF değerine sahip olan seçilir. Bu makinanın TF değeri, rotalarında ilk sırada olduğu parçaların toplam talebi kadar azaltılır. Parça rotalarına tekrar bakılarak, atanan bu makinadan sonra gelen makinaların TT değerleri bağlı talepleri kadar düşürülür. Bu adımdan sonra, hat sonu aday makinalar listesinden en düşük TF değerine sahip makina seçilir ve bunun TT değeri, rotalarında son makina olduğu parçaların toplam bağlı talebi kadar azaltılır. Parça rotalarında seçilmiş olan bu makinadan hemen önce yer alan makinaların TF değerleri ise ilgili parça bağlı talebi kadar azaltılır. Bu iki adım tamamlandıktan sonra hat başına ve hat sonuna atanan makinalar parça rotalarından silinir ve bu adımlar tekrar edilir. Bu işlemler makinaların TT ve TF değerleri sıfıra eşitleninceye kadar devam eder. TT ve TF değerleri sıfıra eşitlenen makinalar, hatta bir kez daha atanamaz. Tüm adımlar tamamlandığında geriye dönüşsüz makina sıralaması oluşturulmuş olur. Akış türetme tablosunda hat başı seçilmiş olan makinaların en üst sırada olanından başlayarak, makinalar ardı ardına sıralanır. En alt sıraya ulaşıldığında, aşağıdan yukarıya doğru hat sonu seçilmiş olan makinalar

sıralamaya yazılırlar. Sıralanan bu makinalar oluşturulacak hücrede tek parça akışını sağlamış olacaktır (Aneke ve Carrie, 1986).

Hücredeki makina sırasının belirlenmesinin ardından, makina yerleşim düzenine karar verilmesi gerekir. Makina yerleşimi planlanırken, malzemelerin hücre içindeki hareketi ve taşıma mesafesi en küçüklenmelidir. Toplam üretim maliyetleri içindeki malzeme taşıma maliyetlerinin oranı, %30 ile %75 arasında değişmektedir (Sule, 1994). Malzeme taşıma israflarını önlemek amacıyla makinaların, malzeme akış bazlı olarak yerleştirilmeleri gerekir. Ayrıca, aralarında malzeme trafiği yoğun olan hücreler birbirine yakın olarak yerleştirilip, stok noktası sayısı azaltılmalıdır.

Ürünlerin üretilmesi sırasında ürüne katma değer sağlamayan tüm işgören hareketleri israf olarak tanımlanır (Suzaki, 1987). U şeklindeki hücre yerleşimi malzeme taşımalarını ve işgören hareketini azaltmaktadır.

Planlanan Sistemin Görselleştirilmesi (FR154-DP154): Öncelikli hedef, işletmenin sahip olduğu mevcut makinalar ile gelecek durum planlaması yaparak, sistemi yatırım yapılmaksızın geliştirmeyi sağlayacak planlamayı gerçekleştirmektir. Bunun için mevcut kaynaklar ile yalın üretim tekniklerini kullanarak ürün ailelerine yönelik hücre tasarımlarını temel alan, yalın üretim için kullanılan iyileştirme metodlarının (kaizen uygulamaları, üretimin düzgünleştirilmesi için heijunka kullanımı ve çekme/melez sistem tasarımı, hazırlık süresi düşürme, toplam üretken bakım, vb.) uygulanması planlanmalıdır.

Gelecek durum haritasının çizilmesi, müşteri talebinin karşılanması, iş akışının sağlanması ve süreç içi stoku azaltarak işlerin makinalara dağıtılması süreçlerini içerir. Mevcut durum değer akış haritasından hareketle, yalın metrikler ile yalın araçlar kullanılarak gelecek durum tasarlanır (Tapping ve diğ., 2002).

Üretimi Destekleyen Sistemlerde Performansın Artırılması (FR155-DP155): Müşteriden siparişin alınmasından atölyeye bir işin gönderilmesine kadar geçen sürenin uzun olmasında en önemli faktörlerden biri, ofis temin süresinin uzun olmasıdır (Suri, 1998). Bu sorunun aşılmasında en önemli adımlardan biri, yalın ofis çalışmasıdır. Yalın ofis, iç ve dış müşterilere daha iyi hizmet sunmak için çalışma yerinden israfların arındırılmasıdır. Katma değeri olmayan faaliyetleri azaltmak ve temin sürelerini kısaltmak için örgüt yapısının ofis hücreleri halinde düzenlenmesi gerekir. Ofis hücreleri aynı zamanda takım çalışmalarına iyi bir temel oluşturur. Ofis

hücresi tasarımı için öncelikle ürün/hizmet/proje aileleri belirlenmeli (aile oluşturma), buna uygun olarak takım üyeleri seçilmeli ve bunlarla ilgili beceri geliştirme planlaması yapılmalı (takım kurma), ardından fiziksel yerleşim düzenlemesi (ofis yerleşimi) gündeme gelmelidir. Ayrıca hücrenin takım haline gelebilmesi için etkin bir yönetim modeli geliştirilmelidir (Durmuşoğlu ve Kulak, 2008).

Geliştirilmesi Gerekli Diğer Parametrelerin Belirlenmesi (FR156-DP156): Planlanan gelecek durum değer akış haritasının uygulanmaya alınmasında başarı şansını artırmak için Kaizen (sürekli iyileştirme) planlarının uygulanması gerekmektedir (Tapping ve diğ., 2002). Geliştirilecek parametreler için kaizen araçları olarak, çalışma ortamının düzenlenmesi (5S), hazırlık sürelerinin düşürülmesi (İng: Single Minute Exchange Of Die, SMED), hataları ve kusurları azaltmak için Poka-Yoke, makina bozulma olasılığını düşürmek için Toplam Üretken Bakım (İng: Total Productive Maintenance, TPM) ve süreç kazienleri uygulanmalıdır.

Kalan Sıkıntı Yaratan Darboğazların Yok Edilmesi (FR157-DP157): Gelecek durum planlamasından sonra sistemde hala darboğazların mevcut olması, genellikle yeni yatırımları gerektirir. Üretim sistemi için aday makinalar arasından en uygun makinaların seçilmesi, üretim kalitesi, teslimat, maliyet ile ilgili sorunların önlemesi açısından oldukça önemlidir. Makinaların alternatifleri arasından seçilmesinde, çok sayıda karar değişkeninin varlığı yöneticilerin karar vermesini zorlaştırmaktadır. Literatürde makina seçimi ile ilgili çeşitli çalışmalar mevcuttur (Saaty, 1990; Babic 1999). Tasarlanan çalışmada, karar verme metotları arasında, kullanım yaygınlığı ve kolaylığı açısından değerlendirildiğinde Analitik Hiyerarşi Süreci'nin (İng: Analytic Hierarchy Process, AHP) kullanılması düşünülmüştür. Bölüm 3.3.3'de makina seçimi için örnek bir Analitik Hiyerarşi Süreci Modeli sunulmuştur.

Aksiyomlarla tasarım modelinin önceki adımında bulunan ofislerdeki yalınlaşma çalışmalarında, ofis işlemlerini hızlandıracak ve aynı zamanda süreç bilgilerinin güncel tutulması ve paylaşımının kolaylaşması açısından gereklilik arz eden durumlarda yazılım yatırımları yapılmalıdır. Yazılım seçiminde yazılımın amacına uygun olarak karar verme faktörlerinin değişkenlik göstermesinden ve bu çalışmanın ofisten çok üretime yoğunlaşmış olmasından dolayı yazılım seçimi için bir karar verme modeli tasarlanmamıştır.

Yatırımlı Sistemin Görselleştirilmesi (FR158-DP158): Yatırım yapılması kararı tüm üretim sistemindeki hücre yerleşimlerini etkileyeceği için gelecek durum değer akış haritasının yeni duruma göre tekrar oluşturulması gerekmektedir.

Yatırımlı Sistemin Performansının Değerlendirilmesi (FR159-DP159): Mevcut fabrikalarda israfların yok edilmesi ve yeni makina yatırımı sorumluluğu yöneticiler için zorlayıcıdır (Sullivan ve diğ., 2002). Makina yatırımı yapılması ihtiyacının doğduğu durumlarda, yatırım kararı uygulanmadan önce değer akış haritasını temel alan ekonomik analizler yapılmalıdır. Daha iyi yatırım kararları, değer akış haritalarının kullanılması ile alınabilir. Yatırımsız veya yatırımlı gelecek durum değer akış haritasının uygulamaya alınması kararına destek vermek için temin süresine dayalı maliyet analizi yapılabilir. Yeni makinaların ekonomik ömrü de alım kararını etkileyecektir. Bu sebeple makinanın ekonomik ömrüne dayalı duyarlılık analizi yapılması önerilmektedir. Bu analizlerin ayrıntıları Bölüm 3.3.1 ve Bölüm 3.3.2’de açıklanmıştır.

Üretimdeki Aşırılıkların ve Değişkenliklerin Azaltılması (FR1510-DP1510): Yalın üretim ilkelerine göre çekme esaslı kontrol sistemi uygulayabilmek için öncelikli olarak talebin düzgünleştirilmesi gerekir. Gelecek durum değer akış haritasına göre üretim zinciri boyunca üretimin çizelgelenmesini gerektiren süreçlerde (tempoyu sağlayan süreç) üretim karması düzgünleştirilirse, hammaddeye yakın süpermarketler daha küçültülebilmektedir. Bu da toplam temin süresinin daha da düşmesini sağlar. Buna göre tasarlanacak Heijunka Kutusunda (Düzenleştirme Kutusu) üretilecek ürünlerin miktarı ve üretimin ne kadar süre alacağı belirlenmiş olur (Durmuşoğlu, 1998).

Hücreler Arası Çekmenin Sağlanması (FR1511-DP1511): Çekme sistemi talep ile üretimi birleştirmektedir. Çekme sisteminde kanbanlardan yararlanır. Kanban uygulamalarının başarılı olabilmesi için üretim akışının düzgünleştirilmesi gereklidir. Kanban sistemi, müşteriden gelen talebin üretim sisteminde üretime dönüştürülmesi ve üretimde ihtiyaç duyulan malzemenin üretim ortamına alınması için gerekli tüm iletişimi oluşturan farklı bir yaklaşımdır. Kanban atanmış hücre, tükettiği kadar parçayı üretildiği hücreden çeker (Durmuşoğlu, 1998; Suzaki, 1987).

Üretimde ve Ofislerde Bilgi Akışının Etkinliğinin Sağlanması (FR1512-DP1512): Bilgi en değerli işletme varlığıdır. Üretim sistemlerinin performanslarının artırılması

için, sistemdeki bilginin iyi yönetilmesi gerekmektedir. Bu sebeple üretim sisteminde hem israfları yok etmeye yönelik yalın üretim felsefesinin yerleştirilmesi, hem de bilginin yönetilmesini sağlayacak bir yapının oluşturulması son derece etkin bir sistem oluşturur.

Bilgi yönetiminin, bir işletmede sistematik bir biçimde ele alınması için özellikle bu konuda görevlendirilmiş bir uzmanın yani Bilgi Yönetim Sorumlusu'nun (İng: Chief Knowledge Officer-CKO) bulunması gereklidir. Bilginin yönetilmesine çalışanların katılımlarının sağlanması için gereken eğitimlerin gerçekleştirilmesi önemlidir. İşletme süreçlerinde değer yaratan, açık (İng: explicit) ve örtülü (İng: tacit) bilginin etkili bir şekilde yönetilmeleri gerekmektedir. İşletme bünyesinde üretim sürecindeki örtülü bilginin çalışanlarca gözlemlenmesi amacıyla değişik yöntem ve teşviklerin uygulanması, bilgi yönetimi için çok önemlidir. Örtülü bilgiden diğer süreçlerde de yararlanmak için açık bilgi haline getirilmesi gerekmektedir.

Örtülü bilginin yönetimi için çalışanların yeni bilgi arayışı içinde olmalarının sağlanması ve katılımcı yönetim için organizasyon kültürünün geliştirilmesi gerekmektedir. İhtiyaç duyulan yeni bilgiye ulaşılması Bilgi Yönetim Sorumlusu (CKO) ile yakın işbirliğine girilmesini gerektirir. Süreçte değer yaratacağı anlaşılan yeni bilginin uygun bir formatta kaydedilmesi önemlidir. Kullanıma giren bilginin çalışanlarca paylaşılması zorunluluktur. Herhangi bir bilginin üretim süreçlerinde artık kullanılmamasıyla birlikte zaman içinde kaybolmasını önlemek amacıyla arşivlenmesi gerekir.

Adım 10. FR1512'nin Ayrıştırılması: “Üretimde ve ofislerde bilgi akışının etkinliğini sağla” olarak belirlenmiş olan fonksiyonel ihtiyaç ile buna karşılık gelen ve “Açık ve örtülü bilgi yönetim prosedürü” olarak belirlenmiş olan tasarım parametresi aşağıda belirtildiği gibi ayrıştırılmıştır (Şekil 3.10):

FR15121= Bilgi yönetimi faaliyetlerinin planlanmasını ve koordinasyonunu sağla

FR15122= Yalınlaştırılmakta olan üretim ve ofis ortamlarında örtülü bilgiyi açığa çıkar

FR15123= Yalınlaştırılmakta olan üretim ve ofis ortamlarında kayıtlı bilgi niceliğini artır

FR15124= Yalınlığa ilişkin bilgi yönetimi sistem performansı göstergelerini belirle ve değerlendir

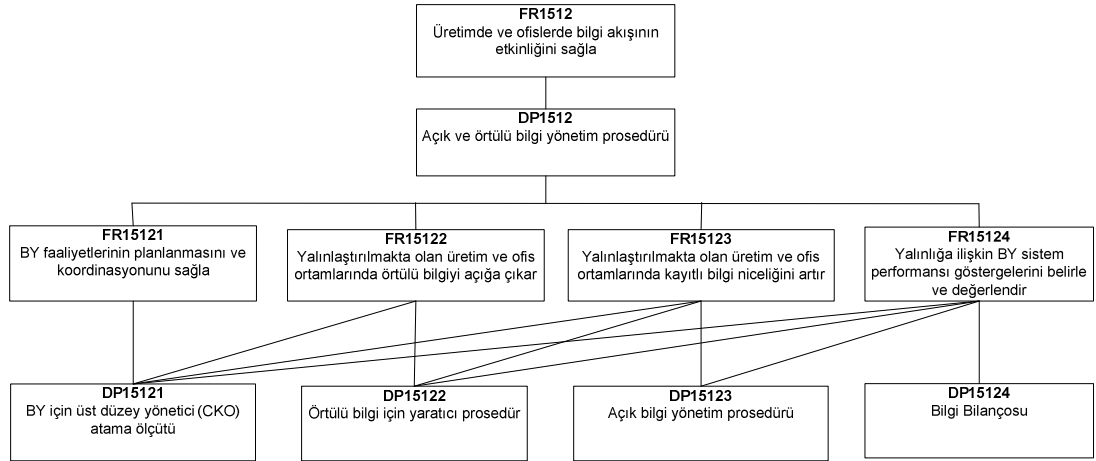
Bu fonksiyonel ihtiyaçlara karşılık gelen tasarım parametreleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

DP15121= Bilgi yönetimi için üst düzey yönetici (CKO) atama ölçütü

DP15122= Örtülü bilgi için yaratıcı prosedür

DP15123= Açık bilgi yönetim prosedürü

DP15124= Bilgi bilançosu



Şekil 3.10 : FR ve DP ayrıştırması (FR1512n-DP1512n).

Fonksiyonel ihtiyaçlar ile tasarım parametreleri arasındaki ilişkiyi gösteren tasarım matrisi (3.6) aşağıda verilmiştir. Tasarım ayrılmış bir tasarım olup, bağımsızlık aksiyomuna uygundur.

$$\begin{bmatrix} FR15121 \\ FR15122 \\ FR15123 \\ FR15124 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 & 0 & 0 \\ X & X & 0 & 0 \\ X & X & X & 0 \\ X & X & X & X \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} DP15121 \\ DP15122 \\ DP15123 \\ DP15124 \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

En büyük israf kullanılmayan insan aklı ve yeteneğidir (Suzaki, 1987). Tüm üretim sisteminin geliştirilebilmesi için yalnızca yalın üretim ilkelerini uygulamak yeterli değildir. Aynı zamanda sistemdeki insan varlığının ve dolayısı ile bilginin iyi yönetilmesi gerekir. Bu sebeple, sistemdeki açık bilgiyi yaygınlaştırmak ve örtülü bilgiyi kayıt altına almak için etkin bir bilgi yönetim sisteminin kurulması gerekmektedir. Bu kapsamda, Bölüm 3.4.1’de tasarlanan Bilgi Yönetim Modeli açıklanmıştır.

Bilgi Yönetimi Faaliyetlerinin Planlanmasının ve Koordinasyonunun Sağlanması (FR15121-DP15121): Bilgi yönetimi modellerinde belirtilen faaliyetlerin işletme bünyesinde planlanmasının ve koordinasyonunun sağlanması şirket Bilgi Yönetimi Sorumlusu'nun görevidir. Bölüm 3.4.1'deki Şekil 3.23'de tasarlanan ve açıklanan Bilgi Yönetim Modeli'ne bakıldığında, merkezdeki temel bilgi formları olan açık ve örtülü bilgi döngüsünün işletmenin tüm süreçleri (ürün geliştirme, üretim, servis, satış ve pazarlama, vb.) ile etkileşim halinde olduğu görülmektedir. Bilgi Yönetimi Sorumlusu (CKO), modelden de görüldüğü üzere iş süreçlerinden doğmakta olan açık ve örtülü bilgi arasındaki sürekli dönüşümde belirleyici ve motive edici bir rol oynar.

Yalınlaştırılmakta Olan Üretim ve Ofis Ortamlarında Örtülü Bilginin Açığa Çıkarılması (FR15122-DP15122): Örtülü bilgi, işletmelerdeki üretim sürecinde ürüne yansıyan ve çalışanın kendinde, beyninde taşıdığı bilgi olarak tanımlanmaktadır (Dinçmen, 2010). Bilgi bir işletmenin en önemli girdisidir. İşletmenin kullandığı üretim teknolojisi, süreçlerde ve ürünlerde yapılacak yenilikler bilgiye dayanır. İşletmenin çevresi ile uyumunda, araştırmalar yoluyla üreteceği bilgi önemlidir. Ayrıca bilgi, işletme girdisi olduğu gibi aynı zamanda çıktısıdır ve dolayısıyla bilgi de üretir. İşletmenin geliştirdiği teknoloji, yöntemler ve kurallar işletmede üretilen bilgiye dayanır. Bu sayede iletişim, işletmedeki işgörenler arasında, bilgi taşıyarak işletmenin süreçlerindeki etkinliğini kurmasına ve sürdürmesine araç olur (Ertopuz, 1997).

Bu çalışmada örtülü bilgi kavramı geniş kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir. Örtülü bilgi yalnızca işletmenin çalışanlarında değil, aynı zamanda işletmenin bünyesinde ve süreçlerinde de mevcut olan bilgi kümesidir. Dolayısıyla, hem işletme süreçlerinde bulunan hem de işletme çalışanlarının zihinlerinde bulunan örtülü bilgilerin açık hale getirilmesi, bütünsel örtülü bilgi yönetimini oluşturacaktır. Bu kısım Bölüm 3.4.2'de daha detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Yalınlaştırılmakta Olan Üretim ve Ofis Ortamlarında Kayıtlı Bilgi Niceliğinin Artırılması (FR15123-DP15123): Çalışmada işletme süreçleri ve işletme çalışanlarında bulunan örtülü bilginin kayıt altına alınmasından sonraki süreçler, Açık Bilgi Yönetimi kapsamında açıklanacaktır. Bu noktada kaydedilen bilginin üretimde ve ofislerde kullanılması, yokoten uygulamaları ile yaygınlaştırılması ve sürekli geliştirilmesi hedeflenmektedir. Ayrıca güncelliğini yitirmiş bilgilerin zaman

içerisinde kaybolmasını önlemek amacıyla bir arşivleme sistemi getirilmesi önerilmektedir.

Yalınlığa İlişkin Bilgi Yönetimi Sistem Performansı Göstergelerinin Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi (FR15124-DP15124): İşletmelerin maddi olmayan varlıklarını görüntülemek amacıyla ortaya çıkan sezgisel yaklaşımların esası, entelektüel sermayeyi tanımlayan unsurların birer gösterge ile belirlenmesi ve izlenmesidir (Edvinsson ve Brünig, 2000). Bilgi bilançoları, işletmelerin gelecekteki durumuna ışık tutmaktadır. Bilgi bilançosundan çıkarılan sonuçlar, işletmenin üst yönetimi tarafından değerlendirilmeli ve işletmenin stratejik hedeflerine uygun olarak, zayıf olduğu göstergeler üzerinde iyileştirme ve geliştirme planlamaları yapılmalıdır. Çalışmada tasarlanan Bilgi Bilançosu, Bölüm 3.4.3’de açıklanmıştır. Bilgi Bilançosu verilerinin değerlendirilmesi sonucunda, hedeflerin altında kalmış göstergelerin iyileştirme planlarının oluşturulmasına temel teşkil etmesi ve işletmenin hangi süreçlerinde iyileştirilme yapılacağına görselleştirilmesi amacıyla bir Değerlendirme Matrisi kullanılması önerilmiş ve Bölüm 3.4.4’de açıklanmıştır. Bu çalışmada yalın üretimin kazanımlarını da içeren bir Bilgi Bilançosu kullanılmasıdaki amaç, sisteme bir geri besleme mekanizması kazandırarak sürekli gelişmeyi sağlamaktır. Geri besleme sistematığı, Bölüm 3.5’de açıklanmıştır.

Adım 11. FR15122’nin Ayrıştırılması: “Yalınlaştırılmakta olan üretim ve ofis ortamlarında örtülü bilgiyi açığa çıkar” olarak belirlenmiş olan fonksiyonel ihtiyaç ile bu fonksiyonel ihtiyaca karşılık gelen ve “Örtülü bilgi için yaratıcı prosedür” olarak belirlenmiş olan tasarım parametresi, aşağıda belirtildiği gibi ayrıştırılmıştır (Şekil 3.11):

FR151221= Gerekli yeni bilgiyi araştır ve bul

FR151222= Yeni bilginin kullanım yerini ve şeklini tanımla

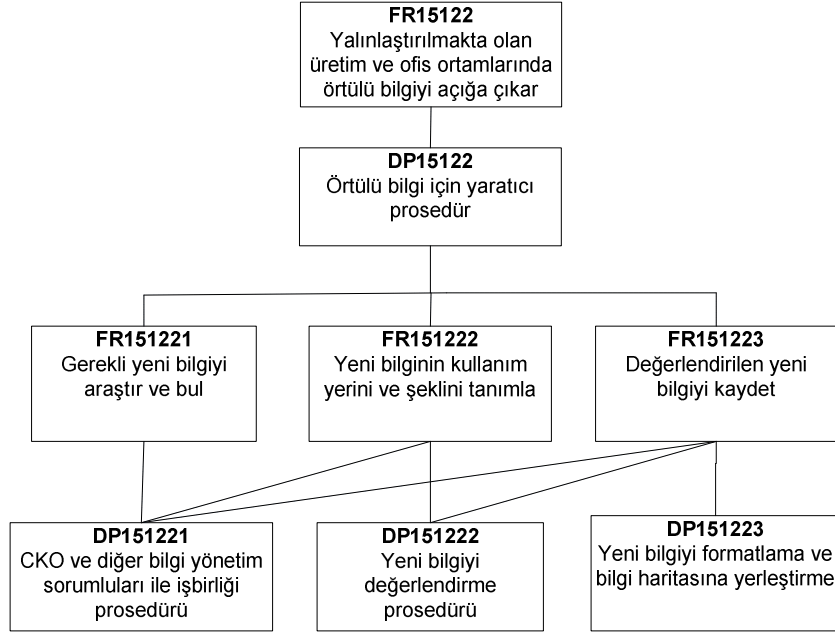
FR151223= Değerlendirilen yeni bilgiyi kaydet

Bu fonksiyonel ihtiyaçlara (FR15122n) karşılık gelen tasarım parametreleri (DP15122n) de aşağıda belirlendiği gibidir:

DP151221= CKO ve diğer bilgi yönetim sorumluları ile işbirliği prosedürü

DP151222= Yeni bilgiyi değerlendirme prosedürü

DP151223= Yeni bilgiyi formatlama ve bilgi haritasına yerleştirme



Şekil 3.11 : FR ve DP ayrıştırması (FR15122n-DP15122n).

Fonksiyonel ihtiyaçlar ile tasarım parametreleri arasındaki ilişkiyi gösteren tasarım matrisi ve tasarım eşitliği (3.7) aşağıda verildiği gibidir. Tasarım ayrılmış bir tasarım olup, bağımsızlık aksiyomu ihlal edilmemiştir.

$$\begin{bmatrix} FR151221 \\ FR151222 \\ FR151223 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 & 0 \\ X & X & 0 \\ X & X & X \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} DP151221 \\ DP151222 \\ DP151223 \end{bmatrix} \quad (3.7)$$

Yalın üretimde örtülü bilginin açığa çıkarılması ve tüm çalışanların kullanımına sunulabilmesi için formatlanması ve bilgi haritasına yerleştirilmesi gerekmektedir. Bunun için herhangi bir noktadaki bir sorunun varlığının gösterge olarak kabul edilmesinden ve orada bu sorunu çözmeye yönelik çalışmaların örtülü bilgiyi ortaya çıkaracağı düşüncesinden hareketle tasarımın adımları oluşturulmuştur. Üretimde örtülü bilginin açığa çıkarılması için önerilen faaliyetler ve tasarlanan algoritma çalışması, Bölüm 3.4.2’de açıklanmaktadır.

Gerekli Yeni Bilginin Araştırılması ve Bulunması (FR151221-DP151221): Tasarımda, üretim ve ofis süreçlerinde performansı artırmak amacıyla işletme süreçleri ve işletme çalışanları bünyesindeki örtülü bilgilerin araştırılıp bulunması için bilgi yönetim sorumluları ile yapılacak işbirliği prosedürleri kapsamında bir dizi uygulama sistematığı sunulmaktadır. Uygulama öncelikli olarak üretim ortamından başlatılarak ofislere ve tüm çalışanlara ulaşılan kadar genişletilmektedir. Burada

hedeflenen, hem işletmenin üretim ve ofis süreçlerindeki gerekli yeni bilgilerin araştırılması hem de çalışanlar arasında örtülü bilginin araştırılmasının yaygınlaşması amacıyla kullanılacak teşvik prosedürleri ve sürekliliği için oluşturulacak işletme kültürü ile bu uygulamaların desteklenmesidir. Üretimde ve ofislerdeki gerekli bilgilerin araştırılmasında Bilgi Yönetim Sorumlularına, belirleyici ve yol gösterici olmaları yönünde önemli sorumluluklar düşmektedir.

Yeni Bilginin Kullanım Yerinin ve Şeklinin Tanımlanması (FR151222-DP151222): Bilgi Yönetim Sorumlusu (CKO) tarafından, gerek üretimin planlanmasından, gerekse süreçlerden ve takımlardan elde edilen ve kullanılabilirliğine karar verilen yeni bilgilerin, işlerin standartlaştırılması (İng: standardized work) amacıyla kayıt altına alınmasından önce kullanım yerinin ve şeklinin belirlenmesi gerekmektedir. Yeni bilginin kullanım şeklinin tanımlanması, işlerin standartlaştırılması ve bilginin paylaşımı için önemlidir. Bu bilgiler üretimden elde edilebileceği gibi üretimi destekleyen sistemlerden, pazarlama bölümünden, rakip firmalardan, tedarikçilerden ve bayilerden de elde edilebilir. Bilginin niteliği, çok çeşitlilik gösterir. Ürünün veya hizmetin niteliği, kalitesini ve müşteri beklentilerini karşılamaya yönelik olabileceği gibi sisteme, sürece, makinalara veya malzemeye yönelik yeni bir bilgi de olabilir. Süreçlerin etkinliğinin artırılması için yeni bilgilerin değerlendirilmesi zorunluluktur.

Değerlendirilen Yeni Bilginin Kaydedilmesi (FR151223-DP151223): Bilgi Yönetimi Sorumlularınca kullanılabilir olarak değerlendirilen yeni bilgiler işlerin standartlaştırılması için formatlanıp, bilgi haritalarına yerleştirilerek organizasyondaki çalışanlarca paylaşımaya hazır hale getirilmiş olur. Bilginin sınıflandırılması ve kayıt şekli çok önemlidir. Doğru şekilde formatlanmayan bilginin kullanımı zordur. Değerlendirilen yeni bilgilerin kaydedilmesinde talimatlar, grafikler, akış diyagramları, tablolar, şekiller, v.b. kullanılabilir.

Standart hale getirilen işler, yöneticilerin bilgiye erişimini kolaylaştırarak, faaliyetleri yönetmelerine yardımcı olur. Bir ürünün nasıl üretileceği ve bir işin nasıl yapılacağı ile ilgili dokümanite edilmiş standartların bulunması, karar verme süreçlerinin de daha hızlı ve etkin olmasını sağlar (Harris ve Harris, 2008).

Adım 12. FR151221' in Ayrıştırılması: “Gerekli yeni bilgiyi araştır ve bul” olarak belirlenmiş olan fonksiyonel ihtiyaç ile bu fonksiyonel ihtiyaca karşılık gelen ve

“CKO ve diğ er bilgi yönetim sorumluları ile işbirliği prosedürü” olarak belirlenmiş olan tasarım parametresi aşağıda belirtildiği gibi ayrıştırılmıştır (Şekil 3.12):

FR1512211= Üretim hücrelerinde örtülü sorunun nedenlerini kolayca bulacak ortam yarat

FR1512212= Üretim hücrelerinde örtülü sorunu açığa çıkarmak için ortam yarat

FR1512213= Üretim hücrelerinde örtülü sorunun nedenlerini ve dolayısıyla çözüm yollarını (örtülü bilgileri) açığa çıkar

FR1512214= Ofis sistemlerinde örtülü bilgiyi açığa çıkar

FR1512215= Örtülü bilginin araştırılmasının yaygınlaştırılması için motivasyonu sağla

FR1512216= Uygulamanın sürekliliğini sağla

Bu fonksiyonel ihtiyaçlara (FR151221n) karşılık gelen tasarım parametreleri (DP151221n) de aşağıda belirlendiği gibidir:

DP1512211= Kesişmeyen rotalı bir plana dayalı geliştirilen sistem

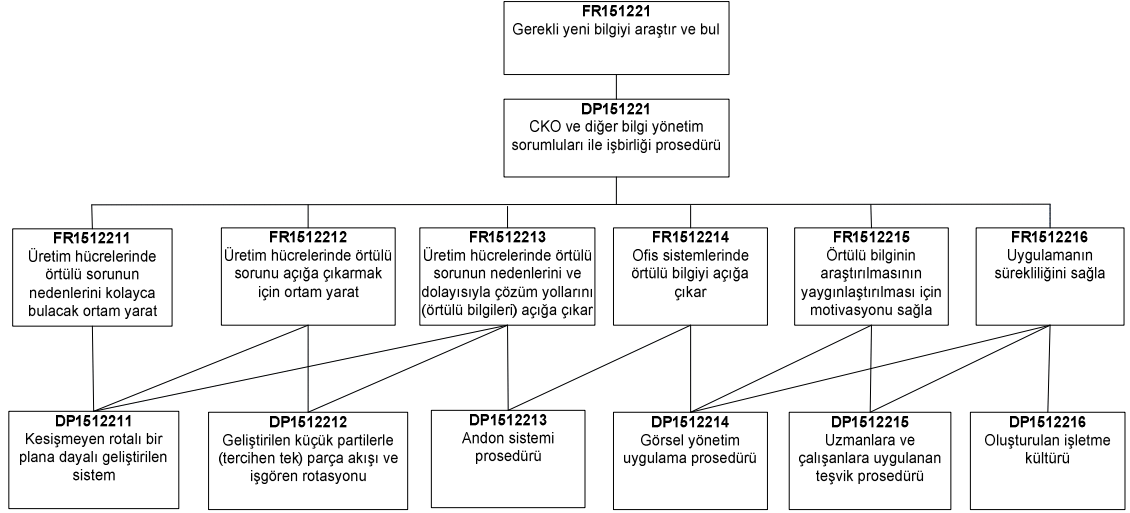
DP1512212= Geliştirilen küçük partilerle (tercihen tek) parça akışı ve işgören rotasyonu

DP1512213= Andon sistemi prosedürü

DP1512214= Görsel yönetim uygulama prosedürü

DP1512215= Uzmanlara ve çalışanlara uygulanan teşvik prosedürü

DP1512216= Oluşturulan işletme kültürü

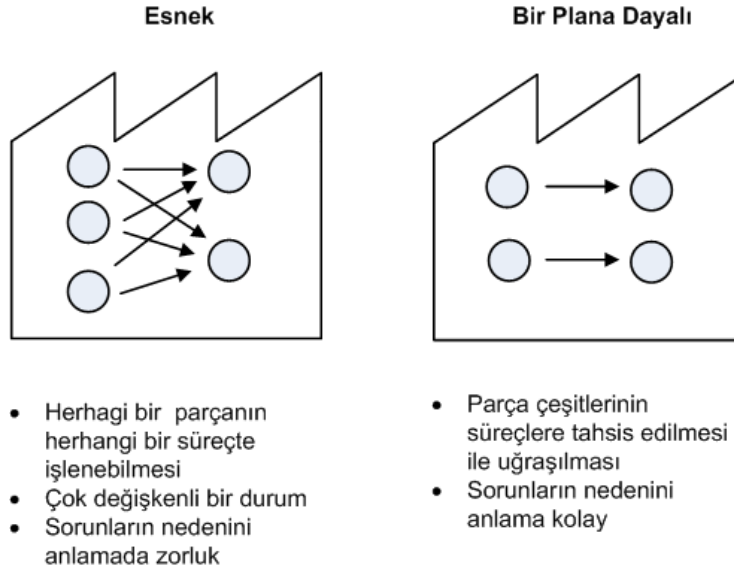


Şekil 3.12 : FR ve DP ayrıştırması (FR151221n-DP151221n).

Fonksiyonel ihtiyaçlar ile tasarım parametreleri arasındaki ilişkiyi gösteren tasarım matrisi ve tasarım eşitliği (3.8) aşağıda verildiği gibidir. Tasarım ayrılmış bir tasarım olup, bağımsızlık aksiyomu ihlal edilmemiştir.

$$\begin{bmatrix} FR1512211 \\ FR1512212 \\ FR1512213 \\ FR1512214 \\ FR1512215 \\ FR1512216 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ X & X & 0 & 0 & 0 & 0 \\ X & X & X & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & X & X & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & X & X & 0 \\ 0 & 0 & 0 & X & X & X \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} DP1512211 \\ DP1512212 \\ DP1512213 \\ DP1512214 \\ DP1512215 \\ DP1512216 \end{bmatrix} \quad (3.8)$$

Üretim Hücrelerinde Örtülü Sorunun Nedenlerini Kolayca Bulacak Ortam Yaratılması (FR1512211-DP1512211): Rota esnekliği ile birbirini kesen hatlar, amacımıza göre iyi veya kötüdür. Eğer amacımız üretim yapmak ise, esnek sistem iyi gözüktür. Çünkü esnek yapı içerisinde sorunlar bulunmasına rağmen, üretimde istenen sayılar üretilebilir. Eğer amacımız sürekli iyileştirmeyi sürdürmek ise, o zaman esnek sistem kötü gözüktür. Bu şekilde çalışmaya yalın yönetimde izin verilmez. Aynı parçayı üretmek için, değişken sayısı artar ve sorunların nedenini anlamada hatırı sayılır zorluk oluşur. Sorunları atlayan esnek sistemler, doğasında gelişme olmayan sistemlerdir (Rother, 2010). Sonuç olarak geliştirilen metodolojide üretim hücrelerinde örtülü sorunların nedenlerini kolayca bulacak ortam yaratabilmenin ön koşulu, kesişmeyen rotalı bir plana dayalı çalışan üretim sistemi uygulamaktır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13 : Esnek sistemler ile bir plana dayalı sistemlerin karşılaştırılması (Rother, 2010).

Üretim Hücrelerinde Örtülü Sorunu Açığa Çıkarmak İçin Ortam Yaratılması (FR1512212-DP1512212): Daha önceden tasarlanmış tek parça akışının uygulanması üretimde meydana gelen aksamaları ve hataları daha görülebilir hale getirir ve organizasyon içerisindeki çalışanlar için örtülü kalmış sorunlar sebebiyle değerlendirilememiş bilginin üretimi ve yayılması için ortam yaratır. Üretimin düzenlenerek, ürün çevrim sürelerinin kısaltılması tek parça veya küçük partilerle akışa olanak sağlar. Bu sayede tek parça veya küçük parti akışıyla, üretimde oluşan sorunlar daha kaynağındayken açığa çıkarılabilir.

Örtülü bilginin açığa çıkması için ortam yaratılmasının bir diğer yolu işgören rotasyonudur. İşgören rotasyonunda amaç, çalışanların değişik nitelikteki işleri öğrenmeleri için bir işten diğerine geçici olarak geçiş yapması ve dolayısıyla bilgi ve becerilerini geliştirmeleridir.

Uygulayarak öğrenmek örtülü bilginin temel taşı konumundadır (Boiral, 2002). İşgören rotasyonunda, işgören mevcut bilgi birikimine yenilerini ekleme fırsatı bulur. İşgören rotasyonu üretim ortamında nitelikli ve tecrübeli çalışan sebebi ile ortaya çıkmayan örtülü sorunların, yeni çalışanlarca öğrenme periyodunda ortaya çıkarılmasını sağlar.

Üretim Hücrelerinde Örtülü Sorunun Nedenlerinin ve Dolayısıyla Çözüm Yollarının (Örtülü Bilgilerin) Açığa Çıkarılması (FR1512213-DP1512213): Üretimde hataların ortaya çıkarılması hem sorunun kaynağının anlaşılması hem de çözülmesi için fırsat

sağlar. Bu sebeple, sistemde kök neden analizlerini kullanmak amacıyla “Andon sistemi” kurulması önerilmektedir. Tasarlanan Andon sistemi, Bölüm 3.4.2’deki Şekil 3.27’de verilmektedir. Hat durdurma stratejisinin çeşitli faydaları vardır. Bir iş istasyonunda hatalı parça üretilmesi sebebiyle hattın durdurulması, ortaya çıkan sorunun daha kaynağındayken tanımlanmasını sağlar.

Sorunun ortaya çıktığı anda yapılan onarımlar, genellikle hatalı parçaların hattan çıktıktan sonra onarılmasından daha hızlıdır. Bu sayede hatalı parça oranı ve temin süresindeki düşüş, hurda, tekrar işleme, envanter, onarım için gereksiz işgören ve alan tahsisi gibi israfları ortadan kaldırır. Böylece üretim maliyetleri düşer ve kalite artar. Hattı durdurmak kontrol maliyetlerini düşürür (Shin ve Min, 1993).

Hattı durdurmanın bir diğer faydası, işletmenin sürekli değişen sorunlara uyumunu yükseltmesidir. Bir sorun ortaya çıktığında işgören, mühendis, bakım grubu ve yöneticiler problemleri, alternatifleri, muhtemel değişiklikleri ve önerileri değerlendirme fırsatı bularak üretkenliğin artmasını sağlarlar. Hat durdurma stratejisi, işgörenin sorunlara karşı farkındalığını artırarak, nedenlerini ve etkilerini öğrenmelerini sağlar. Böylece işgörenler ve yöneticileri arasında karşılıklı bir güven ve işbirliği ortamı oluşur (Shin ve Min, 1993).

Andon sistemi uygulaması, yalın üretimde kalite bilgi akışı ihtiyacını karşılamakta ve çalışanlar arasındaki iletişimi hızlandırarak, küçük sorunların büyük sorunlara dönüşmeden çözülmesinde etkili bir araç görevi yapmaktadır (Harris ve Harris, 2008). Andon sistemi uygulanması, üretim hücrelerinde örtülü sorunların nedenlerini araştırmaya fırsat sağlayarak, bu sorunların çözüm yollarını dolayısıyla örtülü bilgileri açığa çıkarır.

Ofis Sistemlerinde Örtülü Bilginin Açığa Çıkarılması (FR1512214-DP1512214): Ofis ortamlarındaki örtülü bilginin açığa çıkarılması için görsel yönetim uygulanmalıdır. Ofis ortamlarındaki en büyük sıkıntı, çoğu zaman yapılan işin görünür olmamasıdır. Bu çalışanların birbirlerinin yaptığı işlerden ve sürecin bütününden haberdar olmasını engelleyerek sorunların nedenlerinin ortaya çıkmasını zorlaştırır. Görsel yönetim, bilginin daha kolayca anlaşılmasıyla grup iletişimini artırır. Ofis işlerinde görsel uygulamalar ve panolar yardımıyla yapılan işlerin diğer çalışanlarca izlenebilir olması sağlanılarak bilgi akışı kolaylaştırılır. Görsel yönetimin uygulanması bilgilerin kaynağını, kullanımını ve akışını görünür hale

getireceği için, araştırılan yeni bilginin nerede bulunabileceğinin anlaşılmasına yardımcı olur.

Örtülü Bilginin Araştırılmasının Yaygınlaştırılması İçin Motivasyonun Sağlanması (FR1512215-DP1512215): Örtülü bilginin ortaya çıkarılmasının yaygınlaştırılması teşvik prosedürleri ile sağlanabilir. Bunun için tüm çalışanlar, maddi/manevi ödüller ile motive edilir. Teşvik alanlarının saptanması ve hedeflerin belirlenmesiyle, bu hedeflerin karşılanma oranları üzerinden değerlendirmeler yapılarak çalışanların ödüllendirilmesi sağlanır.

Uygulamanın Sürekliliğinin Sağlanması (FR1512216-DP1512216): Örtülü bilginin araştırılması konusunda bilinçlenmenin sağlanması oluşturulacak işletme kültürüne bağlıdır. Bilgi üretimi işletme kültürünün temel unsuru olarak tüm çalışanlarca benimsenmeli ve bilgi yönetiminin sürekliliği gerektirdiği unutulmamalıdır.

Adım 13. FR15123'ün Ayırıştırılması: “Yalınlaştırılmakta olan üretim ve ofis ortamlarında kayıtlı bilgi niceliğini artır” olarak belirlenmiş olan fonksiyonel ihtiyaç ile bu fonksiyonel ihtiyaca karşılık gelen ve “Açık bilgi yönetim prosedürü” olarak belirlenmiş olan tasarım parametresi aşağıda belirtildiği gibi ayırıştırılmıştır (Şekil 3.14):

FR151231= Kaydedilen bilgiyi kullanarak katma değer sağla

FR151232=Üretimde ve ofislerde değerlendirilen bilginin yarar büyüklüğünü hesapla

FR151233= Bilgiyi tetikleyici unsur olarak kullan

FR151234= Hâlihazırda kullanılmayan bilginin saklanmasını sağla

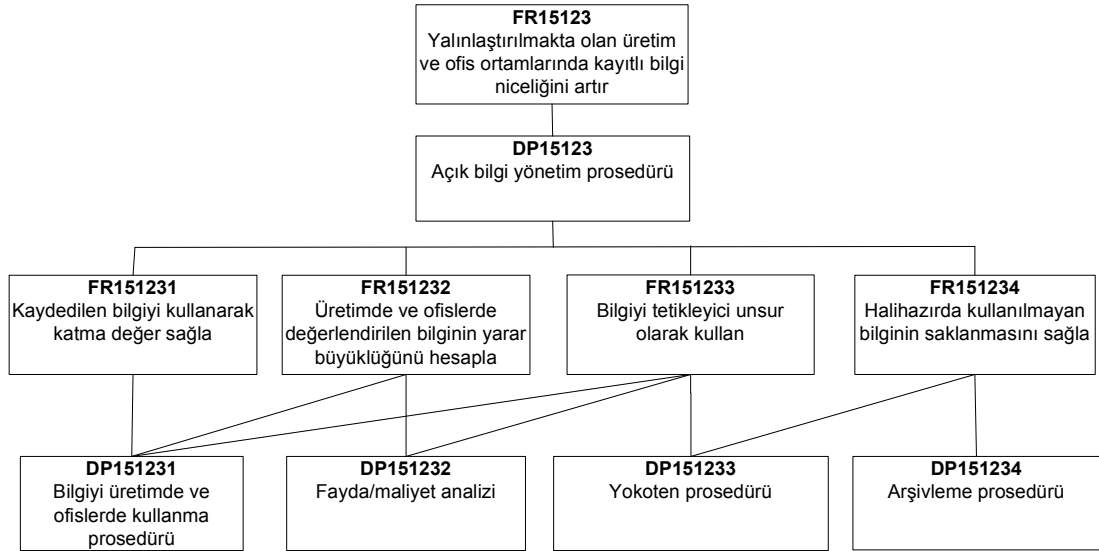
Bu fonksiyonel ihtiyaçlara (FR15123n) karşılık gelen tasarım parametreleri (DP15123n) de aşağıda belirlendiği gibidir:

DP151231= Bilgiyi üretimde ve ofislerde kullanma prosedürü

DP151232= Fayda/maliyet analizi

DP151233= Yokoten prosedürü

DP151234= Arşivleme prosedürü



Şekil 3.14 : FR ve DP ayrıştırması (FR15123n-DP15123n).

Fonksiyonel ihtiyaçlar ile tasarım parametreleri arasındaki ilişkiyi gösteren tasarım matrisi ve tasarım eşitliği (3.9) aşağıda verildiği gibidir. Tasarım ayrılmış bir tasarım olup, bağımsızlık aksiyomu ihlal edilmemiştir.

$$\begin{bmatrix} FR151231 \\ FR151232 \\ FR151233 \\ FR151234 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 & 0 & 0 \\ X & X & 0 & 0 \\ X & X & X & 0 \\ 0 & 0 & X & X \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} DP151231 \\ DP151232 \\ DP151233 \\ DP151234 \end{bmatrix} \quad (3.9)$$

Kaydedilen Bilginin Kullanılarak Katma Değer Sağlanması (FR151231-DP151231): Organizasyondaki örtülü bilginin açık forma getirilmesinden sonra bu bilginin üretimde/ofislerde kullanımının yaygınlaştırılması gerekir. Süreçlerdeki ve çalışanlardaki örtülü bilgilerin açık hale getirilmesinden yarar sağlanması bu bilgilerin tüm çalışanlarca öğrenilip uygulanmasına bağlıdır. Bunun için Bilgi Yönetimi Sorumlusu tarafından hazırlanacak ve panolara asılacak bilgiyi üretimde ve ofislerde kullanma prosedürleri ve talimatlar önem taşımaktadır.

Üretimde ve Ofislerde Değerlendirilen Bilginin Yarar Büyüklüğünün Hesaplanması (FR151232-DP 151232): Yeni bilgilerin uygulamaya alınması belirli bir yatırımı gerektirebilmektedir. Değerlendirilen bilginin kullanılmasıyla sağlayacağı yararın büyüklüğünü tespit etmek için fayda/maliyet analizi yapılabilir. Bir değerlendirme yöntemi olarak fayda/maliyet analizi, uygulamanın ekonomik ömrü boyunca sağlaması beklenen gelirlerin, uygulamaya alma harcaması ile mukayese edilmesidir.

Böylece tüm organizasyon bünyesinde yaygınlaştırılması öncelikli olan ve çalışanlarca değer yaratmak için kullanılacak bilgi için yatırıma karar verilmiş olur.

Diğer taraftan, üretimde ve ofislerde değerlendirilen bilginin yarar büyüklüğünün hesaplanması, aksiyomlarla tasarım modelinin bir sonraki adımında bulunan yokoten uygulamalarında öncelikli ele alınacak bilgilerin tespiti içinde bir gösterge olarak kullanılabilir. Bu amaçla üretimde/ofislerde değerlendirilen bilgiler için fayda/maliyet analizi yapılması, o bilginin işletme için taşıdığı değer bir göstergesidir ve bu bilgilerin kullanımı yokoten uygulamaları ile yaygınlaştırılmalıdır.

Bilginin Tetikleyici Unsur Olarak Kullanılması (FR151233-DP151233): Toyota Üretim Sistemi'ndeki *yokoten* kavramı, organizasyonun bir kısmında yapılan süreç iyileştirmelerinin organizasyonun diğer kısımlarına da aktarılması ve tüm organizasyonda bilginin yatay transferi anlamına gelmektedir (Wilson, 2010). Organizasyonun bir yerinde kullanılarak fayda sağlanmış uygulamaların organizasyonun diğer kısımlarına da aktarılarak bütünsel performansın artırılması, bilgi paylaşımının en önemli sonucudur. Bilginin sürekli geliştirme döngüsünde tetikleyici unsur olarak kullanılması için tüm organizasyonda yaygınlaştırılması hedeflenmelidir. Değerlendirilen bilginin organizasyon içerisindeki yatay transferini sağlayarak, bilginin kullanılmasından doğacak faydayı maksimum yapabilmek için yokoten prosedürleri uygulanmalıdır. Yokoten uygulamalarında öncelikle fayda/maliyet değerleri yüksek olan bilgilere ağırlık verilmelidir.

Hâlihazırda Kullanılmayan Bilginin Saklanması'nın Sağlanması (FR151234-DP151234): Üretimde ve ofislerde güncelliğini yitirmiş olan bilgilerin sistemde zaman içerisinde kaybolmasını önlemek için bir arşivleme sistemi oluşturulmalıdır. Arşivleme sisteminin kurulması ve sürekli bakımının sağlanması için ilk adım bir Arşiv Sorumlusu'nun atanmasıdır. İkinci adım, doküman kayıt sisteminin kurulması için dosyalama sisteminin tasarlanmasıdır. Arşivlemede dijital veya fiziksel dosyalama sistemlerinden yararlanılmaktadır. Arşiv sisteminde bilgiye ulaşım süresini kısaltmak ve kolaylaştırmak için bilginin sınıflandırılmasında fayda vardır.

Adım 14. FR151233' ün Ayrıştırılması: "Bilgiyi tetikleyici unsur olarak kullan" olarak belirlenmiş olan fonksiyonel ihtiyaç ile bu fonksiyonel ihtiyaca karşılık gelen

ve “Yokoten prosedürü” olarak belirlenmiş olan tasarım parametresi aşağıda belirtildiği gibi ayrıştırılmıştır (Şekil 3.15):

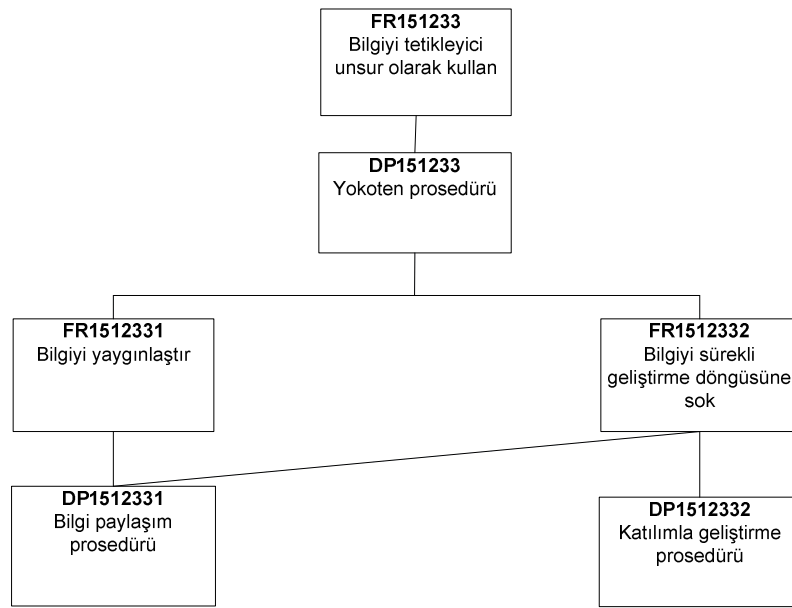
FR1512331= Bilgiyi yaygınlaştır

FR1512332= Bilgiyi sürekli geliştirme döngüsüne sok

Bu fonksiyonel ihtiyaçlara (FR151233n) karşılık gelen tasarım parametreleri (DP151233n) de aşağıda belirlendiği gibidir:

DP1512331= Bilgi paylaşım prosedürü

DP1512332= Katılımla geliştirme prosedürü



Şekil 3.15 : FR ve DP ayrıştırması (FR151233n-DP151233n).

Fonksiyonel ihtiyaçlar ile tasarım parametreleri arasındaki ilişkiyi gösteren tasarım matrisi ve tasarım eşitliği (3.10), aşağıda verildiği gibidir. Tasarım ayrılmış bir tasarım olup, bağımsızlık aksiyomu ihlal edilmemiştir.

$$\begin{bmatrix} FR1512331 \\ FR1512332 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ X & X \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} DP1512331 \\ DP1512332 \end{bmatrix} \quad (3.10)$$

Bilginin Yaygınlaştırılması (FR1512331-DP1512331): Toyota’da kullanılan “Yokoten” kavramının sahip olunan bilginin tüm organizasyon bünyesindeki yatay transferi olduğu daha önce tanımlanmıştı. Böylece, firmaların farklı birimleri, diğer birimler tarafından elde edilmiş bilgi ve tecrübelerden yararlanarak kazanımlarını artırabilmektedir. Bilginin paylaşılması için tüm organizasyon bünyesinde etkili

iletişim sağlanılarak, işbirliği ortamı yaratılmalıdır. Ayrıca, bilgiye tüm çalışanların ulaşabilmesi için bilgisayar ortamında paylaşım amacıyla bilgi yönetim portalı tasarlanmalıdır. Bilginin gerçek ortamda paylaşımının artırılması için özel proje toplantı odaları (oobeya) oluşturulmalıdır. Takımlarda bilginin paylaşılması için ise uygulama komiteleri kurulmalıdır.

Bilginin Sürekli Geliştirme Döngüsüne Sokulması (FR1512332-DP1512332): Bilginin tüm organizasyon bünyesinde erişilebilir olmasının sağlanması sonrasında, bu bilgilerin geliştirme sürecine sokulması ve bilgi niceliğinin artırılması gerekmektedir. Yönetimde problemlerin çözümü ve bilginin sürekli geliştirme döngüsüne sokulması, farklı bölümlerde çalışan insanların işbirliğini ve katılımı gerektirir. Katılımla geliştirme prosedürleri, sürekli geliştirme anlamına gelen Kaizen araçları, kurulacak Kaizen takımları ve uygulama planlarıyla oluşturulmalıdır.

Adım 15. FR1512331' n Ayırıtılması: “Bilgiyi yaygınlaştır” olarak belirlenmiş olan fonksiyonel ihtiyaç ile bu fonksiyonel ihtiyaca karşılık gelen ve “Bilgi paylaşım prosedürü” olarak belirlenmiş olan tasarım parametresi aşağıda belirtildiği gibi ayırıtılmıştır (şekil 3.16):

FR15123311= Tüm organizasyon bünyesinde etkili iletişimi sağla

FR15123312= Bilgisayar ortamında bilgiyi paylaş

FR15123313= Gerçek ortamda bilgiyi paylaş

FR15123314= Takımlarda bilgiyi paylaş

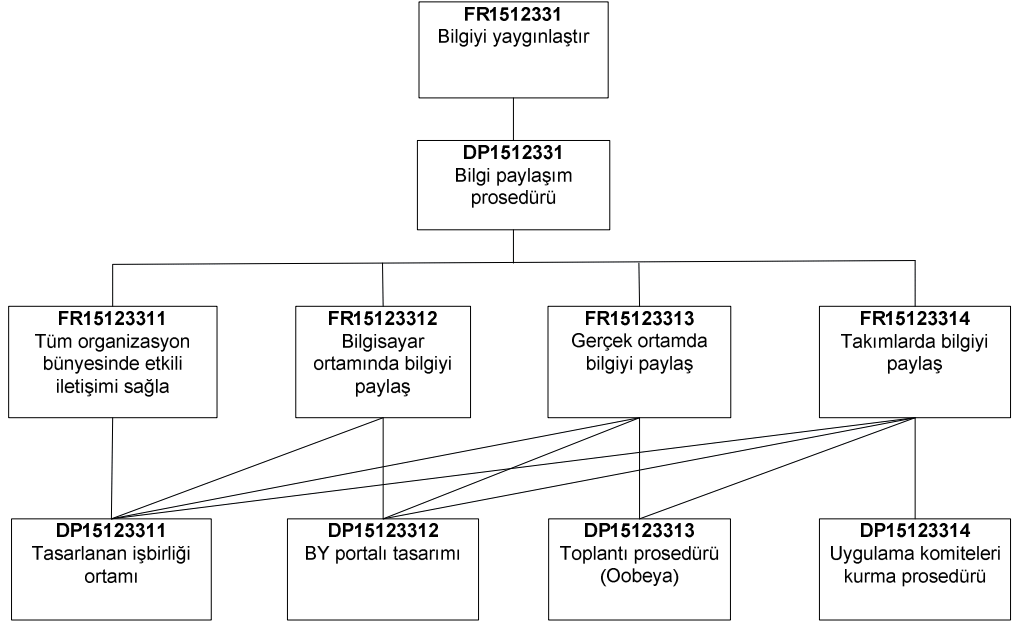
Bu fonksiyonel ihtiyaçlara (FR1512331n) karşılık gelen tasarım parametreleri (DP1512331n) de aşağıda belirlendiği gibidir:

DP15123311= Tasarlanan işbirliği ortamı

DP15123312= Bilgi yönetim portalı tasarımı

DP15123313= Toplantı prosedürü (Oobeya)

DP15123314= Uygulama komiteleri kurma prosedürü



Şekil 3.16 : FR ve DP ayrıştırması (FR1512331n-DP1512331n).

Fonksiyonel ihtiyaçlar ile tasarım parametreleri arasındaki ilişkiyi gösteren tasarım matrisi ve tasarım eşitliği (3.11), aşağıda verildiği gibidir. Tasarım ayrılmış bir tasarım olup, bağımsızlık aksiyomu ihlal edilmemiştir.

$$\begin{bmatrix} FR15123311 \\ FR15123312 \\ FR15123313 \\ FR15123314 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 & 0 & 0 \\ X & X & 0 & 0 \\ X & X & X & 0 \\ X & X & X & X \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} DP15123311 \\ DP15123312 \\ DP15123313 \\ DP15123314 \end{bmatrix} \quad (3.11)$$

Tasarlanan işbirliği ortamıyla tüm organizasyon bünyesinde etkili bir iletişim sağlanmalıdır. Ardından veri tabanları ve bilgi yönetim portalı kullanımı ile bilgiye erişim kolaylaştırılmalıdır.

Oobeya, Japoncada büyük proje odası anlamına gelir. Bu proje yönetiminin en önemli araçlarından biridir. Burada, projenin evreleri ve zamanlaması ile ilgili ayrıntılı tüm bilgiler görsel olarak ortaya konulur. Oobeya uygulaması ile bilginin paylaşılmasına ve etkin bir iletişim ortamının oluşmasına olanak sağlanır (Horikiri ve diğ., 2009). Uygulama komitelerinin kurulması takım kültürünün gelişmesine ve bilginin takımlarda paylaşılmasına ortam yaratacaktır.

Tüm Organizasyon Bünyesinde Etkili İletişimin Sağlanması (FR15123311-DP15123311): İletişim, bilginin paylaşımını ve kullanımını içerir ve belirsizlik de bilgi yetersizliğinden kaynaklanır (Kim, 2002). İşletmelerde etkili bilgi paylaşımı

için çalışanlarda güven ve birlik sağlaması yönüyle etkili bilgi transferinin gerçekleştirilmesine imkân verilmelidir. Örneğin, süreçlerde meydana gelen sorunlar için yapılan kök neden analizlerinden sonra kullanılan, A3 formu uygulamalarının bilgi paylaşımındaki rolü oldukça önemlidir. Bir işletmede çalışanların kendilerinden beklenen sorumlulukları ve işlevleri anlaması ve işletmenin amacını daha iyi kavraması, işletmedeki iletişim sürecinin etkili bir biçimde yerine getirilmesine bağlıdır. İşletmelerde işbirliği ortamının yaratılması, bölümler arası engellerin ortadan kaldırılması, etkili iletişimin sağlanması ve bilginin paylaşılması için gereklidir.

Bilgisayar Ortamında Bilginin Paylaşılması (FR15123312-DP15123312): Portal, her yerden erişilebilen, veritabanına dayalı ağ (İng: web) siteleri ile dinamik bilgi bankalarından bilgi sunulan tarayıcı tabanlı söyleşi odaları, forum alanları, canlı haberler, elektronik posta ve kişiselleşme gibi birçok özelliği kapsayan, daha ucuz ve hızlı olarak bilgiye ve hizmete erişimi sağlayan ağ hizmetidir. Portallar, kişilerin internet üzerinde düzensiz bir biçimde yayınlanan bilgi yığınlarına, bütünsel bir yapıda, hızlı ve kolayca ulaşılmasını sağlarlar (Daşgın, 2006). Kurum genelindeki bilgiyi kolay ulaşılabilir hale getirerek, zaman tasarrufu ve çalışanlarla daha etkin iş birliği sağlamak amacıyla son yıllarda kurum bilgi portalı kavramı ön plana çıkmıştır.

Gerçek Ortamda Bilginin Paylaşılması (FR15123313-DP15123313): Oobeya, Japoncada projelerin görselleştirildiği, gelişmelerin takip ve koordine edildikleri “büyük proje odası” olarak tanımlanmaktadır. Oobeya, projedeki personelin ihtiyaç ve güçlü yönlerini dikkate alan ekip odaklı bir yaklaşımdır. İletişim panoları, göstergeler ve benzeri görsel araçlarla donatılmış Oobeya tarzı bilgi paylaşımı, çalışma alışkanlıklarını ve organizasyonel kültürü dönüştürebilecek güce sahiptir. Oobeya takım çalışmasına zemin hazırlayarak, tüm projenin görselleştirilmesini sağlar (Tanaka, 2007).

Takımlarda Bilginin Paylaşılması (FR15123314-DP15123314): Günümüzde stratejik amaçlara uygun olarak iş süreçlerinin hızlandırılması sayesinde birçok işletmede, iş süreçlerinde üretilmiş olan bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bütün bu süreçte ortaya çıkan ihtiyaçların karşılanması, birbirine bağlı küçük çalışma gruplarının varlığı ile mümkün olmaktadır. İşletmelerde bilgi, deneyim ve farklı bakış açılarının birbirleri ile bütünleştirilmesine gereksinim duyulmaktadır. Bunun gerçekleştirilmesinde takım

alışmaları sürecinde kazanılan yeni bilgilerin ve deneyimlerin takım içinde ve takımlar arasında paylaşılması, bilginin etkinliğini artırmaktadır (Keçecioğlu, 2000). Takımlarda bilgiyi paylaşmak amacıyla kurulacak olan uygulama komiteleri, süreçlerdeki bilginin kullanımını yaygınlaştırmayı hedefler.

Adım 16. FR1512332’ nin Ayırıştırılması: “Bilgiyi sürekli geliştirme döngüsüne sok” olarak belirlenmiş olan fonksiyonel ihtiyaç ile bu fonksiyonel ihtiyaca karşılık gelen ve “Katılımla geliştirme prosedürü” olarak belirlenmiş olan tasarım parametresi aşağıda belirtildiği gibi ayrıştırılmıştır (Şekil 3.17):

FR15123321= Bilgiyi geliştirmeye yönelik ortam yarat

FR15123322= Kaizen çalışmalarını planla

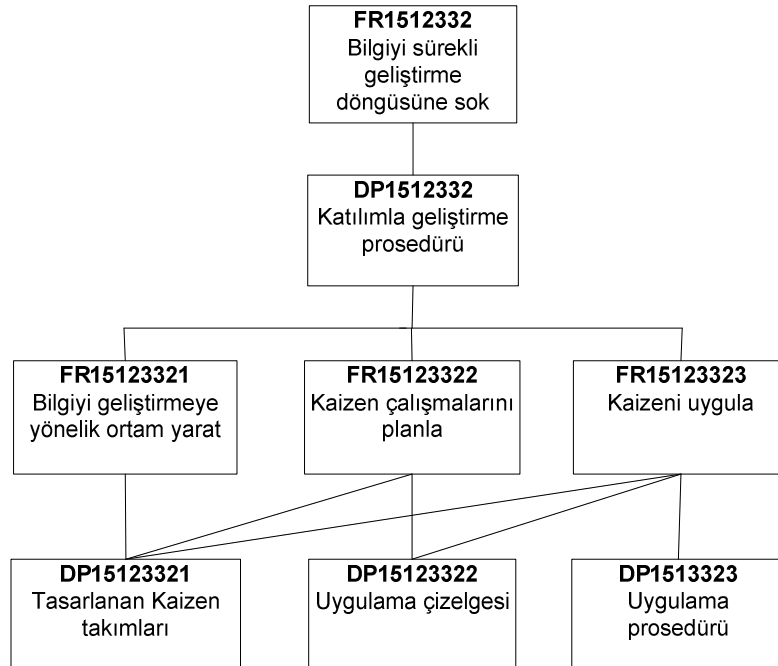
FR15123323= Kaizeni uygula

Bu fonksiyonel ihtiyaçlara (FR1512332n) karşılık gelen tasarım parametreleri (DP1512332n) de aşağıda belirlendiği gibidir:

DP15123321= Tasarlanan Kaizen takımları

DP15123322= Uygulama çizelgesi

DP15123323= Uygulama prosedürü



Şekil 3.17 : FR ve DP ayrıştırması (FR1512332n-DP1512332n).

Fonksiyonel ihtiyaçlar ile tasarım parametreleri arasındaki ilişkiyi gösteren tasarım matrisi ve tasarım eşitliği (3.12), aşağıda verildiği gibidir. Tasarım ayrılmış bir tasarım olup, bağımsızlık aksiyomu ihlal edilmemiştir.

$$\begin{bmatrix} FR15123321 \\ FR15123322 \\ FR15123323 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 & 0 \\ X & X & 0 \\ X & X & X \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} DP15123321 \\ DP15123322 \\ DP15123323 \end{bmatrix} \quad (3.12)$$

Organizasyonların içinde bulunduğumuz acımasız rekabet ortamında varlıklarını devam ettirebilmeleri için bilgi varlıklarını korumaları yeterli olmamaktadır. Bilgi varlığının sürekli olarak artırılabilmesi için sahip olunan bilgilerin sürekli olarak geliştirilmesi gerekmektedir. Kaizen uygulamaları bilginin geliştirilebilmesi için ortam yaratmaktadır. Bu sayede organizasyonlar bilgi niceliklerini ve niteliklerini artırabilme şansı bulmaktadırlar.

Bilgiyi Geliştirmeye Yönelik Ortamın Yaratılması (FR15123321-DP15123321): Kaizen, sürece yönelik olarak yapılan, bilginin paylaşımı ile sürekli iyiyi arama çabasıdır. Kaizen anlayışı, işletme performansını geliştirme amacı taşıyan yenilikçi üretim sistemleri, sürekli iyileştirme ve geliştirmenin işletmenin yaşam biçimi haline gelmesidir. Bilgiyi geliştirmeye yönelik ortamın yaratılması, öneri sisteminin kurulması ile kaizen takımlarının geliştirme uygulamaları sonuçlarının hayata geçirilmesine dayanır.

Kaizen alışmalarının Planlanması (FR15123322-DP15123322): Kaizen çalışmasının planlanmasında, uygulama adımları ve bu adımların ne zaman, ne kadar sürede ve hangi çalışanlarca gerçekleştirilecek olduğunun belirlendiği uygulama çizelgeleri hazırlanmalıdır. Kaizenin uygulamaya alınmasında konu seçimi ve kaizen takımı üyelerinin belirlenmesinin ardından, kayıp türü, iyileştirilecek konunun seçilme nedeni, makina çalışma prensibi gibi konular açıklanmalıdır. Kaizen çalışmasının hedefi belirlenmeli ve faaliyet planı hazırlanarak sorunların analizi yapılmasının ardından çözümü açıklanmalıdır.

Kaizenin Uygulanması (FR15123323-DP15123323): Kaizenin uygulanmasında, uygulama çizelgesine göre izleme yapılarak hedefler karşılaştırılmalı ve kaizen uygulaması standartlaştırılarak tüm organizasyonda yaygınlaştırılmalıdır. Bunun için uygulama prosedürleri hazırlanmalı ve ilgili çalışanlar bilgilendirilmelidir.

Adım 17. FR151234' ün Ayırıştırılması: “Halihazırda kullanılmayan bilginin saklanması sağla” olarak belirlenmiş olan fonksiyonel ihtiyaç ile bu fonksiyonel ihtiyaca karşılık gelen ve “Arşivleme prosedürü” olarak belirlenmiş olan tasarım parametresi aşağıda belirtildiği gibi ayırıştırılmıştır (Şekil 3.18):

FR1512341= Arşivleme sistemini kur ve sürekli bakımını sağla

FR1512342= Arşiv/kayıt şeklini belirle

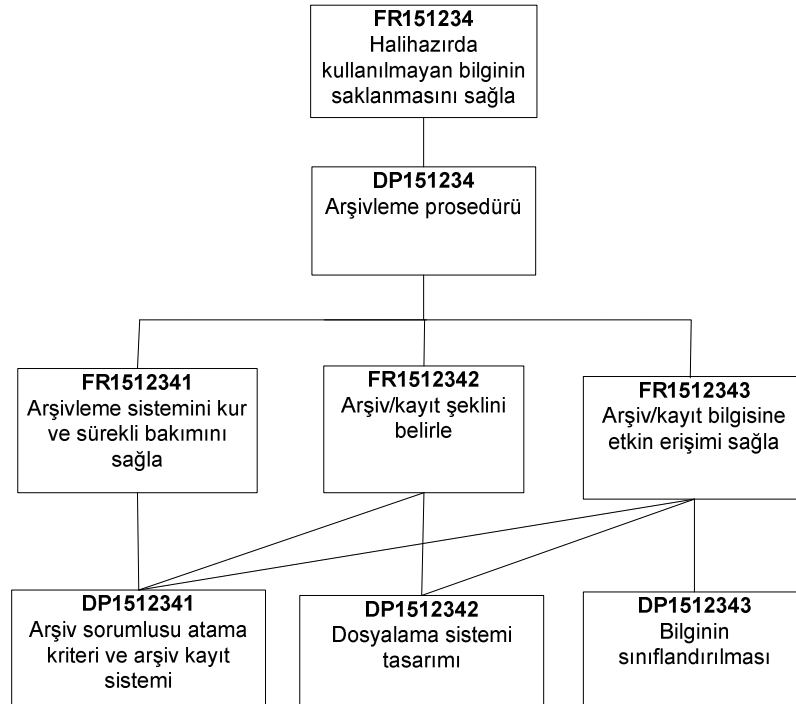
FR1512343= Arşiv/kayıt bilgisine etkin erişimi sağla

Bu fonksiyonel ihtiyaçlara (FR151234n) karşılık gelen tasarım parametreleri (DP151234n) de aşağıda belirlendiği gibidir:

DP1512341= Arşiv sorumlusu atama kriteri ve arşiv kayıt sistemi

DP1512342= Dosyalama sistemi tasarımı

DP1512343= Bilginin sınıflandırılması



Şekil 3.18 : FR ve DP ayırıştırması (FR151234n-DP151234n).

Fonksiyonel ihtiyaçlar ile tasarım parametreleri arasındaki ilişkiyi gösteren tasarım matrisi ve tasarım eşitliği (3.13), aşağıda verildiği gibidir. Tasarım ayrılmış bir tasarım olup, bağımsızlık aksiyomu ihlal edilmemiştir.

$$\begin{bmatrix} FR1512341 \\ FR1512342 \\ FR1512343 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 & 0 \\ X & X & 0 \\ X & X & X \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} DP1512341 \\ DP1512342 \\ DP1512343 \end{bmatrix} \quad (3.13)$$

Organizasyondaki güncelliğini kaybetmiş bilgi varlığının zaman içinde yok olmasını engellemek amacıyla etkin bir arşiv sisteminin kurulması ve böylece sürekli olarak bilgi varlığının korunması sağlanmalıdır.

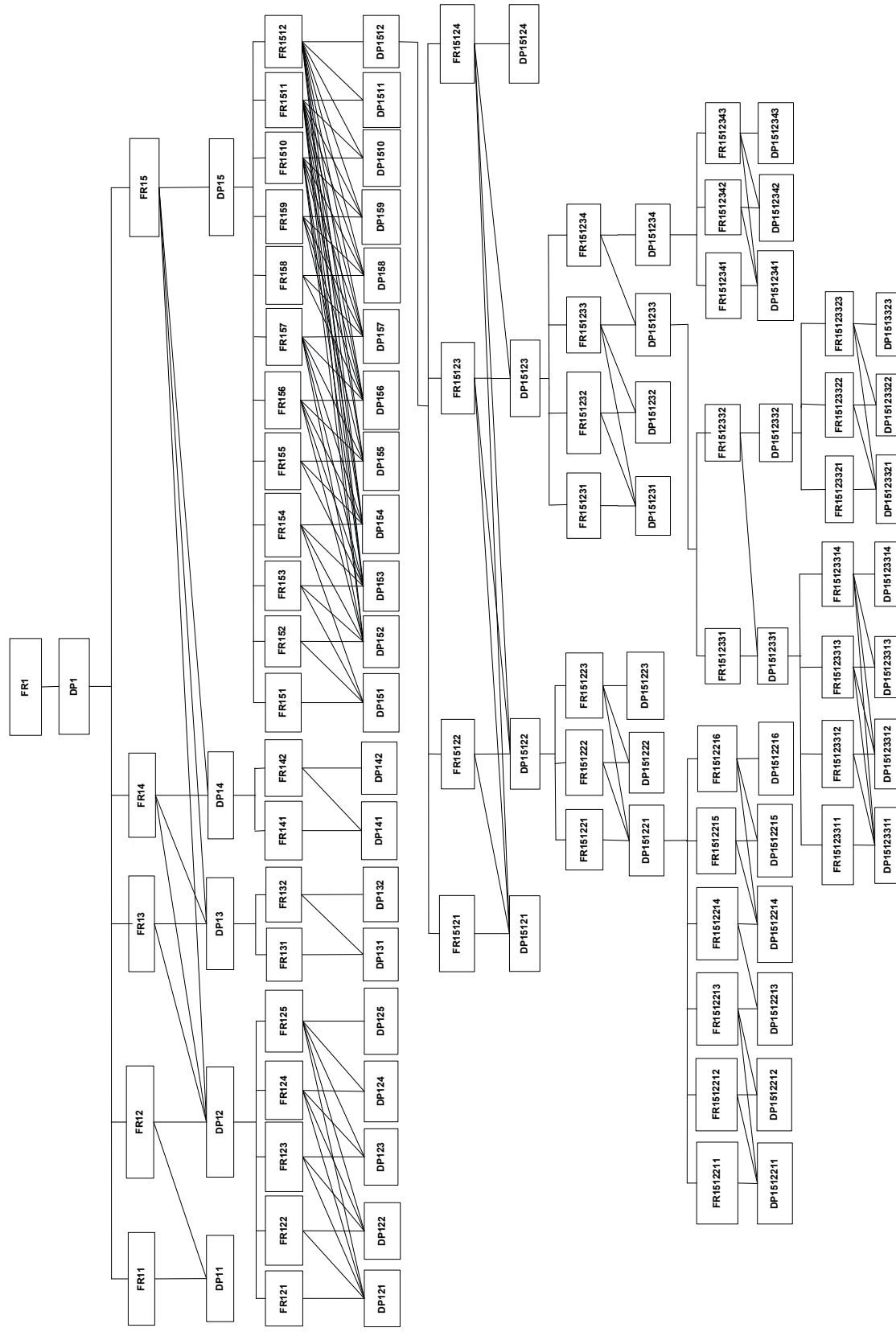
Arşivleme Sisteminin Kurulması ve Sürekli Bakımının Sağlanması (FR1512341-DP1512341): Arşiv projelerinin başarıya ulaşabilmesi için sistem yöneticiliği deneyimi bulunan bir uzmanın atanması kritik bir noktadır. Arşiv Sorumlusu, tüm sistemin kurulmasından, işletilmesinden, kısıtların belirlenmesinden sorumlu olacaktır. Kurulacak arşiv sisteminin uzun süreli kullanılabilmesi için, teknik ve yönetim dokümanları hazırlanmalıdır. Bilgilerin farklı ortamlarda ve formatlarda saklanması arşiv sistemlerinin uzun süreli kullanımı açısından önemlidir. Gerekli görüldüğü durumlarda bu tür yedek bilgiler, sistem ortamlarının dışındaki başka güvenli yerlerde saklanmalıdır. Kurulu sistemin sürekliliğini sağlamak, sorunları çözmek ve geliştirmeler yapabilmek için sisteme yönelik olarak sistem desteği yapılmalıdır. Arşiv bilgilerinin yedeklenmesi, taşınabilirliği ve yeni standartlara dönüşümü de bu sistem desteğinin bir parçası olmalıdır. Sistem güncellemesi, eğitim ve bakım için yıllık bir bütçe ayrılması gerekir (Alabama Department of Archives and History, 1997).

Arşiv/Kayıt Şeklinin Belirlenmesi (FR1512342-DP1512342): Arşivleme işleminde dosyalanması ve saklanması gereken doküman için iki tür kayıt şekli esastır. Bunlar, fiziksel (geleneksel) dosyalama ve elektronik dosyalamadır. Arşivleme sisteminde kayıt altına alınacak değerli bilgiler, elektronik kayıttan yanında birde fiziksel olarak dosyalanmalıdır. Elektronik dosyalamanın fiziksel dosyalamaya çeşitli yönlerden üstünlükleri mevcuttur. İşletmelerde genellikle fiziksel belgeler için ayrılan arşiv alanı, çok geniş bir yer kaplamaktadır. Buna karşın elektronik kayıt sistemlerinde fiziksel depolama alanına ihtiyaç yoktur. Geleneksel dosyalamada, dokümanları çoğaltma ve kopyalama işlemleri oldukça yüksek bir maliyete neden olabilmektedir. Oysa elektronik dosyalamada kurum içi iletişim, elektronik ağlar aracılığıyla yapılmaktadır. Elektronik doküman yönetimi sistemleri, geleneksel iş akışı

modelinden oldukça farklı bir biçimde kurumsal iletişimin tamamen ağ üzerinde sürdürülmesine olanak sağlar (Minnesota State Archives, 2004; Kew ve diğ., 1999).

Arşiv/Kayıt Bilgisine Etkin Erişimin Sağlanması (FR1512343-DP1512343): Arşiv kayıt bilgisine etkin erişimin sağlanması, doğru ve tam bilginin gerekli yerlere dağıtılmasına ve kurumsal faaliyetlerin etkin bir biçimde işlemesine katkıda bulunur. Bunun için arşiv sistemine kaydedilecek bilgilere kolay ve hızlı erişimin sağlanmasında, hangi bilginin nerede bulunacağının doğru bir şekilde sınıflandırılması gerekir. Arşiv sistemindeki bilgilerin kayıt, erişim ve muhafaza işlemlerinin belli bir plan dâhilinde yürütülmesi gerekir. Belge üretimi, dosyalanması, dağıtımı ve saklanması işlemlerinin belli bir plan içerisinde sürdürülmesi, kurumlarda dosyalama işlemlerinin maliyetini ve dolayısıyla işletme maliyetini düşürür (Robek ve diğ., 1987).

Şekil 3.19'da, tasarımın tüm bileşenlerini içeren bütünsel tasarım modeli verilmektedir.



3.3 Yalın Düşünce Esaslı Yatırım Planlama Algoritması

Yalın üretim, geleneksel üretimin aksine daha küçük hacimli ve daha esnek makina ihtiyacına sahiptir. Hücre içinde operatörler, ürün ailesi çevrim süresini ve envanteri azaltmak, kaliteyi artırmak için bu makinaları işletirler. Hücreye uygun küçük hacimli ve esnek makinaların alınması kararı yöneticiler için sıkıntılı bir süreçtir (Sullivan ve diğ., 2002).

Çalışmanın bu kısmında yalın yatırım kararları ile yeni makina alımı için bir yol haritası oluşturulması hedeflenmiştir. Üreticiler sıklıkla makinalarının ve süreçlerinin verimli olmadığını açıkça görerek, yalın üretim prensiplerini uygulamak isterler. Genellikle hücresel üretime geçişte makina yatırımları yaparken yalnızca makinanın satınalma maliyetine göre karar verirler. Oysaki üreticiler satın alma stratejileri için yalın düşünceyi kullanmalıdırlar. Daha iyi yatırım kararları, değer akış haritalarının kullanılması ile alınabilir. Değer akışında belirli bir ürün veya ürün grubu için malzeme ve bilgi akışı haritalanır. Değer akış haritaları sistemde çözülmesi gerekli problemleri anlamamıza yardımcı olur.

Yalın dönüşümde bilgi yönetim sistemi aksiyomlarla tasarım modelinin ilk üç seviyesinde bulunan fonksiyonel ihtiyaçları temel alan ve yöneticilere etkin yatırım kararları verebilmelerinde yardımcı olacak bir yol haritası tasarlamak amacıyla Şekil 3.20'deki algoritma çalışması yapılmıştır. Üretim sisteminin iyileştirilmeye başlanılabilmesi için ilk olarak müşteri talebi ve beklentilerinin iyi tespit edilip öncelikli odaklanması gereken ürün ailesinin belirlenmesi gerekir. Ürün ailesinin belirlenmesinin ardından, bu ürün ailesi için mevcut durum değer akış haritası çizilmeli ve süreçlerdeki israf kaynakları ve ihtiyaçlar görsel hale getirilmelidir. Mevcut durum değer akış haritasının çizilmesine süreçlerin saptanması, süreç parametre ve verilerinin toplanması ile başlanır. Sonraki aşama, tedarikçilerin tanımlanması ve tedarik sürecindeki bilgi akışının belirlenmesidir. Mevcut durumdaki temin süresi değer akış haritası üzerinde gösterilir. Gelecek durum haritası planlaması için müşteri talebine göre takt süresi ve süreçlere göre katma değerli süreler hesaplanır.

Makina alım kararı verilmeden önce mevcut durum değer akış haritası yardımıyla darboğaz alanların tespit edilip, sistemin yatırım yapılmaksızın yalın üretim ilkeleriyle geliştirilmeye çalışılması gerekir. Ürün aileleri için hücresel üretim

yapılacak bölgelerin belirlenmesi ve ardından hücre tasarım planlaması yapılması öncelikli aşamadır.

Hücresel sistemin etkisini anlayabilmek için üzerinde çalışılabilecek değişkenler: içsel ve dışsal malzeme akış yoğunluğu, makina ve işgören kullanımı, süreç içi stok miktarı, her bir iş istasyonunun kuyruk uzunluğu, hazırlık zamanı, malzeme taşıma süresi, çıktı oranı ve gecikmedir. Hücresel üretim, makina yatırımı ve maliyeti, alan ihtiyacı, hücre içindeki ve dışındaki taşımalar, işgören hareketliliği, hücre büyüklüğü, akış rotası ve esneklik kavramlarını içermektedir (Ghosh, 1989).

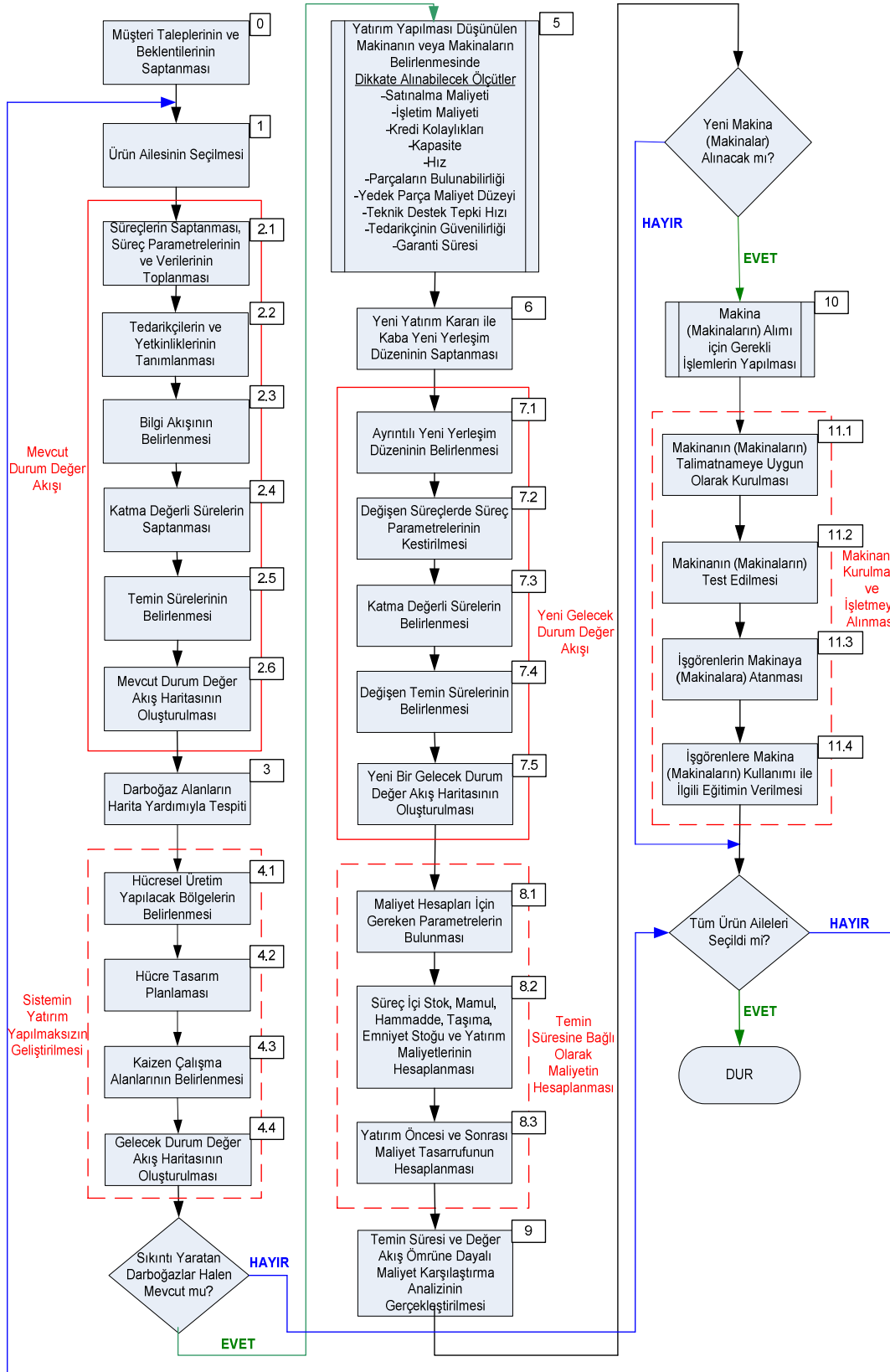
Hücre tasarımının planlanması sonrasında, iyileştirme çalışmaları için kaizen çalışma alanları tespit edilerek kaizen uygulamaları düşünülmelidir. Çalışma alanının düzenlenmesinde 5S, hazırlık süreleri düşürme çalışması, makina bozulma olasılığını düşürmek için Toplam Üretken Bakım, hataları ve kusurları azaltmak için Poka-Yoke ve süreç kaizenleri yapılmalıdır. Gelecek durum planlamasında, üretimin ne şekilde kontrol edileceğine karar verilmelidir. Bunun için süreç içi stokun belirli bir düzeyde tutulmasını sağlayan çekme sistemi tasarımı önerilir. Bu düzenlemeler neticesinde gelecek durum değer akış haritası çizilmeli ve uygulamaya geçiş planlaması yapılmalıdır.

Sistemin yatırım yapılmaksızın geliştirilmesi sıkıntı yaratan darboğazları ortadan kaldırmak için yeterli olduysa makina yatırımına gerek kalmamıştır. Yalın üretim ilkelerinin uygulanması ile tasarlanan yatırımsız gelecek durum değer akış planlaması sonrasında, sistemde hala darboğaz alanlar (bu genellikle hücre tasarımına uygun yeni makina alımı ile kapasite artışı sağlanmasıdır) mevcut ise yatırım planlaması yapılmalıdır. Makina yatırımı planlamasında darboğaz makinalar, odaklanması gereken ölçütler ve kaba yerleşim düzeni saptanmalı, daha sonra da ayrıntılı yerleşim planı oluşturulmalıdır. Değişen süreç parametreleri ve katma değerli süreler belirlenmeli, buna göre yeni duruma uygun olarak yatırımlı gelecek durum değer akış haritası çizilmeli, planlamanın etkinliğini görmek için de değişen temin süresini esas alan maliyet ve alınacak makinanın ekonomik ömrüne dayalı duyarlılık analizleri yapılmalıdır.

Maliyet analizlerinde parçanın işleme ve işleme dışı maliyetlerine ek olarak süreç içi stoktaki yatırım maliyeti ve depolama maliyeti hesaplanmalıdır. Temin süresindeki düşüş üretilen ürünün teslimatındaki gecikme olasılığını düşürerek maliyet tasarrufu

sağlamaktadır. Karmaşık iş akışlarının olduğu sistemlerde temin süresindeki değişkenliği görebilmek için benzetim modeli kurulması ve maliyet analizi yapılması fayda sağlayabilir. Son olarak, planlamalar neticesinde kabul edilebilir bir düzeyde maliyet tasarrufu yapıp yapılmadığına karar vermek için karşılaştırma analizi yapılması faydalı olacaktır. Maliyet karşılaştırma analizi sonunda yeni makina yatırımına karar verilmesiyle alım için gerekli işlemlerin yapılmasının ardından yeni makina, talimatnamelere uygun olarak üretim hücresinde belirlenen yerine kurulmalı ve test edilmelidir. Bu makinada çalışacak olan işgörenlerin ataması yapıldıktan sonra işgörelere makinanın kullanılmasına ilişkin eğitim verilmelidir.

Tüm üretim sistemindeki darboğazları gidermek amacıyla, tasarlanmış olan yalın yatırım planlama algoritmasındaki yol haritası, sistemdeki diğer ürün ailelerine de uygulanmalıdır.



Şekil 3.20 : Yalın düşünce esaslı yatırım planlama algoritması.

3.3.1 Temin süresine dayalı maliyet analizi

Yapılan çalışmanın değer akışına odaklanması sebebiyle maliyet analizi için temin sürelerinin maliyeti esas alınmıştır. Çalışmada planlanan maliyet analizinde; parça maliyeti, süreç içi stok elde bulundurma maliyeti, tampon stok elde bulundurma maliyeti, güvenlik stoku elde bulundurma maliyeti, makina yatırım maliyeti ve taşıma maliyeti hesaba katılmıştır.

Parçanın bir işlem adımının maliyeti, makina ve işgören sisteminin birim zaman maliyeti (C_o) ile işlem süresinin (T_p) çarpılması sonucu elde edilir (Groover, 2007). (3.14) eşitliğinde işleme süresi verilmiştir.

$$T_p = T_{su} + T_o \quad (3.14)$$

T_p : işlem süresi

T_{su} : hazırlık süresi (çalışma alanının düzenlenmesi, makinaya bağlama, vb.)

T_o : işleme süresi

Bir iş parçasının toplam maliyeti (C_{pc}) aşağıdaki (3.15) formülü ile bulunur (Groover, 2007);

$$C_{pc} = C_m + \sum_{i=1}^{n_m} (C_o T_{pi} + C_{noi}) \quad (3.15)$$

C_m : malzeme maliyeti

C_o : makina ve işgören sisteminin birim zaman maliyeti

C_{no} : işleme dışı maliyetler (kalite kontrol, bekleme, vb.)

n_m : iş parçasının tamamen işlem görmesi için geçmesi gerekli olan işlem sayısı

i : işlem numarası, $i= 1,2,\dots,n_m$

Eğer T_p ile C_{no} her işlem için eşdeğer olduğu varsayılırsa, bir iş parçasının toplam maliyeti aşağıdaki (3.16) formülü ile bulunur:

$$C_{pc} = C_m + n_m (C_o T_p + C_{no}) \quad (3.16)$$

Temin süresinden kaynaklanan ek maliyetler aşağıdaki gibi belirlenmektedir (Groover, 2007);

1. Süreç İçi Stoktaki Yatırım (Fırsat) Maliyeti: İşin işletim maliyeti nedeniyle oluşan bu maliyet, işin biriken maliyeti ile firmanın iç verim oranının (v) çarpılması sonucu elde edilir.

2. Süreç İçi Stoktaki Depolama Maliyeti: Süreç içi stokun üretim alanını kaplaması nedeniyle oluşan bu maliyet, işin biriken maliyeti ile depolama oranı (s)'in çarpılması sonucu elde edilir. Bunun sonucu olarak, (3.17) eşitliğinde süreç içi stokun elde bulundurma maliyet oranı (h), iç verim oranı ile depolama oranının toplamıdır.

$$h = v + s \quad (3.17)$$

İmalat temin süresi (L) ile süreç içi stokun maliyetini bulmak için aşağıdaki (3.18) ifadesi kullanılır (Groover, 2007);

$$TC_{pc} = C_m + n_m(C_o T_p + C_{no}) + \int_0^L \{C_m + (n_m(C_o T_p + C_{no}) / L).t\} h dt \quad (3.18)$$

Sonraki adımlarda formülasyonu kısaltmak amacıyla $C_1 = n_m(C_o T_p + C_{no})$ olarak tanımlanırsa (3.19) elde edilir;

$$TC_{pc} = C_m + C_1 + \int_0^L \{C_m + (C_1 t / L)\} h dt \quad (3.19)$$

İntegral alındıktan ve gerekli sadeleştirmelerden sonra (3.20) ve (3.21) elde edilir.

$$TC_{pc} = C_m + C_1 + \{C_m L + (C_1 L^2 / L.2)\} h \quad (3.20)$$

$$TC_{pc} = C_m + C_1 + \{C_m + (C_1 / 2)\} h.L \quad (3.21)$$

Bu eşitlikteki “ $\{C_m + (C_1 / 2)\} h.L$ ” ifadesi parça başına elde bulundurma maliyetidir. Buradan hareketle süreç içi stok elde bulundurma maliyeti (SM) için aşağıdaki (3.22) formülasyonu kullanılmıştır;

$$SM = \{C_m + (C_1 / 2)\} h.SS.L \quad (3.22)$$

SS : iş parçasının süreç içi stok miktarı

Üretimdeki düzensizlikler sebebiyle tutulan tampon stok elde bulundurma maliyeti (TSM) için aşağıdaki (3.23) formülasyonu kullanılmıştır;

$$TSM = \{C_m + (C_1 / 2)\}h.g.D.L \quad (3.23)$$

g: güvenilirlik faktörü (mevsimsel talebe göre değişebilir)

D: iş parçasının talebi

Holsenback ve McGill (2007), talepteki düzensizlikler sebebiyle tutulan güvenlik stoku miktarı (GS) için (3.24) formülünü kullanmışlardır. Buna göre güvenlik stoku elde bulundurma maliyeti (GSM) için (3.25) formülasyonu elde edilmiştir;

$$GS = k.\sqrt{(L.(\sigma_D / p)^2)} \quad (3.24)$$

$$GSM = k.\sqrt{(L.(\sigma_D / p)^2)}. \{C_m + (C_1 / 2)\}h.L \quad (3.25)$$

GS: güvenlik stoku miktarı

k : servis faktörü (servis düzeyi karşılama miktarı hesabı için standart sapma çarpanı)

σ_D : talebin standart sapması

p : standart sapmanın zaman aralığı

Servis faktörünü hesaplamak için Excel programında NORMSINV fonksiyonu kullanılmış ve Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1 : Servis düzeylerine göre servis düzeyi faktörleri.

Servis Düzeyi	Servis Faktörü	Servis Düzeyi	Servis Faktörü
55.00%	0.13	91.00%	1.34
60.00%	0.25	92.00%	1.41
65.00%	0.39	93.00%	1.48
70.00%	0.52	94.00%	1.55
75.00%	0.67	95.00%	1.64
80.00%	0.84	96.00%	1.75
81.00%	0.88	97.00%	1.88
82.00%	0.92	98.00%	2.05
83.00%	0.95	99.00%	2.33
84.00%	0.99	99.50%	2.58
85.00%	1.04	99.60%	2.65
86.00%	1.08	99.70%	2.75
87.00%	1.13	99.80%	2.88
88.00%	1.17	99.90%	3.09
89.00%	1.23	99.99%	3.72

Makina yatırımı sebebiyle oluşan makina yatırım maliyeti (TM) için aşağıdaki (3.26) formülasyonu kullanılmıştır;

$$TM = d.L = \{(T \cdot v.(1+v)^e / ((1+v)^e - 1)) / c\}.L \quad (3.26)$$

d: makinanın düzgün günlük maliyeti

T: makinanın şimdiki değeri

v: iç verim oranı

e: makinanın ekonomik ömrü

c: yıllık çalışma günü sayısı

Üretim sırasındaki taşımalar sebebiyle oluşan taşıma maliyeti (TS) için aşağıdaki (3.27) formülasyonu kullanılmıştır;

$$TS = t.l.f.D \quad (3.27)$$

t : birim taşıma maliyeti

l : taşıma mesafesi

f : taşıma frekansı

Yukarıda belirtilen maliyet kalemleri toplanılarak maliyet karşılaştırma analizinde kullanılacak toplam maliyet için aşağıdaki (3.28) formülü elde edilmiştir;

$$\sum_{a=1}^n TC_a = \sum_{a=1}^n C_a + \sum_{a=1}^n SM_a + \sum_{a=1}^n TSM_a + \sum_{a=1}^n GSM_a + \sum_{a=1}^y TM_a + \sum_{a=1}^n TS_a \quad (3.28)$$

a: parça grubu, a=1,...,n

y: yatırım yapılacak makina sayısı

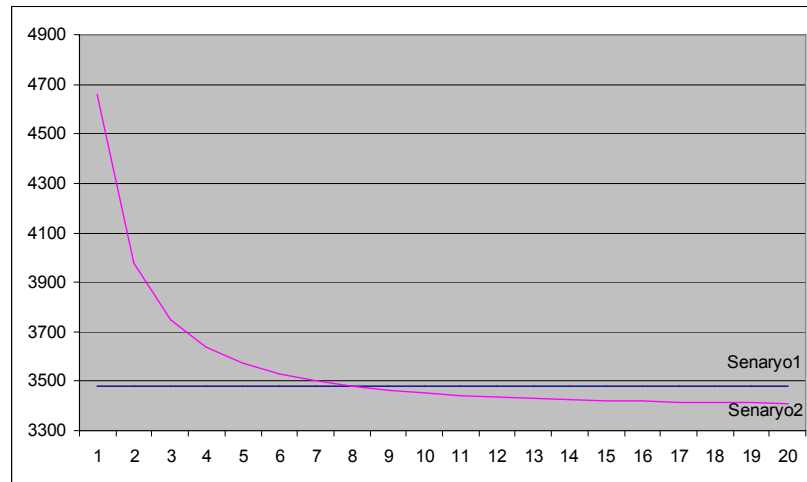
İş parçalarının işleme maliyetleri bulunurken makina-işgören sisteminin maliyetini bilmek gerekir. Maliyet hesaplamaya başlanılmadan önce makinanın yatırım maliyeti, makinanın ekonomik ömrü, makinanın hurda değeri, makinanın günlük çalışma süresi, makina-fabrika genel gideri oranı, direkt işçilik gideri, işçilik fabrika genel gideri oranı, parça için toplam işleme hazırlık süresi, parçanın toplam işleme süresi, temin süresi, iç verim oranı ve depolama oranı gibi verilerin toplanması gereklidir. Makina-işgören sistemi maliyetinin hesaplanmasında parça başına

hammadde maliyetinin belirlenmesi, üretim sırasındaki işleme dışı maliyetlerin belirlenmesi ve parça işleme maliyetinin hesaplanması gerekmektedir. Daha sonra süreç içi stok maliyetinin, tampon stok maliyetinin, güvenlik stoku maliyetinin, ek makina yatırım maliyetinin, taşıma maliyetinin hesaplanması gerekmektedir. Tüm bu maliyetlerin toplamı, maliyet analizi yapılmasına yardımcı olur.

3.3.2 Değer akış ömrüne dayalı duyarlılık analizi

Yalın düşünce esaslı yatırım planlamasında, alternatif makinalar arasında değerlendirme için makinanın ekonomik ömrüne bağlı olarak bir duyarlılık analizi çalışması yapılması hedeflenmiştir. Değer akışındaki makinaların ekonomik ömrü, değer akışının ömrünü belirlemektedir. Bu analizde, makina yatırımı yapılmaksızın geliştirilen sistemin temin süresine dayalı maliyet değeri ile yatırımlı sistem temin süresine dayalı maliyet değeri karşılaştırması yapılmaktadır. Yatırımlı sistemde maliyet hesaplanırken alım kararı verilen makinanın ekonomik ömrüne bağlı olarak maliyet değişimine bakılmaktadır.

Örnek olarak, makina yatırımı yapılmaksızın geliştirilen bir sistemin (Senaryo 1) temin süresine dayalı maliyeti hesaplanır. Ardından makina yatırımı yapılan Senaryo 2'deki sistemde, değerlendirilen makinanın ekonomik ömrünün 1-20 yıl arasında olması öngörüsü ile ayrı ayrı temin süresine dayalı maliyeti hesaplanır ve bulunan sonuçlar Şekil 3.21'deki gibi grafiğe aktarılır. Şekil 3.21'deki örnek grafikte makina alımı yapılırken, değerlendirilen makinanın ekonomik ömrünün 8 yılın üzerinde olması gerekmektedir.



Şekil 3.21 : Değer akış ömrüne bağlı duyarlılık analizi örneği.

3.3.3 Yeni makina seçim kararı için AHP modeli

Yalın düşünce esaslı yatırım planlama algoritmasına göre yeni makina alım kararı verildiği zaman, karar faktörlerinin belirlenmesi ile birlikte alternatif makinaları kendi aralarında bu faktörlere göre karşılaştırarak en uygun makinanın seçilmesinde, Analitik Hiyerarşi Süreci (İng: Analytic Hierarchy Process, AHP) kullanılmasına karar verilmiş ve bunun için Şekil 3.22'deki modelin kullanılması düşünülmüştür.

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), Saaty tarafından karar verme problemlerinin çözümü için geliştirilmiş bir modeldir (Saaty, 1977; Saaty, 1990; Saaty, 1994). AHP, önceden tanımlanmış bir karşılaştırma skalası kullanılarak, kararı etkileyen faktörler ve bu faktörler açısından karar noktalarının önem değerlerine göre birebir karşılaştırmalara dayanmaktadır. Bir karar verme probleminin AHP ile çözümlenebilmesi için gerçekleştirilmesi gereken aşamalar aşağıda tanımlanmıştır (Yaralıoğlu, 2008):

Adım 1 : Karar Verme Problemi Tanımlanır

Adım 2 : Faktörler Arası Karşılaştırma Matrisi Oluşturulur: Bu matris, $n \times n$ boyutlu bir kare matristir ve köşegeni üzerindeki bileşenlerin değeri 1'dir. Faktörlerin birebir karşılıklı karşılaştırılmasında, Çizelge 3.2'deki önem skalası kullanılır. Karşılaştırma matrisi aşağıda (3.29)'da gösterilmiştir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (3.29)$$

Tüm değerleri 1 olan köşegeninin altında kalan bileşenler için (3.30) formülü kullanılır.

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \quad (3.30)$$

Çizelge 3.2 : Önem skalası (Saaty, 1994).

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Her iki faktörün eşit öneme sahip olması durumu
3	1. Faktörün 2. faktörden daha önemli olması durumu
5	1. Faktörün 2. faktörden çok önemli olması durumu
7	1. Faktörün 2. faktöre nazaran çok güçlü bir öneme sahip olması durumu
9	1. Faktörün 2. faktöre nazaran mutlak üstün bir öneme sahip olması durumu
2,4,6,8	Ara değerler

Adım 3 : Faktörlerin Yüzde Önem Dağılımları Belirlenir: Faktörlerin bütün içerisindeki ağırlıklarını belirlemek için, karşılaştırma matrisini oluşturan sütun vektörlerinden n adet ve n bileşenli B sütun vektörü oluşturulur. Aşağıda (3.31)'de bu vektör gösterilmiştir:

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_{n1} \end{bmatrix} \quad (3.31)$$

B sütun vektörlerinin hesaplanmasında (3.32) formülünden yararlanılır.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (3.32)$$

Aynı adımlar diğer değerlendirme faktörleri için tekrarlandığında faktör sayısı kadar (n adet) B sütun vektörü elde edilerek bir matris formatında bir araya getirildiğinde C matrisi (3.33) oluşturulacaktır.

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix} \quad (3.33)$$

C matrisinden yararlanarak, faktörlerin birbirlerine göre önem değerlerini gösteren yüzde önem dağılımları elde edebilmek için (3.34) formülünde gösterildiği gibi C matrisini oluşturan satır bileşenlerinin aritmetik ortalaması alınır ve “Öncelik Vektörü” olarak adlandırılan W sütun vektörü elde edilir.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (3.34)$$

W vektörü aşağıda (3.35)’de gösterilmiştir.

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad (3.35)$$

Adım 4 : Faktör Kıyaslamalarındaki Tutarlılık Ölçülür

AHP’de sonuçların gerçekçiliği faktörler arasındaki tutarlılığa bağlıdır. “Tutarlılık Oranı” (İng: Consistency Ratio, CR), bulunan öncelik vektörünün tutarlılığının test edilebilmesi imkânını verir. Bunun için faktör sayısı ile “Temel Değer” (İng: Principal Eigenvalue, λ) katsayısı karşılaştırılır. λ ’nın hesaplanmasında, A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün matris çarpımından D sütun vektörü (3.36) elde edilir.

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad (3.36)$$

(3.37) formülünde, D sütun vektörü ile W sütun vektörünün karşılıklı elemanlarının bölümünden her bir değerlendirme faktörüne ait temel değer (E) elde edilir. Bu değerlerin aritmetik ortalaması (3.38) ise karşılaştırmaya ilişkin temel değeri (λ) verir.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (3.37)$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (3.38)$$

λ hesaplandıktan sonra “Tutarlılık Göstergesi” (İng: Consistency Index, CI), (3.39) formülü ile hesaplanır.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (3.39)$$

CI değeri, “Standart Düzeltme Değeri” (İng: Random Index, RI) olarak adlandırılan ve Çizelge 3.3’de gösterilen değerlere bölünerek (3.40) ile CR elde edilir.

Çizelge 3.3 : Standart düzeltme değeri (RI) (Yaralıoğlu, 2008).

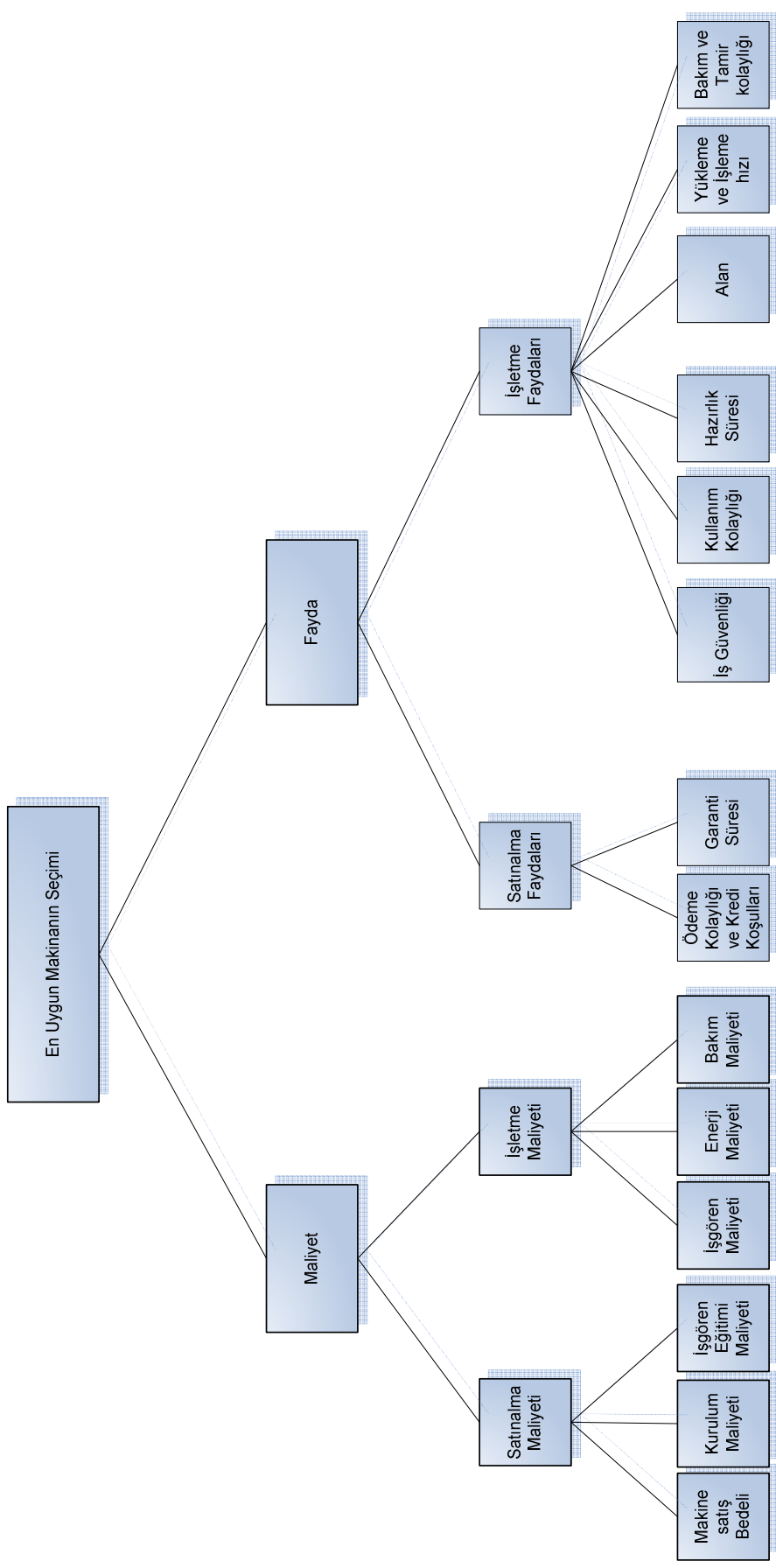
N	RI	N	RI
1	0	8	1,41
2	0	9	1,45
3	0,58	10	1,49
4	0,90	11	1,51
5	1,12	12	1,48
6	1,24	13	1,56

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3.40)$$

Hesaplanan CR değerinin 0.10'dan küçük olması karar vericinin yaptığı karşılaştırmaların tutarlı olduğunu gösterir. CR değerinin 0.10'dan büyük olması ya AHP'deki bir hesaplama hatasını ya da karar vericinin karşılaştırmalarındaki tutarsızlığını gösterir.

Karar verme sürecine hız kazandırmak amacıyla hazırlanmış yazılımlar bulunmaktadır. Bunlara örnek olarak, Super Decisions (www.superdecisions.com), Expert Choice (www.expertchoice.com) ve Decision Lens (www.decisionlens.com) verilebilir. Bu yazılımlar kullanılarak makina seçim süreci hızlandırılabilir.

Şekil 3.22'de yeni makina seçim kararı için tasarlanan AHP modeli sunulmuştur.



Şekil 3.22 : Yeni makina seçim kararı için AHP modeli.

3.4 Bilgi Yönetimi Uygulamaları

İşletmelerin varlıklarını en temelde, maddi varlık (binalar, ekipmanlar, stoklar, vb.) ve maddi olmayan varlıklar olarak ikiye ayırmak mümkündür. İşletmelerin değer yaratmakta kullandığı maddi olmayan en değerli varlığı bilgidir. İşletmelerin maddi varlıklarını ölçmek mümkün olduğu gibi maddi olmayan varlıklarını da ölçebilmek ve değerlendirmek mümkündür. İşletmeler artan rekabet ortamında bilgi varlıklarını korumanın ve geliştirmenin önemini kavramasıyla bütün dünyada bilgi yönetimi üzerinde daha fazla durulmaya başlanmıştır. Bununla birlikte işletmelerde farklı bilgi yönetim araçları kullanılmaya ve bilgi varlığı görsel olarak değerlendirilmeye başlamıştır.

Üretim, süreç odaklı olmakla birlikte, doğal olarak bilgi yoğunluğu yüksek bir ortamdır. Üretim çalışanları işlerini verimli bir şekilde yapabilmek için makina kullanımı, süreç kontrolü, hatalı operasyonların düzeltilmesi gibi bilgilere ihtiyaç duyarlar. Bu tip bilgilerin insan zihninden açığa çıkarılıp diğer çalışanlarla paylaşılması gerekir. İşletme çalışanları, birbirlerinden, geçmiş deneyimlerinden ve yeni problemlerin çözülmesinden bilgi kazanmakta ve bunu yeteneklerine yansıtmaktadırlar (Kim ve diğ., 2003a).

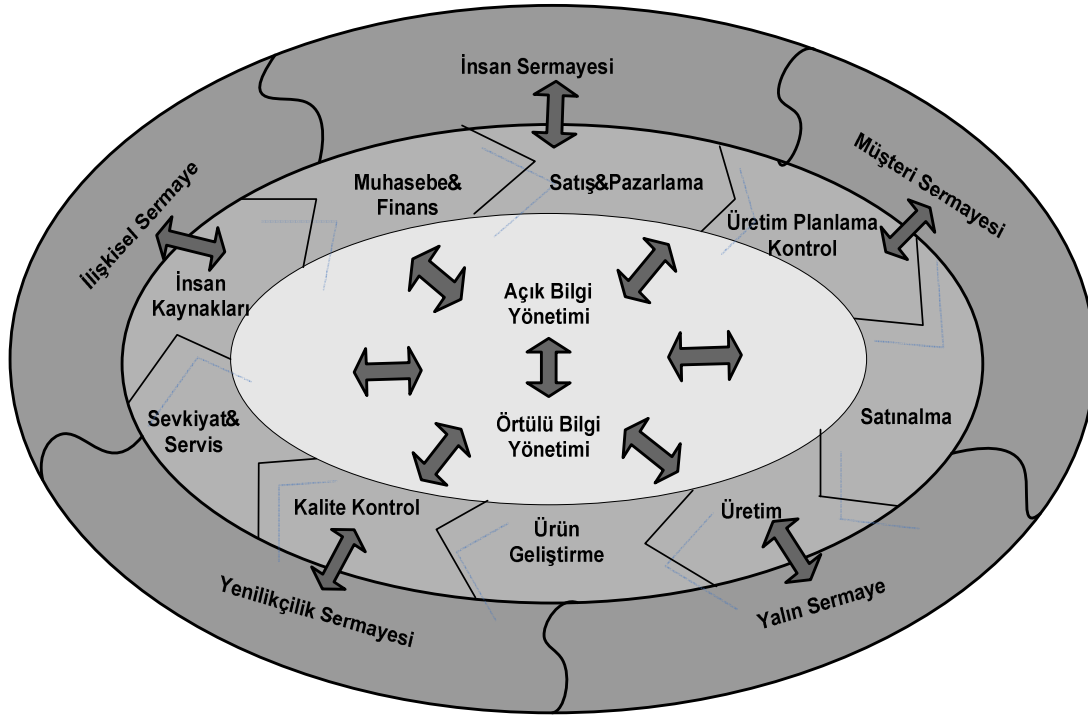
Açık ve örtülü bilgi yönetiminde öncelikli olarak bilgi akışının belirlenmesi şarttır. Bu çalışmada yalın üretim araçları kullanılarak geliştirilecek bir üretim sisteminde bilginin yönetimi ile bilgiye dayalı bir performans geliştirme sisteminin kurulması hedeflenmiştir. Bu sebeple işletmedeki açık-örtülü bilginin yönetilmesi ve bilgi yönetimi faaliyetlerinin koordinasyonunun sağlanması için, öncelikle üst düzey bilgi yönetim sorumlularının atanması ve uygulanacak eğitim programları ile çalışanların bilgi yönetimi ve yalın üretim konusunda bilinçlendirilmeleri sağlanmalıdır. İşletmelerin bilgi varlıklarını artırabilmelerindeki en önemli husus, örtülü bilginin açığa çıkmasının sağlanmasıdır. Bunun için oluşturulacak şirket kültürünün ve uygulanacak teşvik prosedürlerinin büyük önemi vardır. Yalın üretimde kayıtlı bilgi niceliğinin artırılması için bilgi haritaları oluşturulmalı ve bilginin işletme bünyesinde erişiminin kolaylaşması ve yaygınlaşması için bilgi yönetim portalı kurulmalıdır. Ayrıca bilgi paylaşımı ve toplantı prosedürleri geliştirildikten sonra uygulama komiteleri kurulmalıdır. Bunun yanı sıra, kaydedilen bilginin üretimde kullanılarak katma değer sağlanması ve kaizen çalışmalarıyla geliştirilmesi

gerekmektedir. İşletme bünyesinde güncelliğini yitirmiş olan bilgilerin zaman içinde korunabilmesi amacı ile iyi bir arşivleme sistemi yardımıyla sınıflandırılarak saklanması sağlanmalıdır.

3.4.1 Tasarlanan bilgi yönetim modeli

Bu çalışmada tasarlanan bilgi yönetim modelinde genel bir dış çerçeve içinde işletme sermayesinin unsurları yer almaktadır. Bunlar; insan sermayesi (çalışanların ekonomik değer üretmek için kullandıkları, eğitimle ve daha önceki deneyimleriyle edinmiş oldukları bilgi ve becerileri), yapısal sermaye (işletmenin sahip olduğu yapı, sistem ve süreçlerinin bir bütünü), ilişkisel sermaye (işletmenin, müşterileri, dağıtım kanalları gibi dış çevresiyle olan bağlantıları), yenilikçilik sermayesi (geliştirilmiş süreçler ve teknolojiler) ve yalın sermaye olarak sınıflandırılmıştır. Bu çalışmadaki en önemli yenilik “Yalın Sermaye” kavramıdır. Yalın Sermaye kavramı ile kastedilen yalın düşünce uygulamaları sonucunda israflardan kurtularak yeniden kazanılmış olan ve işletmenin ekonomik değer yaratmada kullanacağı kaynaklardan doğacak fırsat sermayesidir.

Şekil 3.23’de tasarlanan Bilgi Yönetim Modelinde merkezde, temel bilgi formları olan açık ve örtülü bilgi döngüsünün işletmenin tüm süreçleri (ürün geliştirme, üretim, servis, satış ve pazarlama vb.) ile etkileşim halinde olduğu tanımlanmaktadır. Modeldeki dış çerçevede, işletmenin katma değer yaratması için kaynak oluşturan işletme sermayeleri mevcuttur. İşletme sermayesi unsurları olarak insan sermayesi, yapısal sermaye, ilişkisel sermaye, yenilikçilik sermayesi ve yalın sermaye tanımlanmıştır. Ortadaki çerçeve işletmenin temel iş süreçleri ile açık ve örtülü bilgi yönetimi arasındaki sürekli etkileşimi göstermektedir. Modelden de görüldüğü üzere açık ve örtülü bilgi arasındaki sürekli dönüşüm işletme süreçlerinden doğmakta ve işletme süreçlerine kaynak oluşturan işletme sermayesi ile beslenmektedir.



Şekil 3.23 : Tasarlanan bilgi yönetim modeli.

Üretim yapan firmaların içinde bulundukları dinamik rekabetçi pazarda varlıklarını sürdürebilmeleri için değişime karşı hızlı reaksiyon vermeleri gerekir. Bilgi yönetimi, değişen pazarda üretim firmalarına en kritik kurumsal kaynak olarak kabul edilmektedir (Choo ve diğ., 2000).

Iansiti ve MacCormack (1997), firmaların ürün merkezli bir yapıdan bilgi merkezli bir yapıya geçmesiyle sürekli bilgi akışı sayesinde ihtiyaçları olan bilgi ve teknolojiyi geliştirebilmek için gereken maliyet ve zamanı azaltabileceklerini belirtmişlerdir.

Üretim yapan işletmelerde bilginin kolay erişimin sağlanması amacıyla kurulacak olan bilgi yönetim portalında, üretimi beslemesi için oluşturulacak veritabanlarında sınıflandırılması gerekmektedir. Bunun için işletmenin tedarikçi, bayi, insan kaynakları, ürün, yeni ürün geliştirme ve muhasebe veritabanlarında tutulan ve sürekli güncellenen bilgileri, bilgi yönetim alt sistemi altında sınıflandırılarak kayıt altında tutulmalıdır. Üretimden gelen bilgiler daima kayıt altına alınarak veri tabanlarına yüklenmeli, bilgisayar yazılımları ve ağlarıyla işletme bünyesinde çalışanların kullanımına sunulmalıdır.

3.4.2 Üretim hücrelerinde örtülü bilginin açık hale getirilmesi

Üretimde örtülü sorunların kaynağını, nedenlerini ve çözüm yollarını araştırmak bizi örtülü bilgiye ulaştıracaktır. Bunun için öncelikle sorunların görünür hale getirilmesi

ile bu sorunların çözümü için kök neden analizlerinin uygulanarak, kök nedenlerin saptanması hedeflenmiştir. Ardından, sorunun çözümünde kök nedenlerin ortadan kaldırılması için karşı önlemlerin alınması gerekmektedir. Böylece karşı önlemler sonucu açığa çıkan örtülü bilginin saptanması ve açığa çıkarılan bilginin standart hale getirilmesi sağlanır.

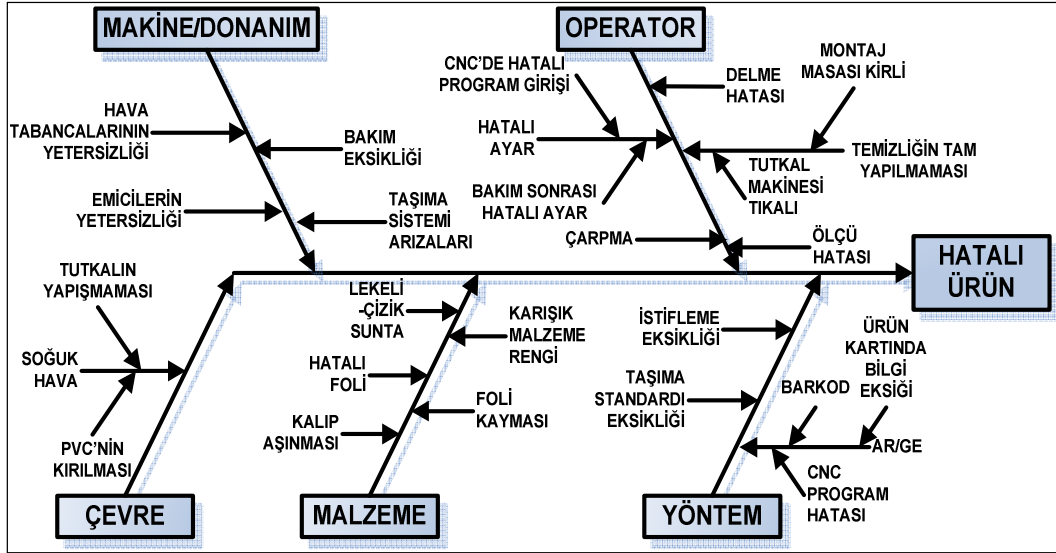
Üretimin yalınlaştırılmasında kurulacak olan üretim hücrelerinde örtülü sorunların nedenlerini kolayca bulacak ortam yaratabilmenin ön koşulu, kesişmeyen rotalı bir plana dayalı çalışan üretim sistemi kurmaktır. Üretimde sürekli iyileştirmeyi sürdürmeyi amaçladığımızda, esnek sistemle üretim yapmanın değişken sayısının artmasına neden olarak, sorunların anlaşılmasında hatırı sayılır zorluk oluşturduğu görülmektedir. Sorunları atlayan esnek sistemler, doğasında gelişme olmayan sistemlerdir (Rother, 2010). Bu nedenle, üretim süreçlerindeki örtülü bilgiye ulaşabilmemizi kolaylaştıracak kesişmeyen rotalı plana dayalı üretim sistemi ile çalışmak gerekmektedir.

Üretim süreçlerinde meydana gelen aksamaları, hataları dolayısıyla örtülü sorunun varlığını daha görülebilir hale getirebilmek için tek parça veya küçük partilerle parça akışının uygulanması, organizasyondaki çalışanlar için örtülü kalmış sorunlar sebebiyle değerlendirilememiş bilginin üretimi ve yayılması için ortam yaratır. Üretimin düzenlenerek, ürün çevrim sürelerinin kısaltılması tek parça veya küçük partilerle akışa olanak sağlar ve bu sayede üretimde oluşan sorunların varlığının daha kaynağındayken fark edilmesi için ortam yaratılmış olur.

Örtülü bilginin açığa çıkması için ortam yaratılmasının bir diğer yolu işgören rotasyonudur. Uygulayarak öğrenmek örtülü bilginin temel taşı konumundadır (Boiral, 2002). İşgören rotasyonu üretim ortamındaki nitelikli ve deneyimli çalışanların ortaya çıkan sorunları bireysel olarak çözmesi ile ortaya çıkmayan örtülü sorunların, yeni çalışanlarca öğrenme periyodunda ortaya çıkarılmasını sağlar.

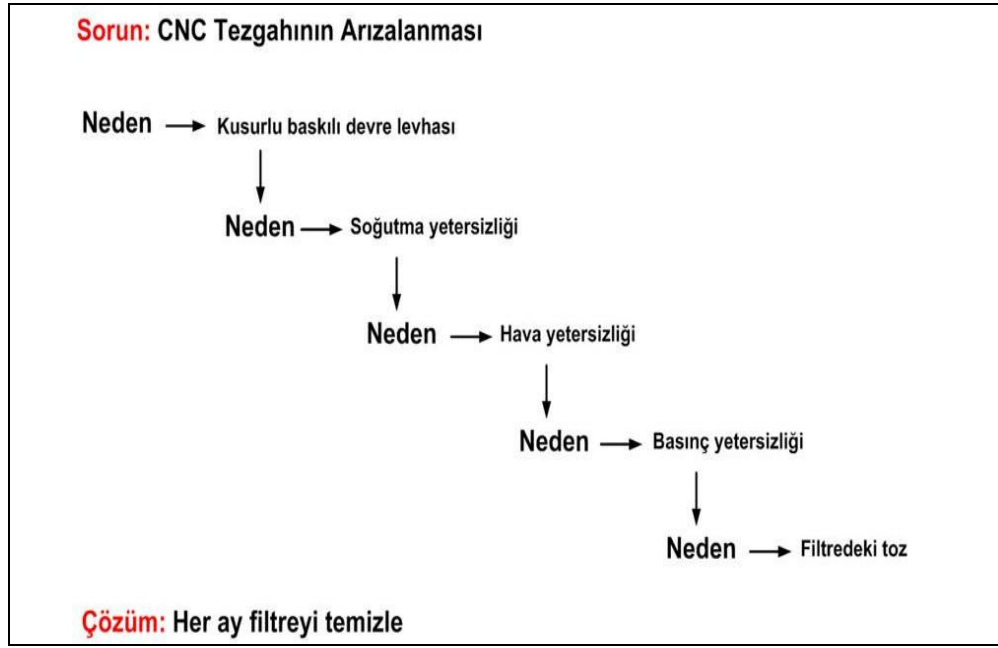
Üretim sürecindeki sorunların ortaya çıkarılması hem sorunun kaynağının anlaşılması hem de çözülmesi için fırsat sağlar. Bu sebeple, “Andon sistemi” kurulması ve buradan gelecek sorunlar için kök neden analizlerinin kullanılarak çözümün araştırılmasıyla örtülü bilgiye ulaşılması planlanmıştır. İşletmelerdeki örtülü sorun kavramı için aşağıdaki iki örnek verilebilir;

Örnek 1: Kök neden analizleri kullanılması yoluyla örtülü nedeni ve çözüm olarak örtülü bilgiyi açığa çıkarma için örnek olarak firmada ki hatalı ürün sorunu ele alınabilir. Hatalı ürün için yapılan kök neden analizleri (Şekil 3.24) sonucunda, çok sayıda kök nedenin mümkün olduğu görülmüştür. Bunlar arasında yapılan inceleme sonucunda, CNC makinasında program hatasının varlığının hatalı ürüne neden olduğu görülmüştür. CNC programı hatası örtülü bir neden iken çözüm sonucu ulaşılan “program hatalarının revizyon ihtiyacı yani programın düzeltilmesi ihtiyacı” örtülü bilgiyi oluşturmaktadır. Böylece, programdaki hataların düzeltilerek yeniden programlama yapılması bilgisi açık hale getirilerek sistemde daha doğru bir CNC programının hazırlanmasına ve kullanılmasına yol açmış ve hatalı ürün sorunu çözülmüştür.



Şekil 3.24 : Hatalı ürün balık kılıcı diyagramı.

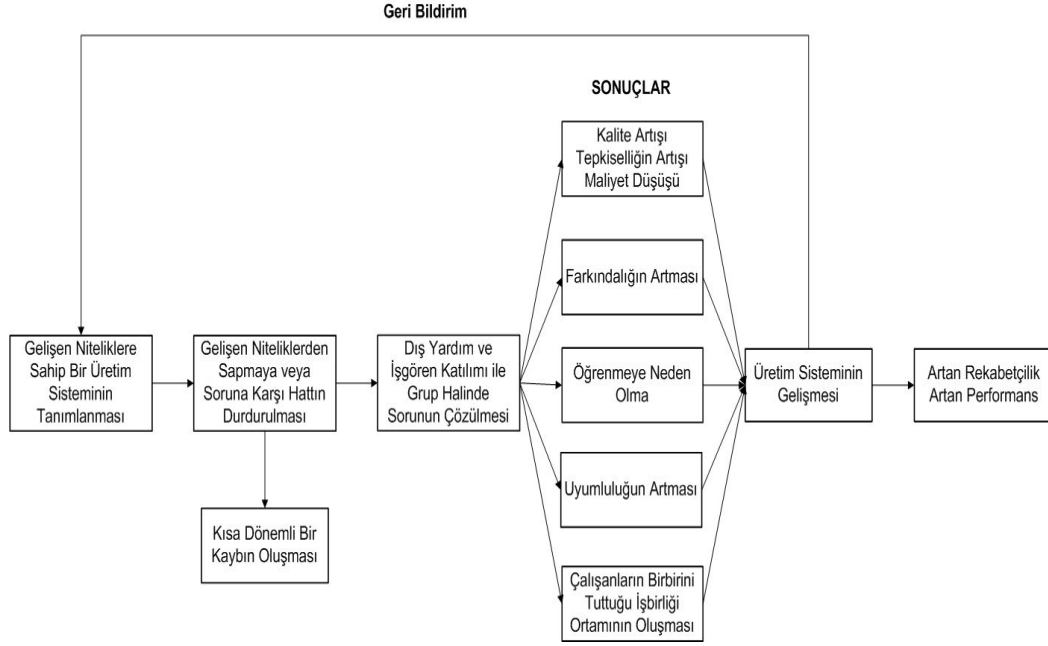
Örnek 2: Bir diğer örnek, CNC makinasının arızalanması sorunudur. Burada neden sorusunu tekrarlayarak, kök nedenin filtredeki toz olduğu ortaya çıkarılmıştır (Şekil 3.25). Bazı durumlarda birden fazla kök neden ortaya çıkabilir. Buna göre çözüm (karşı önlem) her ay filtreyi temizlemektir. Filtre, daha önce söz konusu sıklıkla temizlenmediğinden veya sıklığına dikkat edilmediğinden, her ay filtrenin temizlenmesi bilgisi, sorunun çözümünden önce örtülü bilgi idi. Çözüm sonrası açık bilgi haline gelmiştir.



Şekil 3.25 : CNC makinası arızası için kök neden analizi (Durmuşoğlu, 2010).

Andon sistemi uygulaması, yalın üretimde kalite bilgi akışı ihtiyacını karşılamakta ve çalışanlar arasındaki iletişimi hızlandırarak, küçük sorunların büyük sorunlara dönüşmeden çözülmesinde etkili bir araç görevi yapmaktadır (Harris ve Harris, 2008).

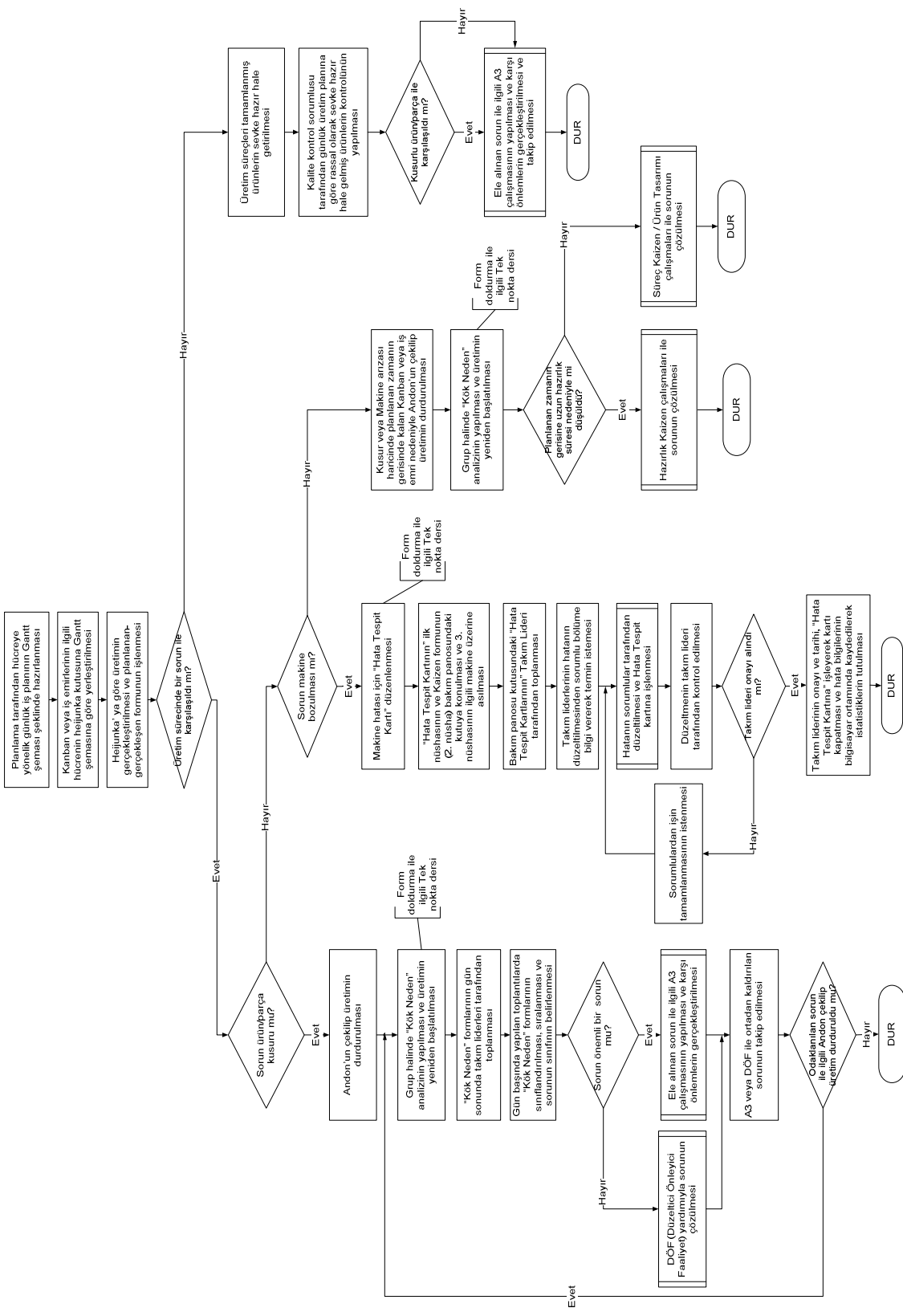
Hat durdurma stratejisinin (Andon sistemi) çeşitli faydaları vardır. Hat durdurmanın işletme performansına etkisi Şekil 3.26’da verilmiştir. Bir iş istasyonunda hatalı parça üretilmesi sebebiyle hattın durdurulması ortaya çıkan sorunun daha kaynağındayken tanımlanmasını sağlar. Sorunun ortaya çıktığı anda yapılan onarımlar, genellikle hatalı parçaların hattan çıktıktan sonra onarılmasından daha hızlıdır. Bu sayede hatalı parça oranı ve temin süresindeki düşüş, hurda, tekrar işleme, envanter, onarım için gereksiz işgören ve alan tahsisi gibi israflar ortadan kaldırılarak üretim maliyetleri düşürülür. Hattı durdurmak kontrol maliyetlerini düşürür. Hattı durdurmanın bir diğer avantajı, işletmenin sürekli değişen sorunlara uyumunu yükseltmesidir. Hat durdurma stratejisi, işgörenin sorunlara karşı farkındalığını artırarak, nedenlerini ve etkilerini öğrenmelerini sağlar. Böylece işgörenler ve yöneticileri arasında karşılıklı bir güven ve işbirliği ortamı oluşur (Shin ve Min, 1993).



Şekil 3.26 : Hattı durdurmanın işletme performansına etkisi (Shin ve Min, 1993).

İşletmede örtülü bilgi yalnızca üretim süreçlerinde değil aynı zamanda üretimi destekleyen ofis süreçlerinde de mevcuttur. Ofis ortamlarındaki en büyük sıkıntı, çoğu zaman yapılan işin görünür olmamasıdır. Bu çalışanların birbirlerinin yaptığı işlerden ve sürecin tümünden haberdar olmasını engelleyerek sorunların nedenlerinin ortaya çıkmasını zorlaştırır. Ofis ortamlarındaki örtülü bilginin açığa çıkarılması için görsel yönetim uygulanmalıdır. Ofis işlerinde görsel uygulamalar ve panolar yardımıyla yapılan işlerin diğer çalışanlarca izlenebilir olması sağlanılarak bilgi akışı kolaylaştırılır ve iletişim güçlendirilir. Görsel yönetimin uygulanması bilgilerin kaynağını, kullanımını ve akışını görünür hale getireceği için, ofis ortamlarında araştırılan yeni bilginin nerede bulunabileceğinin anlaşılmasını sağlar.

İşletmelerde örtülü bilginin ortaya çıkarılmasının yaygınlaştırılması teşvik prosedürleri ile sağlanabilir. Bunun için tüm çalışanlar, maddi/manevi ödüller ile motive edilir. Teşvik alanlarının saptanması ve hedeflerin belirlenmesiyle, bu hedeflerin karşılanma oranları üzerinden değerlendirmeler yapılarak çalışanların ödüllendirilmesi sağlanır. Örtülü bilginin araştırılması konusunda bilinçlenmenin sağlanması oluşturulacak işletme kültürü ile mümkündür. Bu anlamda, bilgi üretimi işletme kültürünün temel unsuru olarak tüm çalışanlarca benimsenmeli ve bilgi yönetiminin sürekliliği gerektirdiği unutulmamalıdır. Üretimde kurulacak Andon sisteminde akışın ne şekilde gerçekleşeceği Şekil 3.27’de tasarlanan prosedürde açıklanmıştır.



Şekil 3.27 : Örtülü sorunu açığa çıkarmak için andon sistemi prosedürü.

3.4.3 Tasarlanan bilgi bilançosu

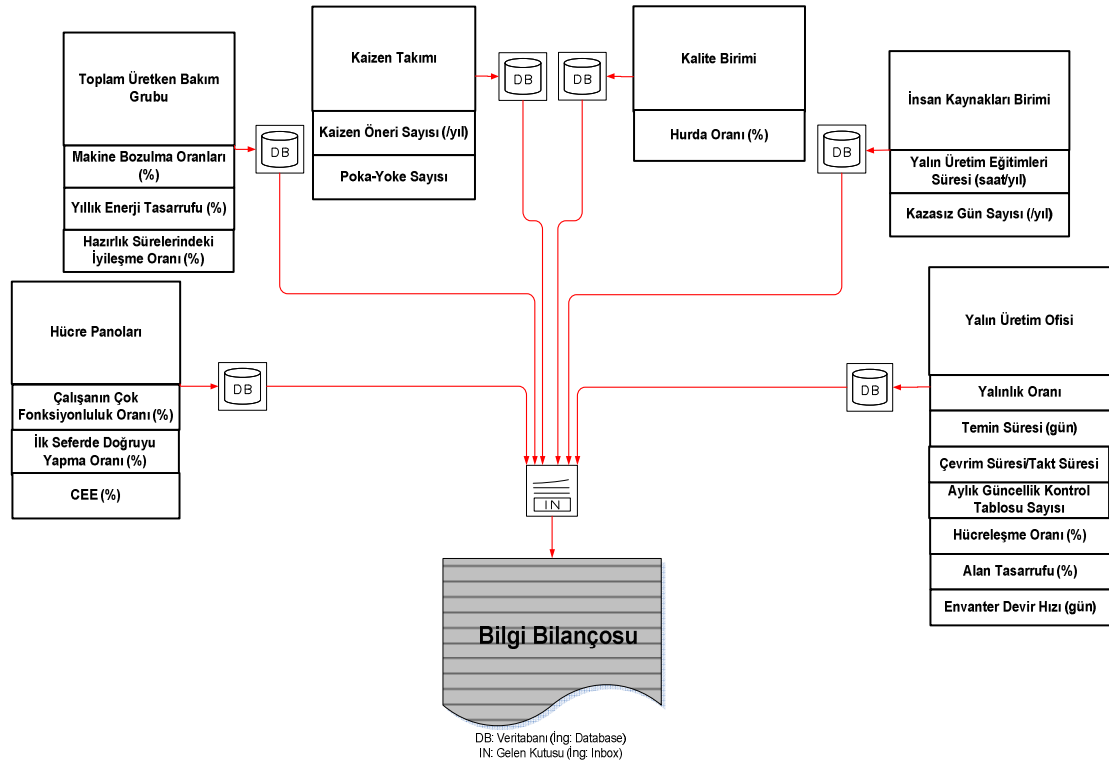
Bilgi yönetimi kapsamında birçok alt konu araştırma ve uygulama alanlarıyla karşımıza çıkmaktadır (bilgi yönetimi modeli, entellektüel sermaye, şirket bilgi haritası, şirket bilgi yönetimi sorumlusu, bilgi yönetimi ödülleri, vb.). Son yıllarda karşımıza çıkan bir diğer önemli kavram ise bilgi bilançosu kavramıdır. Maddi varlıkları kapsayan bilançolar yanında, maddi olmayan varlıkları kapsayan bilançoların birlikte değerlendirilmesiyle işletme hakkında çok daha fazla bilgi edinilebileceği, hatta işletmenin geleceği ile ilgili bilginin daha çok bilgi bilançosuyla ortaya çıkacağı dile getirilmektedir (Dinçmen, 2005a).

Bilgi bilançosu, bir işletmenin entellektüel sermayesinin sayısal özelliklerini, bunların birbirleriyle olan etkileşimlerini ve işletmedeki gelişme potansiyellerini ortaya çıkaran bir yapıdır. Maddi varlıklarla ilgili klasik bilançolar genelde konuyla ilgili kişiler tarafından hazırlanırlar. Bilgi bilançoları ise işletmedeki bütün birimlerin katılımı ile hazırlanıp yorumlandığı için klasik bilançolardan önemli farklılık gösterirler. Ayrıca, bilgi bilançosu hazırlama çalışmaları işletme içindeki iletişimi artırarak, işletme kültürünün gelişmesine katkıda bulunur (Dinçmen, 2005a).

Bu çalışmada tasarlanan bilgi bilançosunun hazırlanması için öncelikle işletmenin durumunun belirlenmesi ve ölçülmesi gerekmektedir. Bu, işletmenin stratejileri açısından hangi durumda olduğunun gözlemlenmesinde ve içinde bulunduğu çevredeki risklerinin anlaşılmasında fayda sağlayacaktır. Sonraki aşamada, işletmenin müşterileri, tedarikçileri, rakipleri ve çalışanları ile ilgili bilgilerin toplanması gerekmektedir. Bu bilgilerin hazırlanacak olan bilgi bilançosuna yansıtılması için gerekli göstergeler belirlenip, işletme sermayeleri (insan sermayesi, yapısal sermaye, ilişkisel sermaye, yenilikçilik sermayesi ve yalın sermaye) bazında gruplandırılarak bilançoya yansıtılmalıdır. Bu göstergelerin değerleri ölçülünerek bilançoya yerleştirilmelidir. Göstergelerin zaman içerisindeki değişimlerine ve işletme hedeflerine bakılarak işletmenin geliştirilmesi gereken tarafları analiz edilmelidir.

Tasarlanan bilgi bilançosundaki en önemli yenilik “Yalın Sermaye” kavramıdır. Yalın Sermaye kavramı ile kastedilen yalın düşünce uygulamaları sonucunda israflardan kurtularak yeniden kazanılmış olan ve işletmenin ekonomik değer yaratmada kullanacağı kaynaklardan doğacak fırsat sermayesidir. Bilgi bilançosunun

yalın sermaye göstergeleri bölümüne bilgi akışının nasıl olacağı Şekil 3.28'teki bilgi haritasında verilmiştir.



Şekil 3.28 : Yalın sermaye göstergeleri bilgi haritası.

Bilgi bilançoları işletmelerin gelecekteki durumuna ışık tutmaktadır. Bilgi bilançosundan çıkarılan sonuçlar, işletmenin üst yönetimi tarafından değerlendirilerek, stratejik hedeflere göre zayıf olduğu göstergeler üzerinde iyileştirme ve geliştirme planlamaları yapılmalıdır. Çalışmada oluşturulan bilgi bilançosu Çizelge 3.4'de verilmektedir.

Çizelge 3.4 : Tasarlanan bilgi bilançosu.

BİLGİ BİLANÇOSU				
Göstergeler	2008	Hedef	2009	Değerlendirme
1. İnsan Sermayesi Göstergeleri:				
Çalışan Yapısı				
Çalışan sayısı				
İşgücü devir oranı (insan/yıl)				
Devamsızlık oranı (gün/yıl)				
Üniversite mezunlarının oranı (%)				
Yarı zamanlı çalışanların sayısı (insan/yıl)				
Bayan çalışanların oranı (%)				
Ortalama iş tecrübesi (yıl/insan)				
Çalışanların yaş ortalaması (yıl/insan)				
Bilgi Transferi				
Kişi başına düşen ortalama eğitim süresi (insan.saat/yıl)				
Eğitime katılım oranı (%)				
Kişi başına eğitim harcaması (TL/yıl)				
İşletmedeki yıllık eğitim süresi (insan.saat/yıl)				
İçsel iş rotasyonlarının sayısı (kişi/gün)				
Diğer firmaları ziyaret sayısı (/yıl)				
Başlatılan ortalama proje sayısı (/yıl)				
2. Yapısal Sermaye Göstergeleri				
Yönetim Yapısı				
Üst düzey yöneticilerin sayısı				
Ürün yöneticileri sayısı				
Departman yöneticilerinin sayısı				
Proje yöneticileri sayısı				
Denetleme aralığı (/ay)				
Teknik Altyapı				
Üretim ekipman sayısı				
Bilgisayar uygulamalarının sayısı (/yıl)				
Tedarik				
Toplam tedarikçi sayısı				
Aktif tedarikçi sayısı				
Tedarikçi bilgilendirme toplantılarının sayısı (/yıl)				
Çevre Koruma ve Kalite Güvence				
Çevre denetimlerinin sayısı (/yıl)				
Uyarı ve Ceza sayısı (/yıl)				
Çevre yatırımları sayısı (/yıl)				
3. Müşteri Sermayesi Göstergeleri				
Yıllık müşteri sayısı artışı (%)				
Müşteri memnuniyeti oranı (%)				
Müşteri talebine göre yapılan özel projelerin sayısı (yıl)				

Çizelge 3.4 : (devam) Tasarlanan bilgi bilançosu.

4. İlişkisel Sermaye Göstergeleri				
İşbirliği				
Uluslararası organizasyonlara katılım sayısı (/yıl)				
Ulusal organizasyonlara katılım sayısı (/yıl)				
Teknik yardım projelerinin sayısı (/yıl)				
Bilgi ziyaretçilerinin sayısı (insan/yıl)				
Şirket dışına gönderilen eğitimcilerin ve personelin sayısı (/yıl)				
Halkla İlişkiler				
Şirketin yayın sayısı (/yıl)				
Şirket çalışanları tarafından yazılan bilimsel makale sayısı (/yıl)				
Bülten sayısı (/yıl)				
İnternet Bazlı İletişim				
Şirket sitesinin günlük ortalama ziyaret edilme sayısı				
Üye sayısı				
Müşterilerden gelen e-mail sayısı (/yıl)				
5. Yenilikçilik Sermayesi Göstergeleri				
Yenilikçilik projeleri için görevlendirilen eleman sayısı (/yıl)				
İçsel araştırma geliştirme harcamaları (TL/yıl)				
Çözüm ortaklarıyla yapılan araştırma projesi sayısı (/yıl)				
Araştırma ziyaretleri sayısı (/yıl)				
Ekonomik araştırmalar için fikir sayısı (/yıl)				
E-ticaret uygulamaları sayısı (/yıl)				
Patent sayısı (/yıl)				
6. Yalın Sermaye Göstergeleri				
Yalınlık Oranı (%) ⁽¹⁾				
Temin süresi (gün) ⁽²⁾				
Hücresele Donanım Etkinliği (CEE) (%) ⁽³⁾				
Çevrim süresi/Takt süresi ⁽⁴⁾				
Yalın üretim eğitimleri süresi (insan.saat/yıl) ⁽⁵⁾				
Kazasız gün sayısı (/yıl) ⁽⁶⁾				
Poka-Yoke sayısı ⁽⁷⁾				
Kaizen öneri sayısı (/yıl) ⁽⁸⁾				
Aylık güncellik kontrol tablosu sayısı ⁽⁹⁾				
Makina bozulma oranları (%) ⁽¹⁰⁾				
Çalışanın çok fonksiyonluluk oranı (Kızaran elma) (%) ⁽¹¹⁾				
İlk seferde doğruyu yapma oranı (%) ⁽¹²⁾				
Hurda Oranı (%) ⁽¹³⁾				
Hücreleşme oranı (%) ⁽¹⁴⁾				
Hazırlık sürelerindeki düşme oranı (%) ⁽¹⁵⁾				
Alan tasarrufu (%) ⁽¹⁶⁾				
Envanter devir hızı (gün) ⁽¹⁷⁾				
Yıllık enerji tasarrufu (%) ⁽¹⁸⁾				

Çalışmada oluşturulan bilgi bilançosundaki yalın sermaye göstergeleri ile ilgili açıklamalar Çizelge 3.5’de verilmektedir.

Çizelge 3.5 : Yalınlık sermayesi göstergeleri.

(1) Yalınlık Oranı:	Katma değerli süre toplamının temin süresine oranıdır.
(2) Temin Süresi:	Müşterinin siparişi vermesinden, eline geçene kadar beklemek zorunda kaldığı süreye “müşteri temin süresi”, ilgili ürünün üretime alınışından tamamlanıp üretimi terk ettiği zaman arasında geçen süreye “imalat temin süresi” denir. Temin Süresi= Süreç İçi Envanter/ Çıktı (Üretim) Hızı
(3) Hücresel Donanım Etkinliği (CEE):	Hücre makinalarında kaliteli ve doğru hızda üretim yapma ve makinaları gerektiğinde kullanılabilmek yeteneğidir. CEE= Kullanılabilirlik * Performans etkinliği * Kalite Kullanılabilirlik = (Toplam süre- Duruşlar) / (Toplam süre) Duruşlar: Donanım arızaları, tamir süreleri, hazırlık süreleri ve ikincil derece duruşlar Performans etkinliği = (Gerçekleşen üretim hızı) / (İdeal üretim hızı) İdeal üretim hızı = 1 / (Takt süresi) Kalite = İlk seferde sağlam parça oranı
(4) Çevrim Süresi/Takt Süresi	Çevrim süresi, bir süreçte tamamlanan iki birim arasında geçen süredir. Aynı zamanda üretim hızının tersi olarak düşünülebilir. Takt süresi, müşterinin talep ettiği çevrim süresidir. Takt= Mevcut Çalışma Süresi/Müşteri Talebi
(5) Yalın Üretim Eğitimleri Süresi:	Yalın üretim uygulamaları kapsamında planlanan eğitim süresinin, eğitime katılan işgören sayısı ile çarpımıdır.
(6) Kazasız Gün Sayısı:	İşletmenin yıllık çalışma süresi boyunca kazanın meydana gelmediği gün sayısıdır.
(7) Poka-Yoke Sayısı:	Hata önleyici uygulamaların sayısıdır.
(8) Kaizen Öneri Sayısı:	Yıllık iyileştirme önerileri sayısıdır.
(9) Aylık Güncellik Kontrol Tablosu Sayısı:	Yalın üretim uygulamaları kapsamında periyodik performans durumunun gözlemlenmesi için kullanılan gösterge tabloları ve grafikleri sayısıdır.
(10) Makina Bozulma Oranları:	Makina arızasından kaynaklanan duruşların, toplam çalışma süresine oranıdır.
(11) Çalışanın Çok Fonksiyonluluk Oranı:	Üretim ve ofis hücresi çalışanlarının hücreyi yönetecek yetkinliklerinin belirlenmesinin ardından, çalışanların bu yetkinliklerden hangilerine ve ne derecede sahip olduğunu göstermek için her yetkinliğe ait bir elma dört eşit kısma bölünür. Beceri düzeyi arttıkça zaman, elmanın bir kısmı kızzartılmış olur. Çalışanın çok fonksiyonluluğu, her hücre üyesi için tüm elmanın dörtte üçünün kızzartılması oranıdır.
(12) İlk Seferde Doğruyu Yapma Oranı:	Hücrede üretilen hatasız veya yeniden işlemeye ihtiyaç duymayan ürünlerin toplam üretime oranıdır ve değer akışının bütünsel kalite performansıdır.
(13) Hurda Oranı:	Hurdaya ayrılan parça sayısının, toplam parça üretimine oranıdır.
(14) Hücreleşme Oranı:	Hücrelere atanan iş yükünün, toplam iş yüküne oranıdır.
(15) Hazırlık Sürelerindeki Düşme Oranı:	Önceki hazırlıkta üretilmiş olan en son iyi iş parçasından, yeni hazırlıktaki ilk kabul edilebilir iş parçasına olan sürelerin toplamındaki düşüş yüzdesidir.
(16) Alan tasarrufu:	Yalın üretim öncesi ve sonrası üretim alanı kullanımı oranıdır.
(17) Envanter Devir Hızı:	Yıllık kullanılan envanter miktarının ortalama envantere oranıdır. Envanter Devir Hızı = (Yıllık Kullanılan Envanter Miktarı / Ortalama Envanter Miktarı) = (/yıl) Ortalama Envanter Miktarı= (Yıl Başı Envanter Miktarı + Yıl Sonu Envanter Miktarı) / 2
(18) Yıllık Enerji Tasarrufu:	Makinalar tarafından tüketilen enerji miktarındaki yıllık tasarruftur.

3.4.4 Tasarlanan değerlendirme metodolojisi

Bilgi bir değer yaratma kaynağı olarak klasik sermaye araçlarından farklıdır. Bilgi yönetimi, yönetsel alandan işletme süreçlerine ve bilgi teknolojilerine kadar çok geniş bir alanı kapsar. Bilgi yönetimi aktivitelerinin temelinde organizasyonel başarı için bilgi varlığından maksimum faydayı sağlamak hedeflenmektedir. Bu amaçla belirlenecek “Değerlendirme Takımı” işletmenin bütün süreçlerinden seçilmiş uzman kişilerden oluşturulmalıdır. Değerlendirme için öncelikli olarak bilgi yönetiminin organizasyonel faaliyetler içindeki rolünün tanımlanması ve sistemin analiz edilmesi gerekmektedir. Yönetim tarafından belirlenen işletme hedeflerine uygun olarak önceliklendirilecek etki faktörlerinin belirlenmesi ve bu konuda geliştirilecek faaliyet planlarının ivedilikle uygulamaya geçirilmesi amaçlanmalıdır.

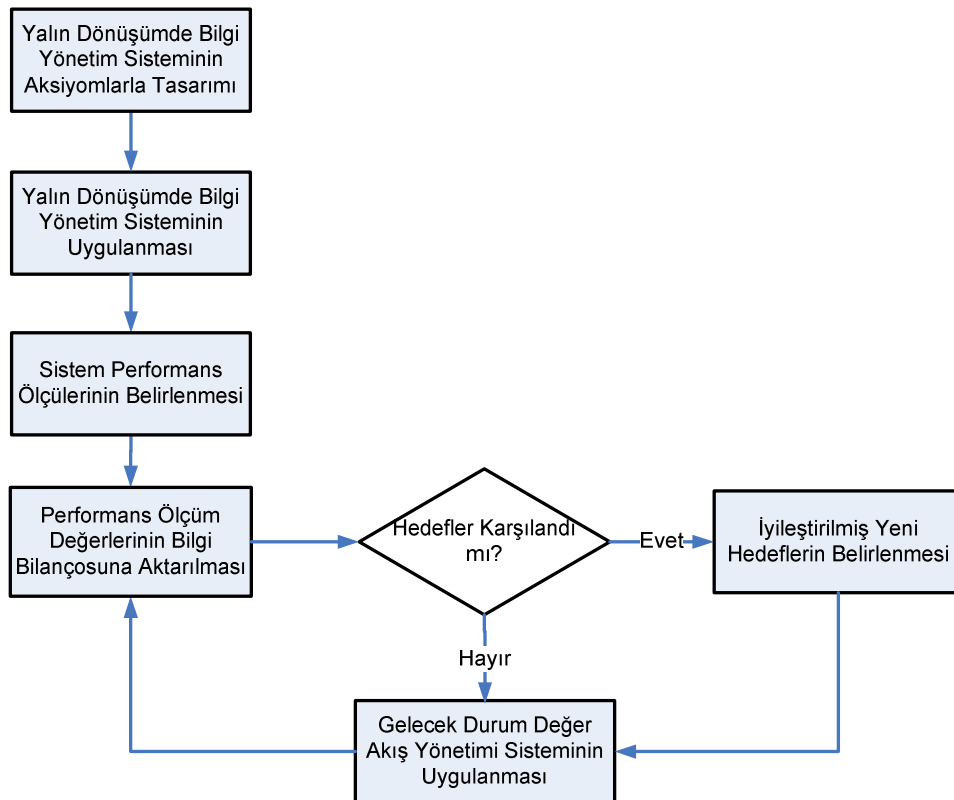
Tasarlanılan Değerlendirme Matrisi (Çizelge 3.6), işletme sermayesi göstergelerinin işletme birimleri bazında durumlarını ve öncelikli geliştirme planlarını kapsamaktadır. Değerlendirme matrisi, 2 boyutlu ilişki matrisi olarak düzenlenmiştir. Matrisin sol kısmında işletme sermayeleri, üst kısmında ise temel işletme süreçleri yer almaktadır. Değerlendirme takımı, tasarlanan bilgi bilançosuna da yansıtılan sermaye göstergeleri üzerinde tartışarak, stratejik hedefler doğrultusunda geliştirilmesi gereken göstergeleri, işletme süreçleri bazında ilişki matrisine yerleştirirler. Matrisin hazırlanmasının ardından, işletme birimleri bünyesinde oluşturulacak proje takımları, bu göstergeleri geliştirme süreci için faaliyet planları hazırlayarak, bunları uygulamaya koymalıdır.

Çizelge 3.6 : Değerlendirme matrisi.

Odaklanılan Birimler Geliştirilmesi Gereken	Üretim	Ürün Geliştirme	Üretim Planlama ve Kontrol	Kalite Kontrol	Satınalma	Satış ve Pazarlama	Servis	Lojistik	Finansman
İnsan Sermayesi									
Yapısal Sermaye									
İlişkisel Sermaye									
Yenilikçilik Sermayesi									
Yalın Sermaye									

3.5 Sistem Geri Besleme Mekanizması

Bu çalışmadaki yalın dönüşümde bilgi yönetim sistemi, aksiyomlarla tasarım ilkelerine dayalı olarak düzenlenmiştir. Tasarımın tamamlanmasının ardından, söz konusu modelin uygulama aşamasına geçilmektedir. Bu tasarım, uygulayıcılar için analiz ve karar verme aşamalarında yönlendirici bir rehber olarak düşünülmüştür. Bilgi yönetimi odaklı yalın üretim sisteminde, gerçekleştirilen üretimle elde edilen performans sonuçları dokümanite edilerek bilgi bilançosuna aktarılır. Belirli bir dönemde gerçekleşen performans değerleri, hedefler ile karşılaştırılır. Hedeflenen değerlerden düşük performans değerlerini geliştirerek sürekli iyileştirme sağlamak için yine aksiyomlarla tasarım ilkelerine göre hazırlanmış gelecek durum değer akış yönetimi sistemi kullanılır. Böylece bilgi yönetimi odaklı yalın üretim sisteminde bilgi bilançosundan yararlanılarak bir geri besleme mekanizması geliştirilmiş olur. Geri besleme mekanizması yol haritası Şekil 3.29’da detaylı olarak sunulmuştur.



Şekil 3.29 : Yalın dönüşümde bilgi yönetim sistemi geri besleme mekanizması.

4. GELİŞTİRİLEN METODOLOJİNİN GERÇEK ORTAMDA TEST EDİLMESİ

Uygulama çalışması, kuruluş amacını 0-24 yaş grubuna özel genç odası mobilya ve aksesuarları üretmek olarak belirleyen bir fabrikada başlamış ve geliştirilen metodoloji uygulama çalışmalarına yol göstermek üzere genişletilmiştir. Böylece, geliştirilen metodolojinin gerçek ortamda test edilmesi sağlanmıştır. Fabrikada, 33000 m² kapalı alan üzerine kurulu tesislerde, 500 işgören ile mobilya üretimi yapılmaktadır ve üretilen ürünler yurtiçi ve yurtdışına satılmaktadır. Fabrikada, performans geliştirme sistemi olarak yalın üretim ilkelerinin ve bilgi yönetiminin uygulanması amacıyla yapılan çalışmalar neticesinde sistemi israflardan arındırmak için yalın üretim araçlarının kullanılması, küçük partilerle akışa uygun melez yerleşim düzeni tasarlanması, sistemdeki bilginin yönetilmesi hedeflenmiş ve geliştirilen metodolojinin adımları uygulanmaya başlanmıştır. Yalın felsefenin yerleştirilmesine ilk olarak üretim bölümünde başlanılarak, bu konuda çalışacak sorumlulardan oluşan bir “Yalın Üretim Çalışma Grubu” oluşturulmuştur.

Fabrikada, ürün çeşitliliğin çok fazla olması ve müşterilerin isteklerinin talepten talebe farklılık göstermesi nedeniyle, mobilya üretimi için tahminlerden ve siparişlerden yola çıkılarak üretim planı yapılmaktadır. Yalın üretim çalışmalarına başlanılmadan önce, suntanın imalata girişinden mamul depoya gidişine kadar olan imalat temin süresi (İTS) 7.5 gündür ve mamul deposunda bitmiş ürün stoku miktarı, dönemsel dalgalanmalar göstermekle birlikte ortalama 10 günlüktür. Fabrikada sunta malzemelerin işlendiği üretim bölümü, metal aksesuarların üretildiği metal bölümü ve plastik enjeksiyon kalıplarının bulunduğu, plastik parçaların üretiminin ve işleminin yapıldığı mobaks bölümü olmak üzere üç ana üretim bölümü bulunmaktadır. Müşteri siparişleri bayiler aracılığı ile yapılmaktadır. Müşterilere sipariş vermeleri durumunda, fabrika ve bayilerin ortak kullandıkları bir yazılım programı ile yaklaşık teslim süresinin ne olduğu bildirilmektedir. Fabrikanın üretim kontrol bölümü, tahminleri ve müşteri temsilcisi tarafından alınan siparişleri haftalık olarak değerlendirerek, haftalık üretim planı oluşturmaktadır.

Ürün:

0-24 yaş grubuna özel mobilya ve aksesuarlardır. Ürün çeşitliliğinin çok fazla olması sebebiyle, uygulama için fabrikada sunta olarak işlenecek parçalar işleme benzerliği bakımından parça aileleri şeklinde gruplandırılmış ve talepleri yüksek olan parçalardan oluşan 70 adet parça grubu ele alınarak yerleşim planlaması yapılmıştır.

Müşteri İhtiyacı:

- Yıllık ortalama 60000 bayi sipariş listesi gelmektedir. Sipariş listelerinde ürün veya modül talepleri olmaktadır.
- Yıllık ortalama 125000 takım müşteri siparişi mevcuttur. Ortalama aylık müşteri talebi 520000 adet parça olup, bu talebin yaklaşık 312000 adedi sunta esaslı parçalardan oluşmaktadır. Bu duruma göre ortalama günlük müşteri talebi 20000 adet parça ve 450 takımdır.
- Ambalajlama, montajı yapıldığında bir ürünü oluşturan alt parçaları içeren modüllerin, karton kutular halindeki paletler içinde istiflenmesiyle yapılmaktadır. Monte edilen parçalar ambalajlanarak paketi, paketlerde modülü oluşturmaktadır. Bir takımın içinde birkaç modül yer almaktadır. Bazı ürünlerin montajı fabrikada yapılarak, bu şekilde ambalajlanmaktadır.
- Mamul Deposu'nda ortalama 10 günlük ürün stoku bulundurulmaktadır. Talepler dönemsel dalgalanmalar gösterdiği için depodaki ürün stoku miktarı da buna bağlı olarak değişmektedir. Kış aylarında talepler düşmekte, yaz aylarına doğru talep artışı olmaktadır. Talebin arttığı dönemlerde mamul stoku 2-3 aya varmaktadır.
- Bayiler bölgelere ayrılarak, her bölgeye haftada bir kere kamyonlar ile sevkiyat yapılmaktadır.
- Müşterilerin ürün ve modül ihtiyaçları sipariştten siparişe değişiklik göstermektedir.
- Fabrika, siparişlerin sevkiyat tarihinden en az 2 hafta önce verilmesini istemektedir.

Üretim Süreci:

- Tedarikçi firmadan temin edilen belirli ölçülere sahip suntalar, siparişe göre istenilen ürün grubu için tasarımdaki ölçülere yaklaşık olarak kesilmek

amacıyla “Kaba Kesim” (HOLZMA) makinalarında (2 makina) işlem görerek, her bir ürün grubuna göre 85’er adetlik partiler halinde istiflenir.

- Kaba kesimden çıkan parçalar kesin ölçüleri verilerek netlenmek ve bazı parçalarda kenarına kenar bandı kaplanmak üzere “Enleme ve Boylama” (HOMAG KF26, HOMAG NFL 26/4/25) denilen makinalarda tekrar kesilirler.
- Net kesimi yapılan parçaların kesilen kenarlarına kalınlıkları farklı PVC (2 mm) ve Folly (0.4 mm) bantları yapıştırılmak üzere “Tek kenar” (HOMAG KL75, HOMAG 210, HOMAG 310, HOMAG KL79) makinalarına gönderilirler. Üzerine ek sunta yapıştırılarak kalınlaştırma yapılacak parçalar “Klapa” makinalarında işlem görmektedirler. Kavisli parçaların kenarlarına kavis verilerek kesilme ve bantlama işlemleri için “Kavis” makinalarına gönderilirler.
- Bazı parçalara sivri kenarları yuvarlatma işlemi olarak “soft” işlemi uygulanır.
- Hazırlanan parçalar montaj esnasında kullanılacak deliklerin ve kanalların açılması için “Delik delme” (BIESSE TEKNO NC400, BIESSE TEKNO7 WEEKE BST500) ve “Kanal açma” makinalarına gönderilirler.
- Kavis, Kanal açma ve Delik makinalarından çıkan parçalar “Temizleme” makinasına girdikten sonra “Montaj+Ambalaj” a gönderilirler.
- Sevkiyat bölümü, stok alanından bitmiş ürünleri alıp sevkiyat deposunda istifleyerek müşteriye sevkiyatını gerçekleştirir.

Üretim süreç bilgileri Çizelge 4.1’de detaylı olarak verilmiştir.

Çalışma Süresi:

- Üretim bölümünde haftada 5 tam gün ve Cumartesi günleri 5 saat, ofislerde ise 5.5 gün çalışılmaktadır.
- Tüm üretim bölümlerinde 2 vardiya çalışma vardır.
- Her vardiyada 8 saat çalışma ve gerekirse fazla mesai uygulanmaktadır.
- Her vardiya esnasında 2 kere 15 dakikalık mola verilmektedir.

Fabrika Üretim Kontrol Bölümü:

- Müşteriler mevcut kapasiteden tahsisat yoluyla ürün veya modül siparişi verirler.

- Müşterilerden bir yazılım programı ile alınan siparişler ve tahminler Ana Üretim Planı (MRP) programına girilir.
- Haftalık üretim planına göre iş emirleri açılır. İş emirleri ve satınalma siparişleri MRP'ye dayalı olarak elde edilir.
- Üretim için önceliklere göre iş emirleri sıralanır ve üretim bölümlerine gönderilir.
- Üretimi bitmiş olan parçalar montaj ve ambalajdan sonra sevkiyata gönderilirler.

Çizelge 4.1 : Süreç bilgileri.

İstasyon No	İstasyon Kodu	İşlem Tanımı	İşlevi	Çevrim Süresi (sn)	Hazırlık Süresi (dak)	Makina Güvenilirliği (%)	Gözlenen Stok (31.10.2008)
1	1010	Kaba Kesim	Vardiya başına 3 işgörenli kaba kesme işlemi	10	1	95	Kaba kesimden önce 3'er günlük stok
2							
10	1210	Enleme	Vardiya başına 3 işgörenli net en kesme ve çift kenar folyo kaplama işlemi	3.5	1.9	95	Enlemeden önce 3 günlük kesilmiş parça
11	1211	Boylama	Vardiya başına 3 işgörenli net boy kesme ve çift kenar folyo kaplama işlemi	3	1.9	95	Boylamada n önce 0.3 günlük stok
12	1220	Enleme-Boylama	Vardiya başına 3 işgörenli net kesme işlemi	7.5	1.9	95	Kaba Kesimden sonraki 3 günlük ortak stok
161	1231 1233 1232	Tek Kenar pvc	Vardiya başına 3 işgörenli kenar pvc kaplama işlemi	6.3	3	95	Tek kenardan önce 0.3 günlük stok
162							
17							
16							
18	1234	Tek Kenar Soft	Vardiya başına 2 işgörenli kenar kırma işlemi	6.3	5	97	Softlamada n önce 0.3 günlük stok
14	1235 1230	Tek Kenar folyo	Vardiya başına 3 işgörenli folyo kaplama işlemi	6.3	8	97	Tek Kenardan önce toplam 1 günlük stok
15							

Çizelge 4.1 : (devam) Süreç bilgileri.

İstasyon No	İstasyon Kodu	İşlem Tanımı	İşlevi	Çevrim Süresi (sn)	Hazırlık Süresi (dak)	Makina Güvenilirliği (%)	Gözlenen Stok (31.10.2008)
29	1250	Yatar-Tek Kenar	Vardiya başına 3 işgörenli netleme ve kesme işlemi	6.3	6	97	Yatardan önce 0.1 günlük stok
46	1330 1331	Delik Delme	Vardiya başına 3 işgörenli delik delme işlemi	5.7	7	97	Delmeden önce 0.5 günlük stok
47							
49							
491							
492							
493							
146	14XX	Kavis Grubu	Yoğunluğa göre tahsis edilen işgören sayısına sahip kavisli parça kesme ve kaplama işlemi	22.5	5	90	Kavisten önce 0.1 günlük stok
147							
148							
149							
151							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
37							
63							
52	1580	Temizleme	Vardiya başına 3 işgörenli net kanal ölçü ve talaş temizleme işlemi	2.7	1	100	Temizleme den önce 0.7 günlük stok
-	-	Montaj Ambalaj	2 vardiyada toplam 35 işgörenli paketleme işlemi	24	3	100	Montaj ve Ambalajla madan önce 1'er günlük stok
-	-	Sevkiyat Bölümü	Stok alanından bitmiş ürünleri alır ve müşteriye kamyonla sevkiyat için onları istifler.				

Müşteri Beklentilerinin ve Taleplerinin Saptanması (FR 11-DP11):

Müşteri talepleri ve beklentilerinin belirlenmesinde Pazarlama bölümü aktif rol oynamaktadır. Pazarlama bölümü gerek yurt içindeki gerekse yurt dışındaki müşterilerine ziyaretler düzenlemekte, bunun yanı sıra bayiler aracılığı ile firmaya gelen istekleri ve beklentileri değerlendirmektedir. Pazar araştırması raporları,

analizleri ve yeni ürün talepleri üst yönetim ile paylaşılmaktadır. Pazar araştırması sonuçlarına uygun olarak yeni ürün geliştirme için Ar-ge bölümü ile ortaklaşa çalışmalar yapılmaktadır. Üretilmesine karar verilen yeni ürün tasarımlarında Ar-ge bölümü tarafından ürün ağaçları oluşturulmakta ve Tedarik Zinciri bölümü tarafından bu ürünler için çalışılacak tedarikçiler belirlenmektedir. Yeni ürün süreç rotaları Üretim bölümü tarafından belirlenmektedir. Üretim planlarına göre malzeme temini ve iş planlarının oluşturulması ile üretime başlanmaktadır.

Çalışanların ve Uzmanların Yalın Felsefe ve Bilgi Yönetimi Hakkında Bilinçlendirilmesi (FR 12-DP12):

Yalın üretim sistemine geçiş sürecinde tüm çalışanların bu konuda bilinçlendirilmesi ve katılımının sağlanması amacıyla firma çapında tüm çalışanları kapsayan eğitim programları gerçekleştirilmektedir. Eğitim kapsamında yalın üretim ve bilgi yönetimi konularının içeriği, uygulanması ve sağladığı yararlar ayrıntıları ile çalışanlara anlatılmaktadır.

Yalın Üretim ve Bilgi Yönetimi Konusunda Öğrenmenin Sağlanması (FR121-DP121): Firma içinden veya firma dışından eğitim programlarının hazırlanmasına katkıda bulunabilecek ve uygulanmasında tecrübeli, bilgi sahibi eğitmenler belirlenmiştir.

Yalın Üretim ve Bilgi Yönetimi Hakkında Temel Bilgilerin Katılımcılara Aktarılması (FR122-DP122): Tüm çalışanların eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesi ve bu ihtiyaçları karşılayan çok amaçlı eğitim programlarının hazırlanması gereklidir. Fabrikada hâlihazırda, “İsraflar ve Yalın Düşünce”, “Süreç Metrikleri”, “Düzen, Temizlik, Çalışma Disiplini (5S)”, “Görsel Yönetim”, “Yalın Üretimde Etkin Takım Yönetimi”, “Takım Çalışması”, “Kaizen”, “Değer Akışı Haritalandırma”, “Sorun Çözme Yöntemleri”, “Toplam Üretken Bakım”, “SMED”, “Tek Parça Akışı” konulu eğitimler verilmektedir. Yalın üretim eğitimlerinin ardından “Bilgi Yönetimi” eğitimi verilmesi planlanmıştır.

Mevcut Kaynakların Etkin Kullanılacağı Bir Eğitim Programının Hazırlanması (FR123-DP123): Bu kapsamda eğitmenler seçildikten sonra, eğitimlerin kapsamı hedef grubun ihtiyacına göre belirlenmekte, eğitim çizelgeleri oluşturulmaktadır.

Yalın Üretimde Bilgi Yönetimi Faaliyetlerinin Yaygınlığının Sağlanması (FR124-DP124): Seçilen eğitmen(ler), eğitimin etkinliğinin sağlanması amacıyla eğitime

katılacak çalışan sayısı ve eğitim sürelerini dengeli bir planlama ile uygulamaya almaktadır. Eğitimlerin içeriğine göre katılımcılar belirlenmekte ve eğitim salonu panolarında listelenmektedir (Şekil 4.1).

Yalın Üretim ve Bilgi Yönetimi Eğitiminin Etkinliğinin Saptanması ve Geliştirilmesi (FR125-DP125): Eğitimler sonrasında sınavlar yapılmakta ve sınav sonuçları Eğitim Salonu panolarında ilan edilmektedir. Şekil 4.1’de görüldüğü üzere sınavlarda yüksek başarı gösteren çalışanlar ilan edilmekte ve ödüllendirilmektedir. Eğitim çalışmaları, çalışma ortamında yalın üretim ve bilgi yönetim sistemi kültürünün oluşturulmasında başarılı olmuş ve çalışanlarca benimsenmeye başlamıştır. Eğitimlerin sonucunda eğitimin etkinliği, katılımcılara dağıtılan değerlendirme formlarından (Şekil 4.2) elde edilen sonuçlara göre ölçülmektedir.



Şekil 4.1 : Eğitim salonu, eğitim katılımcı ve başarı listeleri.

EĞİTİM DEĞERLENDİRME FORMU					
Eğitim Programının Adı:					
Eğitim Tarihi:					
Eğitmeni:					
Kabilmcisi:					
A.EĞİTİM	Kesirle Katılmıyorum 1	Katılmıyorum 2	Emis Değim 3	Katılıyorum 4	Kesirle Katılıyorum 5
1.İşime katkıda bulunacağına inanıyorum					
2.Konuyla ilgili verilen mesajlar açıkta					
3.Derin ve ayrıntılı bilgileri içeriyordu					
4.Uygulamaya yönelik örnekler yeterli sayıldıydı					
5 Doküman eğitimim içeriğine uygundu					
6 Kullanılan görsel ve işitsel materyaller öğrenmemi kolaylaştırıyordu					
7.Eğitimin süresi yeterliydi					
B.EĞİTİMCI	Kesirle Katılmıyorum 1	Katılmıyorum 2	Emis Değim 3	Katılıyorum 4	Kesirle Katılıyorum 5
1. Kavramları açık ve etkin bir şekilde anlattı					
2. Anlatımında örneklere yer verdi					
3. Sorularla tatmin edici yanıtlar vardi					
4. Konuya ayrılan zamanı iyi kullandı					
5. Katılımcılardan konuyu öğrenmeleri için "uzman" havasına bürünmeden yol gösterip yardımcı olabili					
6. Kişisel durumu, tavır ve davranışları içerdigi konularda tutarlidy.					
7. Tarafsız ve önyargısız davrandı					
8. Samimi, doğrudan ya da dolaylı soruları sorup, cevapları dinleyerek sınıf katılımını teşvik etti					
9 Göze ve kulaba hitap eden yardımcı araçları etkili şekilde kullanabilirdi					

G.EĞİTİM SONRASI					
1.Öğrendiklerimi işimde uygulayılabiliyim	Kesirle Katılmıyorum 1	Katılmıyorum 2	Emis Değim 3	Katılıyorum 4	Kesirle Katılıyorum 5
2.Öğrendiklerim işimi daha iyi yapmama katıda bulunabilir					
3 Bu eğiticinin hazırlayacağı diğer eğitimlere katılmayı arzu ederim					
4.Başkalarına bu eğitimi öneririm					
Bu eğitimde edindiğim yeni bilgi/beceri/davranışlar	B.....		K.....		

D.EĞİTİM YERİ					
1.Boyutluğu katılımcı sayısına göre uygundu	Kesirle Katılmıyorum 1	Katılmıyorum 2	Emis Değim 3	Katılıyorum 4	Kesirle Katılıyorum 5
2 Ortam sıcaklığı uygundu					
3.Havaalandırması yeterliydi					

F GENEL DEĞERLENDİRME					
1.Eğitim genel olarak tatmin ediciydi	Kesirle Katılmıyorum 1	Katılmıyorum 2	Emis Değim 3	Katılıyorum 4	Kesirle Katılıyorum 5
2.Eğitimci tatmin edicidi					
3.Eğitim ortamı memnun edicidi					
4.Diğer katılımcıların konuşma gösterdikleri ilgi yeterliydi					

F. DİĞER DÜŞÜNCELER, ÖNERİLER:

.....

.....

.....

.....

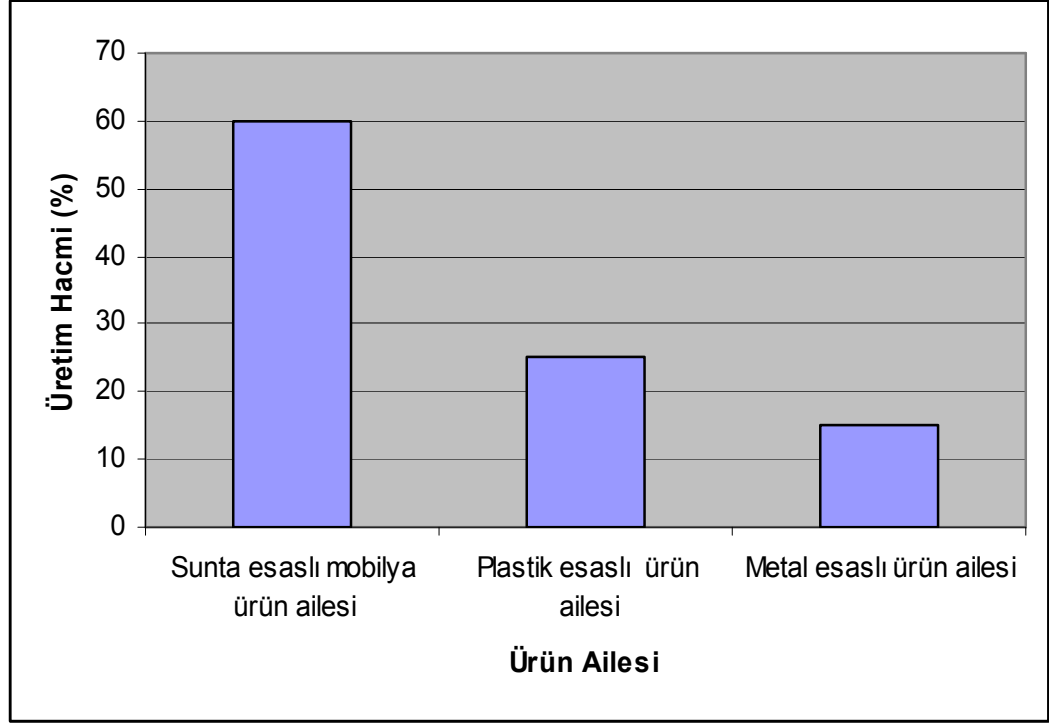
.....

Zaman ayrdığınızın için teşekkür ederiz

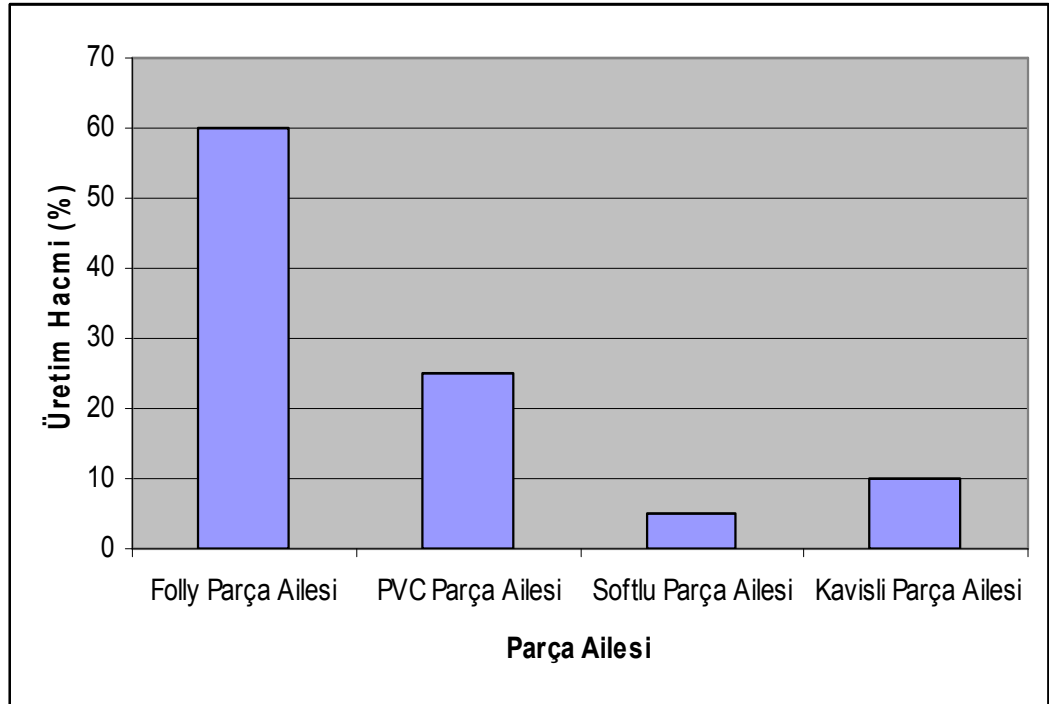
Sistemin Geliştirilmesi Amacıyla Alt Kümelere Bölünmesi (FR 13-DP13):

1. Genç odası sunta esaslı mobilya ürün ailesi
2. Genç odası metal esaslı ürün ailesi
3. Genç odası plastik esaslı (mobaks) ürün ailesi

olan mevcut durum değer akış haritalamada kullanılmıştır. Çizelge 4.2’de parça grupları listesinin bir bölümü örnek olarak verilmiştir. Çizelge 4.3’de 2008 yılı için parça grubu talepleri verilmiştir.



Şekil 4.3 : Ürün aileleri için pareto analizi.



Şekil 4.4 : Sunta esaslı mobilya ürün ailesine ait parça aileleri pareto analizi.

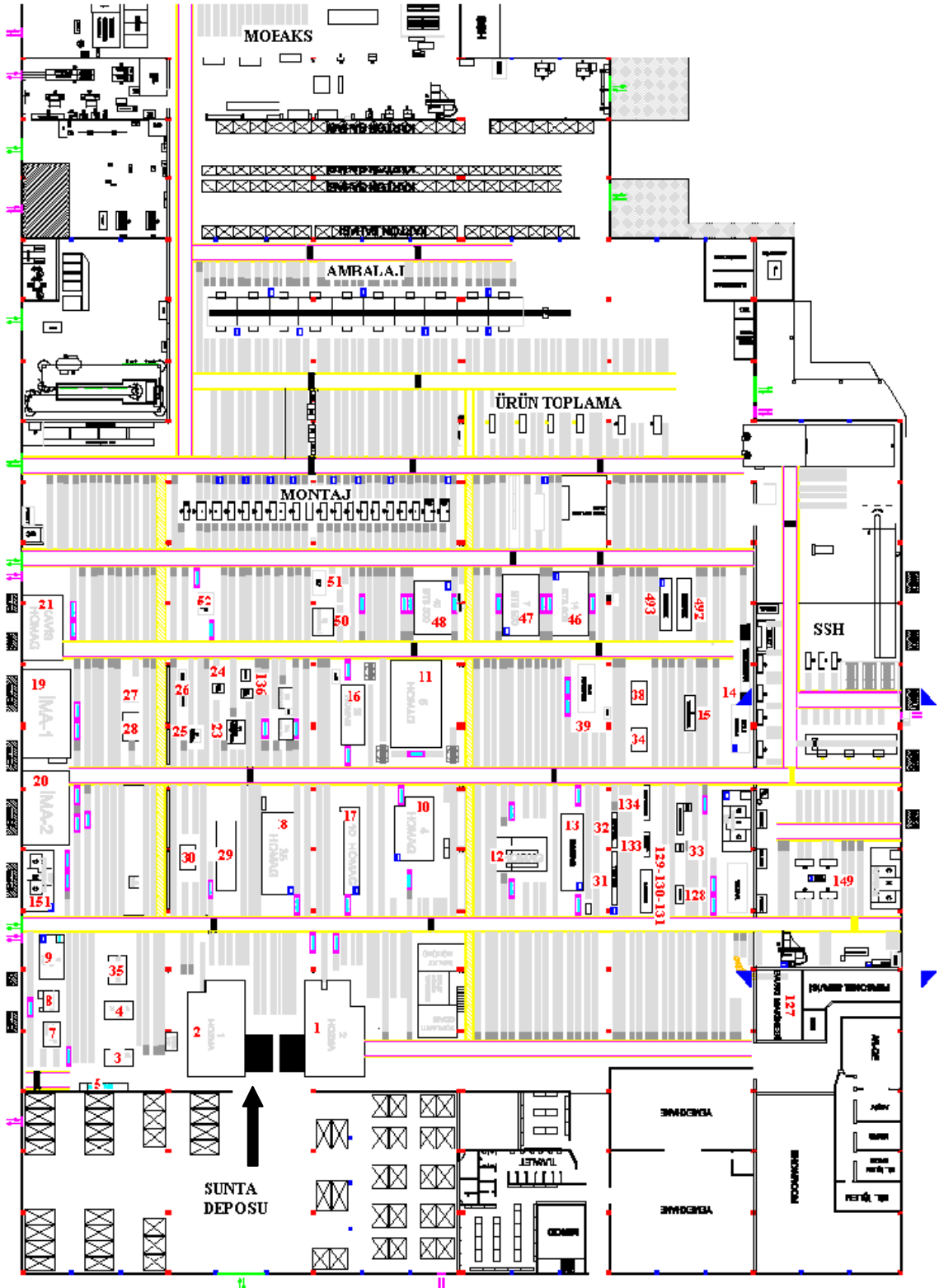
Çizelge 4.2 : Parça grupları listesi kesiti.

Parça Grubu	Rota Yolu	Parça Kodu	Parça Adı	Parça Sayısı
A1	1210	C-1336-S-V5-US-01	SAG YAN TAHTA	1
		C-1336-S-V5-US-04	BAŞ UCU	1
		C-1340-V6-06	SOL YAN TAHTA	1
		C-1341-S-V5-01	SAG YAN TAHTA	1
		C-1341-S-V5-06	SOL YAN TAHTA	1
		C-1349-S-V5-03-01	AYAK UCU KLAPA	1
		DL-1001-02	ÜST TABLA	1
		FL-1086-S-04	AYAK UCU	1
		KR-1101-01-01	ÜST TABLA YAN KALINŞ.	1
		KR-1101-10	ÇEKMECE ARKA	1
		KR-1601-01-05-04	ÇEKMECE ARKA	1
		OZ-1101-11	ÇEKMECE SAG YAN	1
		OZ-1103-06	ALT KÜÇÜK ARKALIK	1
		OZ-1503-02	ARKALIK	1
		PO-1602-01-10	ÇEKMECE ARKA	1
		SR-1201-G5-02-02	KÜÇÜK ÇEKMECE SOL YAN	1
		TO-1201-S-04-02	ÜST TABLA	1
		TO-1201-S-04-03	ÜST TABLA KALINLAŞTIRMA	1
		TR-1101-02-02	YAN ÜST DESTEK	1
		TR-1201-17-02	BÜYÜK ÇEKMECE SOL YAN	1
		TR-1201-17-03	BÜYÜK ÇEKMECE SAG YAN	1
		1210 Total		21
A2	1210-1210-1211	BR-1305-G5-10	BAŞ UCU	1
A3	1210-1210-1211-1231-1330	MR-1704-G5-14-01	BAŞ UCU	1
A4	1210-1210-1211-1250-1231-1331	FL-1012-S-03	ARKALIK	1
A5	1210-1210-1211-1330-1330-1330	MR-1001-S-04	ORTA DİKME	1
A6	1210-1210-1234-1231-1330-1330-1330	BR-1305-G5-10	ÜST TABLA	1

Çizelge 4.3 : Parça grupları için 2008 yılı satış hacmi listesi kesiti.

PARÇA GRUBU	ROTA SIRALAMASI	PARÇA ADETİ 2008
A1	1210-1211	622427
A2	1210-1211-1330	235184
A3	1220-1220	215910
A4	1210-1211-1331	201442
A5	1210-1211-1330	148238
A6	1230	125862
A7	1211	90436
A8	1210-1211-1230	77667
A9	1210-1211-1331	69264
A10	1210-1211-1330	56017
A11	1250-1250	54609
A12	1250 -1230-1250	49830
A13	1250- 1230-1250-1232	42750
A14	1210-1211-1250	39241
A15	1211-1211	37536
A16	1210-1231-1211-1330	34699
A17	1250	33091
A18	1210-1211-1231	32196
A19	1210-1211-1331-1330	32174
A20	1210-1211-1233-1330	31109
A21	1210-1211-1250-1250-1230-1230	

Şekil 4.5’de hücrel yerleşim öncesi duruma göre mevcut durum fabrika yerleşim planı verilmiştir.

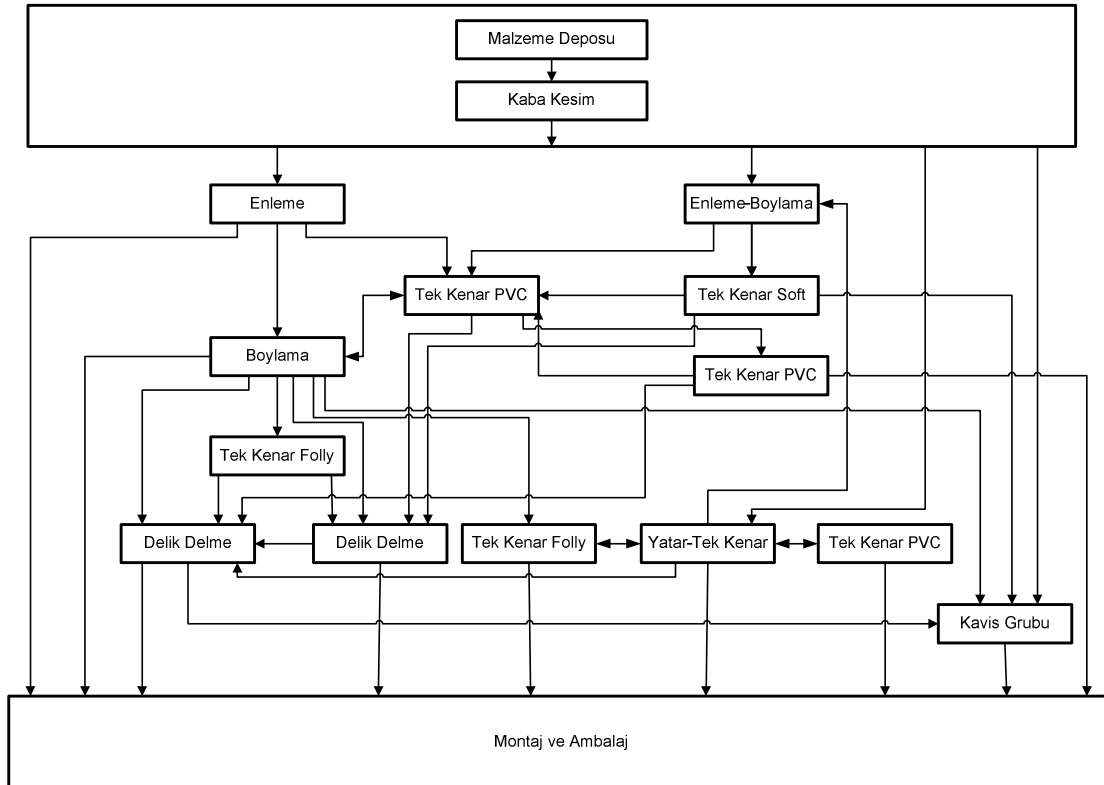


Şekil 4.5 : Hücresel yerleşim öncesi mevcut durum fabrika yerleşim planı.

İsrafların Görselleştirilmesi (FR 14-DP14):

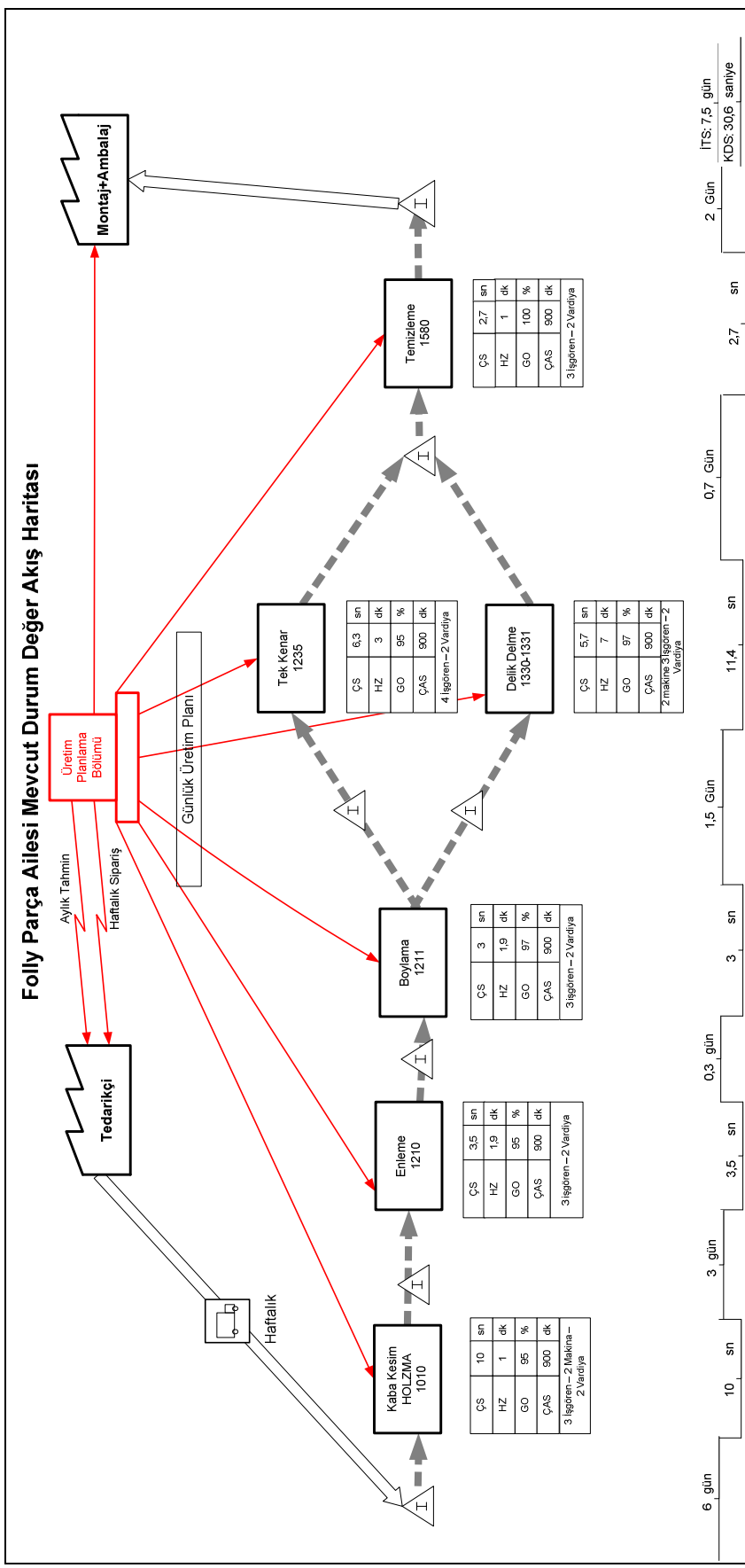
Saptanan Süreçlerde Süreç Parametrelerinin Belirlenmesi ve Parametrelere İlişkin Verilerin Toplanması (FR141-DP141): İsrar kaynaklarını ortaya çıkarmak için üretim ortamından gerekli veriler toplanmıştır. Bu veriler; süreç rotası, müşteriler, günlük ürün talep miktarları, tedarikçi teslimat çizelgesi, çevrim süreleri, hazırlık süreleri, kullanılabilirlik oranları, hata oranı, işgören sayıları, vardiya sayıları, envanter yerleri ve düzeyleri süreçler arasında geçen süreler gibi bilgilerdir.

Malzeme İşleme ve Bilgi Süreçlerinin İlişkilendirilmesi (FR142-DP142): Mevcut Durum Değer Akış Haritası malzeme ve bilgi akışını görselleştirmek ve sorunları ortaya çıkarıp sistemi iyileştirme önerilerinde bulunabilmek için hazırlanmıştır. Mevcut durumda süreç içi stokların fazla olması ve taşımaların çok olması sistemde gecikmelere ve karmaşıklığa sebep olmaktadır. Bu sebeple fabrikadaki mevcut yerleşim planı değerlendirildikten sonra üretim hacmi fazla olan sunta esaslı mobilya ürün ailesi için işleme benzerliği bakımından gruplandırılmış parçalardan oluşturulmuş 70 adet parça grubu ele alınmıştır. Fabrikadaki hücresel yerleşim çalışması öncesi için spaghetti diyagramı Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6 : Mobilya üretimi hücresel yerleşim öncesi spaghetti diyagramı.

Pilot çalışma için mevcut durum değer akış haritası çizilerek, odaklanılması gereken parça ailesinin, siparişlerin %60'ını oluşturan “Folly Bantlı Parça Ailesi” olması kararlaştırılmıştır. Fabrikadaki genç odası sunta esaslı mobilya ürün ailesi için mevcut durum değer akış haritası şekil 4.7’de çizilmiştir. Burada en uzun süre alan süreçler dizisi, bu ailenin temin süresini gösterir. şekil 4.8’de Folly bantlı parça ailesi için mevcut durum değer akış haritası çizilmiştir.



Şekil 4.8 : Folly parça ailesi hücresel yerleşim öncesi değer akış haritası.

Üretimde ve Ofislerde İsrafi Yok Edecek Planlamanın Gerçekleştirilmesi (FR15-DP15):

Müşteri Talebine Göre Üretim Temposunun Saptanması (FR151-DP151): Geliştirilen metodolojinin adımlarına uygun olarak müşteri talebine göre üretimin planlanması için sunta esaslı ürün ailesinin günlük 450 takım olan müşteri talebi göz önüne alınarak takt hesaplandığında aşağıdaki değerler elde edilmiştir.

Müşteri montaj olarak düşünülmüş ve sunta esaslı ürün ailesinin takt süresi (4.1)'de hesaplanmıştır:

$$Takt\ Süresi = \frac{Mevcut\ Çalışma\ Süresi}{Müşteri\ Talebi} \quad (4.1)$$

$$Takt\ Süresi = \frac{54000\ s / gün}{450\ takım / gün} = 120\ s / takım$$

Pilot uygulama için folly parça ailesi ele alındığından folly parça ailesinin istenilen çevrim süresi hesaba katılacaktır. Gerekli hesaplamalar aşağıdaki gibi yapıldığında istenilen çevrim süresinin 7.5 gün olduğu (4.2)'den bulunmuştur.

$$Folly\ Parca\ Ailesi\ Müsteri\ Talebi = \frac{187200}{26} = 7200\ parca / gün \quad (4.2)$$

$$Folly\ Parca\ Ailesi\ İstenilen\ Çevrim\ Süresi = \frac{54000}{7200} = 7.5\ s / parca$$

Ürün Ailesi İçindeki Parça Ailelerinin Sistem İçindeki Akışının Sağlanması (FR152-DP152): Sunta esaslı mobilya ürün ailesinin seçilmesinden sonra üretim hacminin büyük çoğunluğunu oluşturması sebebiyle Folly parça ailesinin pilot olarak seçilmesine karar verilmişti. Bu uygulamalar diğer ürün ve parça aileleri içinde gerçekleştirilecektir. Ek A Çizelge A.1'de, işleme rotası listesi verilmiştir. Çizelge 4.4'de sunta esaslı mobilya ürün ailesindeki 70 parça grubu için işleme rotaları incelenerek yeniden düzenlenmiştir. Buna göre Çizelge 4.5'de bulunan makinaların gruplanması düşünülmüştür. Hücre oluşturma planlaması için Folly parça ailesinde bulunan parça gruplarının işleme rotaları incelenerek ve mevcut durum değer akış haritasından hareketle Enleme, Boylama, Tek Kenar ve Delik makinalarının gruplandırılması gerekmektedir. Kaba Kesim, Temizleme, Montaj ve Ambalaj işlemleri diğer parça aileleri tarafından paylaşıldığı için hücre içine alınmayacaktır.

Çizelge 4.4 : Sunta esaslı mobilya ürün ailesine dahil parça grupları için yeniden düzenlenmiş işleme rotaları.

Parça Grubu	İşleme Rotası	Bağlı Talep
A1	1210-1211	364
A2	1210-1211-1330	138
A3	1220	126
A4	1210-1211-1331	118
A5	1210-1211-1330	87
A6	1230	74
A7	1211	53
A8	1210-1211-1230	45
A9	1210-1211-1331	41
A10	1210-1211-1330	33
A11	1250	32
A12	1250-1230-1250	29
A13	1250-1230-1250-1232	25
A14	1210-1211-1250	23
A15	1211	22
A16	1210-1231-1211-1330	20
A17	1250	19
A18	1210-1211-1235	19
A19	1210-1211-1331-1330	19
A20	1210-1211-1235-1330	18
A21	1210-1211-1250-1230	17
A22	1210-1231-1211-1231-1331	16
A23	1250-1220-1230-1232	16
A24	1230-1250-1232	15
A25	1210-1231-1211-1231-1233	14
A26	1210-1211-1250-1230	14
A27	1210-1211-1234-1331	14
A28	1210-1211-1235-1331	14
A29	1210-1211-1250-1230	13
A30	1210-1211-1250-1230-1250-1232	13
A31	1220-1230-1250-1232	13
A32	1210-1211-1250-1231-1330	12
A33	1220-1232-1250-1232	12
A34	1210-1211-1235	11
A35	1210-1211-1231-1250-1230-1330	11
A36	1210-1211-1234-1330	11
A37	1210-1231-1211-1231-1233-1330	11
A38	1250-1232	10
A39	1210-1211-1232-1250-1232	10
A40	1210	10
A41	1330	10
A42	1211-1211-1250-1232-1250-1230	10
A43	1210-1231-1211	9
A44	1210-1211-1231-1250-1330	9
A45	1210-1211-1231-1331	9
A46	1210-1211-1234-1231-1330	9
A47	1210-1211-1250-1230-1331	9
A48	1210-1231-1211-1331-1330	9
A49	1210-1231-1250-1231	9

Çizelge 4.4 : (devam) Sunta esaslı mobilya ürün ailesine dahil parça grupları için yeniden düzenlenmiş işleme rotaları.

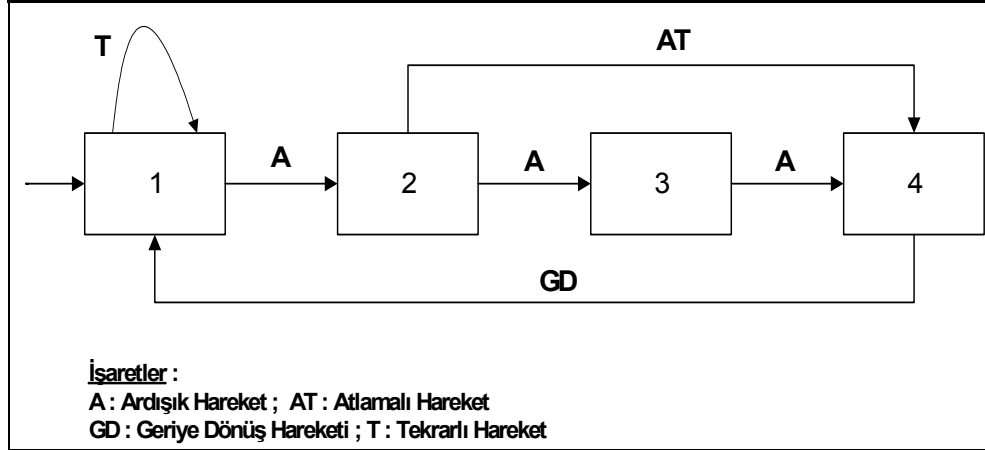
Parça Grubu	İşleme Rotası	Bağıl Talep
A50	1210-1211-1235-1331	9
A51	1210-1231-1211-1231-1233-1330	9
A52	1210-1234-1211-1330	9
A53	1210-1234-1211-1331	9
A54	1210-1211-1231-1330	8
A55	1250-1232	8
A56	1220-1230-1250-1231	8
A57	1220-1232-1250-1232	8
A58	1210-1231-1211-1233-1330	7
A59	1210-1211-1235-1331	7
A60	1210-1211-1330-1250-1230	7
A61	1210-1231-1211-1331-1250	7
A62	1220-1232-1250-1232	7
A63	1210-1211-1233-1231-1330	6
A64	1210-1231-1211-1231-1250-1231-1330	6
A65	1211-1231-1331	6
A66	1210-1211-1250-1232	6
A67	1210-1231-1211-1231-1233	6
A68	1210-1211-1331-1250	6
A69	1210-1211-1235-1330	6
A70	1210-1211-1250-1234-1330	6

Çizelge 4.5 : Sunta esaslı mobilya ürün ailesi makina listesi.

Makine No	Makine Adı	Makine Markası	Rota No
10	ENLEME	HOMAG KF26	1210
11	BOYLAMA	HOMAG KF26	1211
12	ENLEME/BOYLAMA	HOMAG NFL 26/4/25	1220
14	TEK KENAR+YATAR+DELİK DELME	HOMAG KL75	1235
46	DELİK MAKİNASI CİFT	WEEKE BST500	1331
49	DELİK MAKİNASI CİFT	BIESSE TEKNO 7/ NC 400	1330
161	TEK KENAR	HOMAG KAL 210	1231
162	TEK KENAR	HOMAG KAL 310	1231
17	TEK KENAR+YATAR	HOMAG KL79	1233
18	SOFT MAKİNESİ	HOMAG KL79	1234
15	TEK KENAR IDM	IDM34	1230
16	TEK KENAR	HOMAG KL76	1232
29	YATAR MAKİNESİ	NARDELLO- SCM 16/N	1250

Tek Parça Akışının Sağlanması (FR153-DP153): İsrâfları yok etmek için geliştirilen metodolojinin ve yalın düşünce esaslı yatırım planlama algoritmasının adımlarına uygun bir şekilde, öncelikli olarak yatırım yapılmaksızın sistem geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla hücre tasarımında aşamalı olarak çeşitli senaryolar denenerek gelecek durum değer akış haritası oluşturulmalıdır. İlk olarak ürün ailelerinin sistem içindeki akışlarının basitleştirilmesi ve tek parça akışının sağlanması hedeflenerek hücreler oluşturulmaya çalışılmıştır. Uygulamada hücreleri

oluştururken tek istif akışının sağlanması istenilmektedir. Bu amaçla tek istif akışına izin veren ve istenilmeyen parça akışlarını (Şekil 4.9: tekrarlı akış, geri dönüşlü akış, atlamalı akış) ortadan kaldıran “Çok Ürünlü Akış Hattı Algoritması” (Aneke ve Carrie, 1986) kullanılarak hücreler tasarlanmaya çalışılmıştır. Buna göre, işleme benzerliği bakımından gruplandırılmış olan 70 adet parça grubunun izlediği rotalar ve bağlı talepleri kullanılmıştır.



Şekil 4.9 : Hücre içi hareketler (Aneke ve Carrie, 1986).

Bu algorithmada ilk olarak hücrede üretilmesi planlanan parçaların bağlı talepleri ve makina rotaları saptanır. Bağlı talepler, çizilen dolaşım şemasında makinalar arasındaki parça akışlarını gösterecek şekilde Çizelge 4.6'ya yerleştirilir. Böylece her makinaya gelen (İng: TT-total to) ve her makinadan çıkan (İng: TF-total from) toplam parça adedi hesaplanmış olur.

Çizelge 4.6 : Bağlı taleplere göre hazırlanmış makinalar arası parça akışları.

	T0											
FROM	1210	1211	1220	1230	1231	1232	1233	1234	1250	1330	1331	TF
1210	0	1142	0	0	123	0	0	18	0	0	0	1283
1211	0	0	0	45	144	10	58	34	123	294	209	917
1220	0	0	0	37	0	27	0	0	0	0	0	64
1230	0	0	0	0	0	16	0	0	103	11	9	139
1231	0	114	0	0	0	0	40	0	35	47	45	281
1232	0	0	0	0	0	0	0	0	47	0	0	47
1233	0	0	0	0	6	0	0	0	0	45	16	67
1234	0	18	0	0	9	0	0	0	0	17	14	58
1250	0	0	16	148	35	137	0	6	0	9	0	351
1330	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	7
1331	0	0	0	0	0	0	0	0	13	28	0	41
TT	0	1274	16	230	317	190	98	58	328	451	293	3255

Çizelge 4.6'dan hareketle akış türetme tablosu oluşturulur. Bunun için tablonun sütunlarına makinalar yazılır. Tablonun ilk iki satırına her makina için hesaplanan

TT ve TF değerleri sırasıyla yazılır. Her bir adımda parça rotalarına bakılarak, hat başı ve hat sonu için aday makinaların listesi çıkarılır. Aday makinalar arasından en küçük TT’li makina hat başına atanır. Aynı TT değerine sahip birden fazla makina varsa bunların arasından daha byk TF değerine sahip olan seçilir. Bu makinanın TF değeri, rotalarında ilk sırada olduğu parçaların toplam talebi kadar azaltılır. Parça rotalarına tekrar bakılarak, atanan bu makinadan sonra gelen makinaların TT değerleri bağıl talepleri kadar düşürülür. Bu adımdan sonra hat sonu aday makinalar listesinden en düşük TF değerine sahip makina seçilir ve bunun TT değeri, rotalarında son makina olduğu parçaların toplam bağıl talebi kadar azaltılır. Parça rotalarında seçilmiş olan bu makinadan hemen önce yer alan makinaların TF değerleri ise ilgili parça bağıl talebi kadar azaltılır (Aneke ve Carrie,1986).

Bu iki adım tamamlandıktan sonra hat başına ve hat sonuna atanan makinalar parça rotalarından silinir ve bu adımlar tekrar edilir. Bu işlemler makinaların TT ve TF değerleri sıfıra eşitleninceye kadar devam eder. TT ve TF değerleri sıfıra eşitlenen makinalar hatta bir kere daha atanamaz. Tüm adımlar tamamlandığında geriye dönüşsüz makina sıralaması oluşturulmuş olur. Akış türetme tablosunda hat başı seçilmiş olan makinaların en st sırada olanından başlayarak, makinalar ardı ardına sıralanır. En alt sıraya ulaşıldığında, aşağıdan yukarıya doğru hat sonu seçilmiş olan makinalar sıralamaya yazılırlar. Sıralanan bu makinalar oluşturulacak hücrede tek parça akışını sağlamış olacaktır (Aneke ve Carrie,1986).

Senaryo 1: Bir Hücre Kurulması Planlanan Durum:

Seçilen 70 parça grubunun idealdeki tek istif akışına uygun olarak ve yeni makina yatırımı yapılmaksızın mevcut makinalardan oluşacak bir hücre içinde üretiminin gerçekleştirilmesi hedeflenmiş ve izelge 4.4 ve izelge 4.6’daki veriler ışığında çok rnl akış hattı algoritması (Aneke ve Carrie,1986) uygulanmıştır. Çizelge 4.7’de elde edilen akış türetme tablosu verilmiştir.

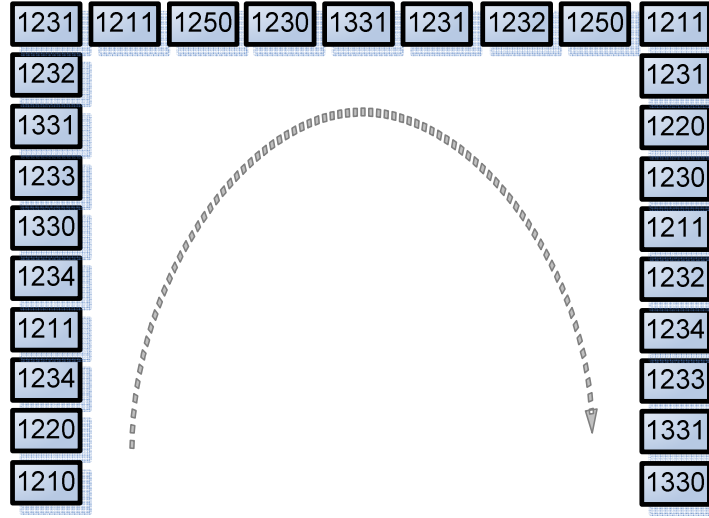
Aneke ve Carrie (1986) “ok rnl Akış Hattı Algoritması” uygulaması sonucunda planlanan hücredeki makina sırası izelge 4.8’de belirtildiği gibidir. Fakat bu sıralamaya göre bir hücre içerisinde tek istif akışının oluşturulabilmesi için çok sayıda makina alımına ihtiyaç vardır. Finansal açıdan glk ve aynı zamanda makina etkinliklerinin düşük olacağı düşüncesiyle bu sonucun uygulaması oldukça

zor görünmektedir. Görüldüğü üzere, tek bir hücrede üretim yapılmak istendiğinde hücre boyutunun oldukça büyük olmasından dolayı yönetimi de zor olacaktır.

Çizelge 4.7 : Senaryo 1 akış türetme tablosu.

MAKİNA	1210	1211	1220	1230	1231	1232	1233	1234	1250	1330	1331	Makina seç	
												hat bşl	hat sonu
TT	0	1274	16	230	317	190	98	58	328	451	293	1210	
TF	1283	917	64	139	281	47	67	58	351	7	41		
TT	-	132	16	230	194	190	98	40	328	451	293		
TF	-	917	64	139	281	47	67	58	351	7	41		1330
TT	-	132	16	230	194	190	98	40	328	7	293	1220	
TF	-	630	64	128	234	47	22	41	342	7	13		
TT	-	132	16	209	194	163	98	40	328	7	293		
TF	-	630	16	128	234	47	22	41	342	7	13		1331
TT	-	132	16	209	194	163	98	40	328	7	13	1234	
TF	-	434	16	119	189	47	6	27	342	7	13		
TT	-	114	16	209	194	163	98	40	328	7	13		
TF	-	434	16	119	189	47	6	9	342	7	13		1233
TT	-	114	16	209	194	163	6	40	328	7	13	1211	
TF	-	382	16	119	149	47	6	9	342	7	13		
TT	-	114	16	164	112	153	0	6	205	0	7		
TF	-	69	16	119	149	47	6	9	342	7	13		1234
TT	-	114	16	164	112	153	0	0	205	0	7	1234	
TF	-	69	16	119	149	47	6	9	336	7	13		
TT	-	114	16	164	103	153	0	-	205	0	7		
TF	-	69	16	119	149	47	6	-	336	7	13		1232
TT	-	114	16	164	103	10	0	-	205	0	7	1330	
TF	-	69	16	103	149	47	6	-	209	7	13		
TT	-	114	16	164	103	10	0	-	198	-	7		
TF	-	69	16	103	149	47	6	-	209	-	13		1211
TT	-	69	16	164	103	10	0	-	198	-	7	1233	
TF	-	69	16	103	104	47	6	-	209	-	13		
TT	-	69	16	164	97	10	-	-	198	-	7		
TF	-	69	16	103	104	47	-	-	209	-	13		1230
TT	-	69	16	67	97	10	-	-	198	-	7	1331	
TF	-	69	0	103	104	47	-	-	128	-	13		
TT	-	69	16	67	97	10	-	-	192	-	7		
TF	-	69	0	103	104	47	-	-	128	-	7		1220
TT	-	69	-	67	97	10	-	-	192	-	7	1232	
TF	-	69	-	103	104	47	-	-	112	-	7		
TT	-	69	-	67	97	10	-	-	155	-	7		
TF	-	69	-	103	104	10	-	-	112	-	7		1231
TT	-	69	-	67	6	10	-	-	155	-	7	1231	
TF	-	13	-	103	104	10	-	-	77	-	7		
TT	-	0	-	67	6	10	-	-	126	-	7		
TF	-	13	-	103	6	10	-	-	77	-	7		1211
TT	-	0	-	67	6	10	-	-	126	-	7	1211	
TF	-	13	-	103	6	10	-	-	77	-	7		
TT	-	-	-	67	0	10	-	-	126	-	0		
TF	-	-	-	103	6	10	-	-	77	-	7		1250
TT	-	-	-	67	0	10	-	-	0	-	0	1250	
TF	-	-	-	0	0	0	-	-	77	-	0		
TT	-	-	-	0	0	0	-	-	-	-	0		
TF	-	-	-	0	0	0	-	-	-	-	0		1232
TT	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	0	1230	
TF	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	0		
TT	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0		
TF	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0		1231
TT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1331	
TF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
TT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
TF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Buna göre makina yerleşim planı Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10 : Senaryo 1 makina yerleşim planı.

Senaryo 2: İki Hücre Kurulması Planlanan Durum:

Senaryo 1’de bulunan sonuç değerlendirildiğinde, fabrika içerisinde tek istif akışına uygun olarak bir hücrede üretimin yapılmasının etkili bir yol olmayacağı açıkça görülmektedir. Aşağıdaki hücre oluşturma ölçütleri göz önüne alındığında;

- Benzer ürün rotaları
- Benzer ürün grubu
- Müşteri
- Kilit makineler etrafında toplanma
- Benzer hammadde çeşidi

durumumuza uygun seçeneğin kilit makineler etrafında toplanılarak hücreler oluşturulması olduğu açıktır. Buradan yola çıkılarak 70 adet parça grubu için makina-parça matrisi incelenip bir kümelendirme çalışması yapılmıştır. Kümelendirme çalışması için parça rotaları aynı işlevli makinalara göre yeniden düzenlenmiş ve makina-parça matrisine bu şekilde aktarılmıştır. Kümelendirme sonucu Çizelge 4.9’da verildiği gibidir.

Kümelenendirme çalışmasında 2 adet hücreye atanacak parçalar, Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11’de belirlenmiştir. 1210 ve 1211 no’lu makinalar iş yoğunluğu bakımından en yoğun makinalar olduğundan, buradaki işin bir kısmı alternatif makina olan 1220 no’lu makinaya bölüştürülmüştür. İlk hücre için kilit makinalar 1210 ve 1211’dir. Bu hücreye 1235 no’lu makina da atanmıştır.

Çizelge 4.10 : Senaryo 2-Hücre1 için parça grupları işleme rotaları listesi.

Parça Grubu	İşleme Rotası	Bağlı Talep
A1	1210-1211	364
A2	1210-1211-1330	138
A4	1210-1211-1331	118
A5	1210-1211-1330	87
A7	1211	53
A8	1210-1211-1230	45
A9	1210-1211-1331	41
A10	1210-1211-1330	33
A14	1210-1211-1250	23
A15	1211	22
A18	1210-1211-1235	19
A19	1210-1211-1331-1330	19
A20	1210-1211-1235-1330	18
A21	1210-1211-1250-1230	17
A26	1210-1211-1250-1230	14
A28	1210-1211-1235-1331	14
A29	1210-1211-1250-1230	13
A30	1210-1211-1250-1230-1250-1232	13
A34	1210-1211-1235	11
A39	1210-1211-1232-1250-1232	10
A40	1210	10
A41	1330	10
A42	1211-1250-1232-1250-1230	10
A47	1210-1211-1250-1230-1331	9
A50	1210-1211-1235-1331	9
A59	1210-1211-1235-1331	7
A60	1210-1211-1330-1250-1230	7
A66	1210-1211-1250-1232	6
A68	1210-1211-1331-1250	6
A69	1210-1211-1235-1330	6

İkinci hücrede kilit makinalar 1220 ve 1234 no'lu makinalardır.

Çizelge 4.11 : Senaryo 2-Hücre2 için parça grupları işleme rotaları listesi.

Parça Grubu	İşleme Rotası	Bağlı Talep
A3	1220	126
A16	1220-1231-1220-1330	20
A22	1220-1231-1220-1231-1331	16
A23	1250-1220-1230-1232	16
A25	1220-1231-1220-1231-1233	14
A27	1220-1234-1331	14
A31	1220-1230-1250-1232	13
A32	1220-1250-1231-1330	12
A33	1220-1232-1250-1232	12
A35	1220-1231-1250-1230-1330	11
A36	1220-1234-1330	11
A37	1220-1231-1220-1231-1233-1330	11
A43	1220-1231-1220	9
A44	1220-1231-1250-1330	9
A45	1220-1231-1331	9
A46	1220-1234-1231-1330	9
A48	1220-1231-1220-1331-1330	9
A49	1220-1231-1250-1231	9
A51	1220-1231-1220-1231-1233-1330	9
A52	1220-1234-1220-1330	9
A53	1220-1234-1220-1331	9
A54	1220-1231-1330	8
A56	1220-1230-1250-1231	8
A57	1220-1232-1250-1232	8
A58	1220-1231-1220-1233-1330	7
A61	1220-1231-1220-1331-1250	7
A62	1220-1232-1250-1232	7
A63	1220-1233-1231-1330	6
A64	1220-1231-1220-1231-1250-1231-1330	6
A65	1220-1231-1331	6
A67	1220-1231-1220-1231-1233	6
A70	1220-1250-1234-1330	6
A6	1230	74
A11	1250	32
A12	1250-1230-1250	29
A13	1250-1230-1250-1232	25
A17	1250	19
A24	1230-1250-1232	15
A38	1250-1232	10
A55	1250-1232	8

Hücre 1 için akış tablosu Çizelge 4.12’de, algoritma uygulaması sonucu oluşan akış türetme tablosu Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.12 : Senaryo 2-Hücre1 parça akış tablosu.

Buradan	Buraya								TF
	1210	1211	1235	1330	1331	1230	1250	1232	
1210	0	1047	0	0	0	0	0	0	1047
1211	0	0	84	265	184	45	105	10	693
1235	0	0	0	24	30	0	0	0	54
1330	0	0	0	0	0	0	7	0	7
1331	0	0	0	19	0	0	6	0	25
1230	0	0	0	0	9	0	13	0	22
1250	0	0	0	0	0	83	0	39	122
1232	0	0	0	0	0	0	20	0	20
TT	0	1047	84	308	223	128	151	49	1990

Çizelge 4.13 : Senaryo 2-Hücre1 akış türetme tablosu.

MAKİNA	1210	1211	1235	1330	1331	1230	1250	1232	Makina seç	
									hat başı	hat sonu
TT	0	1047	84	308	223	128	151	49	1210	
TF	1047	693	54	7	25	22	122	20		
TT	-	0	84	308	223	128	151	49		
TF	-	693	54	7	25	22	122	20		1330
TT	-	0	84	7	223	128	151	49	1211	
TF	-	435	30	7	6	22	122	20		
TT	-	-	0	0	39	83	46	39		
TF	-	-	30	7	6	22	122	20		1331
TT	-	-	0	0	0	83	46	39	1330	
TF	-	-	0	7	6	13	122	20		
TT	-	-	0	-	0	83	39	39		
TF	-	-	0	-	6	13	122	20		1235
TT	-	-	-	-	0	83	39	39	1331	
TF	-	-	-	-	6	13	122	20		
TT	-	-	-	-	-	83	33	39		
TF	-	-	-	-	-	13	122	20		1230
TT	-	-	-	-	-	13	33	39	1250	
TF	-	-	-	-	-	13	52	20		
TT	-	-	-	-	-	0	33	23		
TF	-	-	-	-	-	13	23	20		1232
TT	-	-	-	-	-	0	33	0	1232	
TF	-	-	-	-	-	13	0	20		
TT	-	-	-	-	-	0	13	-		
TF	-	-	-	-	-	13	0	-		1250
TT	-	-	-	-	-	0	-	-	1230	
TF	-	-	-	-	-	0	-	-		

Hücre 2 akış tablosu Çizelge 4.14’de, algoritma sonucu oluşan akış türetme tablosu Çizelge 4.15’de verilmiştir. Parça rotaları, Çizelge 4.16’da verilmiştir.

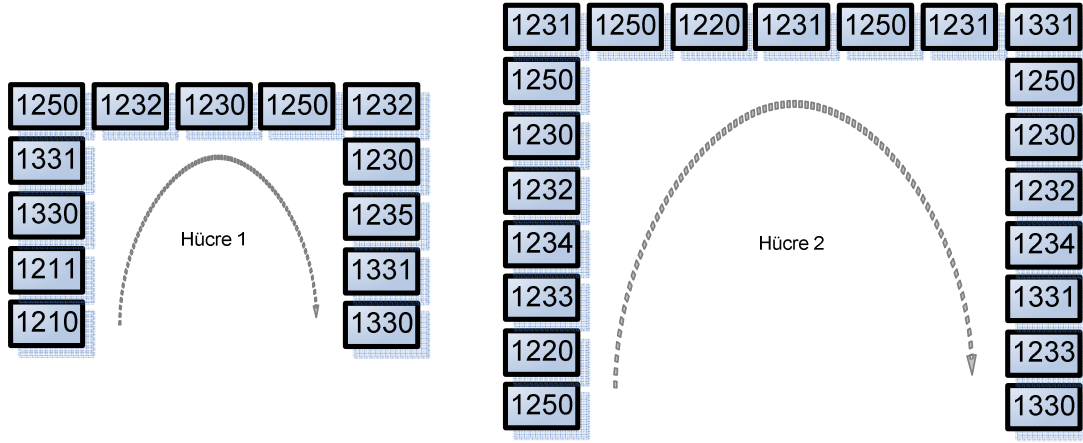
Çizelge 4.14 : Senaryo 2-Hücre2 parça akış tablosu.

	Buraya									
Buradan	1220	1231	1233	1234	1331	1330	1230	1250	1232	TF
1220	0	228	13	52	25	29	37	18	27	429
1231	121	0	40	0	31	41	0	35	0	268
1233	0	6	0	0	0	27	0	0	0	33
1234	18	9	0	0	14	17	0	0	0	58
1331	0	0	0	0	0	9	0	7	0	16
1330	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1230	0	0	0	0	0	11	0	21	16	48
1250	16	35	0	6	0	9	11	0	40	117
1232	0	0	0	0	0	0	0	27	0	27
TT	155	278	53	58	70	143	48	108	83	996

Çizelge 4.15 : Senaryo 2-Hücre2 akış türetme tablosu.

MAKİNA	1220	1231	1233	1234	1331	1330	1230	1250	1232	Makina seç	
										hat bşl	hat sonu
TT	155	278	53	58	70	143	48	108	83	1250	
TF	429	268	33	58	16	0	48	117	27		
TT	139	278	53	58	70	143	48	108	83		
TF	429	268	33	58	16	0	48	101	27		1330
TT	139	278	53	58	70	-	48	108	83	1220	
TF	400	227	6	41	7	-	37	92	27		
TT	139	112	47	6	70	-	11	90	56		
TF	94	227	6	41	7	-	37	92	27		1233
TT	139	112	0	6	70	-	11	90	56	1233	
TF	87	187	6	41	7	-	37	92	27		
TT	139	106	-	6	70	-	11	90	56		
TF	87	187	-	41	7	-	37	92	27		1331
TT	139	106	-	6	7	-	11	90	56	1234	
TF	69	156	-	27	7	-	37	92	27		
TT	121	97	-	6	7	-	11	90	56		
TF	69	156	-	0	7	-	37	92	27		1234
TT	121	97	-	-	7	-	11	90	56	1232	
TF	69	156	-	-	7	-	37	86	27		
TT	121	97	-	-	7	-	11	63	56		
TF	69	156	-	-	7	-	37	86	0		1232
TT	121	97	-	-	7	-	11	63	-	1230	
TF	69	156	-	-	7	-	21	46	-		
TT	121	97	-	-	7	-	11	42	-		
TF	69	156	-	-	7	-	0	46	-		1230
TT	121	97	-	-	7	-	-	42	-	1250	
TF	69	156	-	-	7	-	-	35	-		
TT	121	77	-	-	7	-	-	42	-		
TF	69	156	-	-	7	-	-	15	-		1250
TT	121	77	-	-	7	-	-	15	-	1231	
TF	69	136	-	-	0	-	-	15	-		
TT	7	77	-	-	7	-	-	6	-		
TF	69	13	-	-	0	-	-	15	-		1331
TT	7	77	-	-	-	-	-	6	-	1250	
TF	62	13	-	-	-	-	-	15	-		
TT	7	68	-	-	-	-	-	6	-		
TF	62	13	-	-	-	-	-	6	-		1231
TT	7	6	-	-	-	-	-	6	-	1220	
TF	6	13	-	-	-	-	-	0	-		
TT	7	0	-	-	-	-	-	6	-		
TF	0	13	-	-	-	-	-	0	-		1250
TT	7	0	-	-	-	-	-	-	-	1231	
TF	0	7	-	-	-	-	-	-	-		

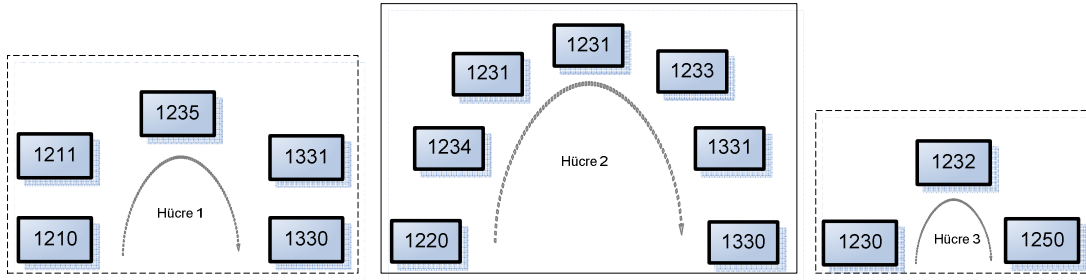
Çok ürünli akış hattı algoritması uygulaması sonucunda folyo kenar bantlı parçalar ve pvc kenar bantlı parçalar kümelenmiş olarak görülmektedir. Folyo kenar bantlı parçaların işleneceği Hücre 1'deki makina sıralaması Çizelge 4.13'de verilmişti. Pvc kenar bantlı parçaların işleneceği Hücre 2'deki makina sıralaması ise Çizelge 4.15'de verilmişti. Buna göre, Senaryo 2 yerleşim planı Şekil 4.11'de verilmiştir.



Şekil 4.11 : Senaryo 2 makina yerleşim planı.

Senaryo 3: Üç Hücre Kurulması Planlanan Durum:

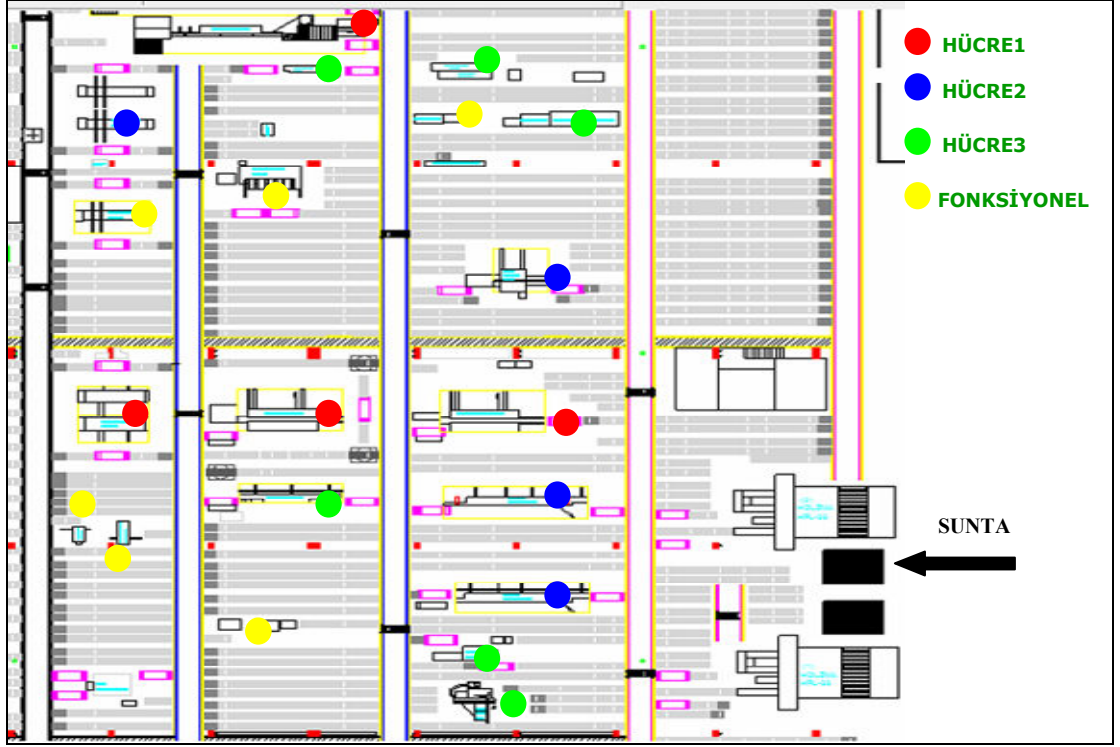
Senaryo 2'de çıkan sonuçta planlanan 2 hücre için çok sayıda yeni makinaya ihtiyaç olacağı görülmektedir. Çizelge 4.16'daki parça rotaları incelendiğinde Hücre 1 ve Hücre 2'de işlenen bazı parçaların klapalı olduğu görülmektedir. Klapalı parçalar için makina-parça matrisinden de görüleceği üzere 1230, 1232 ve 1250 rota numaralı makinalardan oluşan, hem Hücre 1 hem de Hücre 2'den gelen parçaların ortak olarak kullanacakları ve ek olarak yalnızca bu bölümde işlem gören parçalarında olduğu yeni bir hücre oluşturulmasına karar verilmiştir. Ayrıca, Hücre 2'de bulunan 1231 rota numaralı makinadaki işleme yoğunluğunu ve tekrarlı işlemleri önlemek amacıyla bu makinadan yeni alım yapılmasına karar verilmiştir. Senaryo 3 makina sıralaması, Senaryo 2'deki Çok Ürünli Akış Hattı Algoritması sonuçları ve Senaryo 2 makina yerleşim planı esas alınarak düzenlenmiş ve Çizelge 4.17'de makina-parça matrisi gösterilmiştir. Senaryo 3 makina yerleşim planı, Şekil 4.12'de verilmiştir.



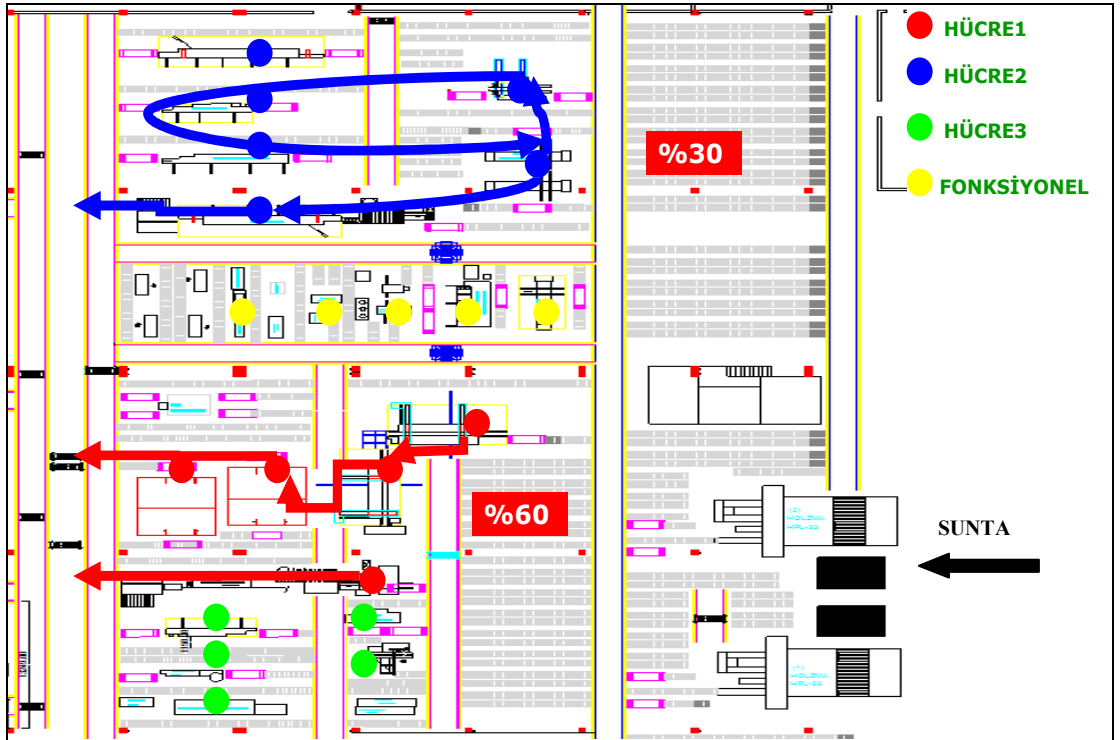
Şekil 4.12 : Senaryo 3 makina yerleşim planı.

Senaryo 4: Üç Hücre ve Bir Fonksiyonel Alan Kurulması Planlanan Durum:

Çizelge 4.17 Senaryo 3 makina-parça matrisindeki kümelenendirme sonucuna göre, bazı parçalar klapa operasyonları için Hücre 3’de mevcut bulunan makinalara işlenmeye gönderilmektedir. Daha sonra Hücre 3’de işlemesi biten bazı parçaların delik delme gibi operasyonlar için Hücre 1 ve Hücre 2’ye tekrar geri dönmeleri gerekmektedir. Bu durum Hücre 1 ve Hücre 2’deki akışı bozmakta ve makina önlerinde çok uzun süre beklemlere neden olmaktadır. Hücre 1 ve Hücre 2’ye geri dönen bu parçaların (A23, A32, A35, A44, A47, A49, A56, A64, A70) akışı bozmaması amacıyla ortalama 6 gün kadar bekledikten sonra işlemeye alındığı gözlemlenmiştir. Hücrelere geri dönüşü engellemek amacıyla fonksiyonel alan kurulmasına ihtiyaç vardır. Buna göre üç hücreye ek olarak, istisnai operasyonlar için fabrikada bulunan makinaların konulacağı fonksiyonel bir alan oluşturulmasına karar verilmiş ve böylece fabrikada melez yerleşim sistemi planlanmıştır. Hücre tasarımı çalışması, Şekil 4.13 ve Şekil 4.14’de özetlenmiştir. Ayrıca algoritma çalışmasına dâhil edilmeyen kavisli parçaların işlenmesi için, fabrikada bir Kavis Hücresi oluşturulmuştur. Bu durumda, Hücre 1 için 2 adet Delik Delme makinası (1330-1331) ve Hücre 2 için 2 adet Tek Kenar makinası (1231) alınması gerekmektedir. Mevcut Tek Kenar makinası (1231) ise fonksiyonel alana yerleştirilmiştir. Makina etkinliği göz önünde bulundurularak yeni makina sayısını mümkün olan en az sayıda tutmak için parça işlemlerinde bazı tekrarlı hareketlere izin verilmektedir.



Şekil 4.13 : Hücre öncesi durum.



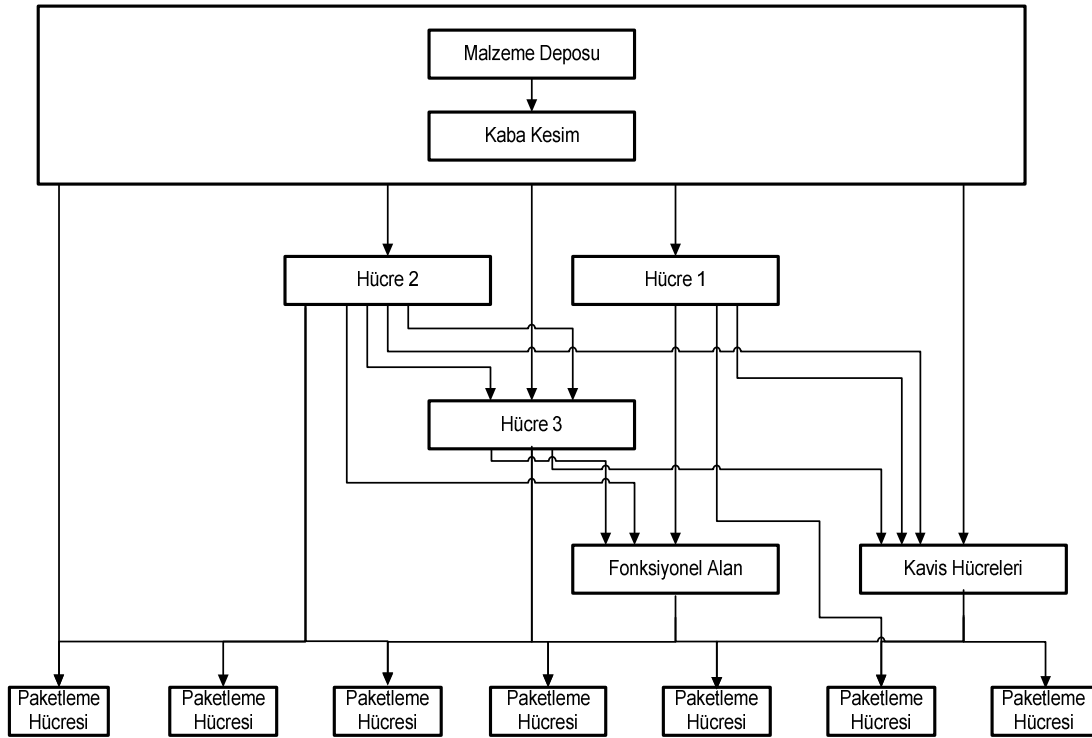
Şekil 4.14 : Hücre sonrası durum.

Tüm senaryoların ek makina sayısı ve parçaların bağıl taleplerine göre Hücre 1 ve Hücre 2'ye geri dönüş sayılarını karşılaştırdığımızda elde edilen sonuç, Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.18 : Senaryo karşılaştırma tablosu.

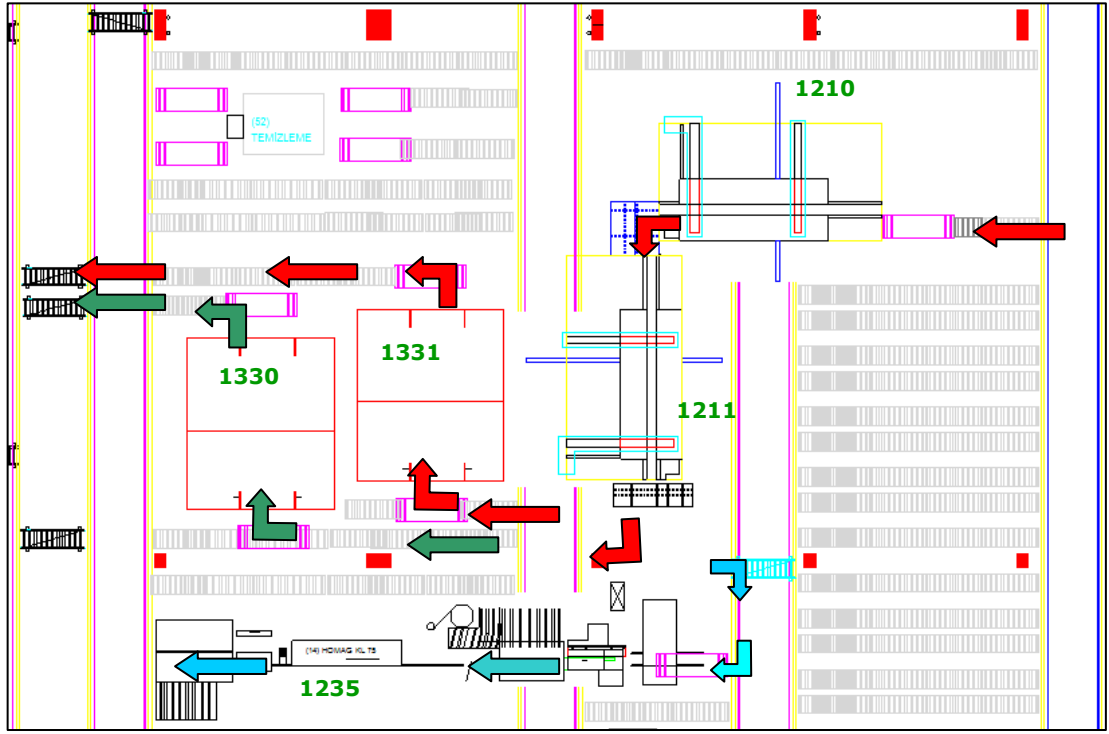
	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	Senaryo 4
Ek Makina Sayısı	16	22	3	4
Hücreye Ortalama Günlük Geri Dönüş Sayısı	0	0	471	0
Senaryo 1: Bir hücre kurulması planlanan durum Senaryo 2: İki hücre kurulması planlanan durum Senaryo 3: Üç hücre kurulması planlanan durum Senaryo 4: Üç hücre ve bir fonksiyonel alan kurulması planlanan durum				

Hücresel üretim için spagetti diyagramı Şekil 4.15'deki gibidir.

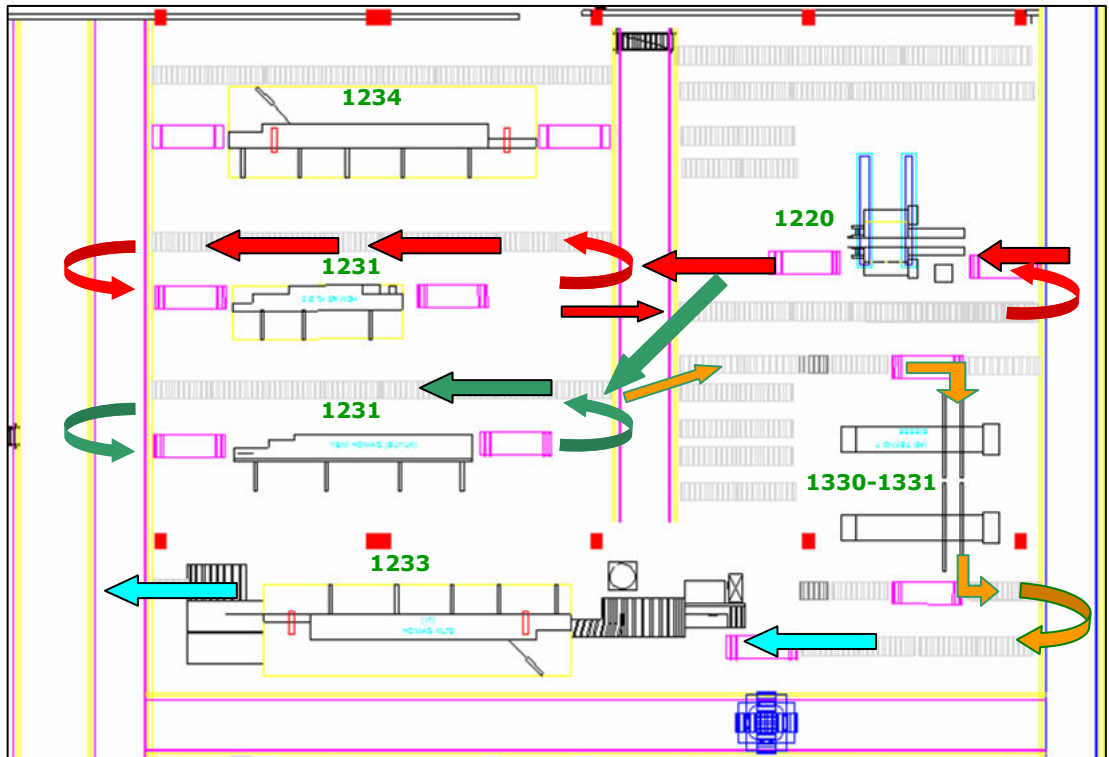


Şekil 4.15 : Mobilya üretimi hücresel yerleşim sonrası spagetti diyagramı.

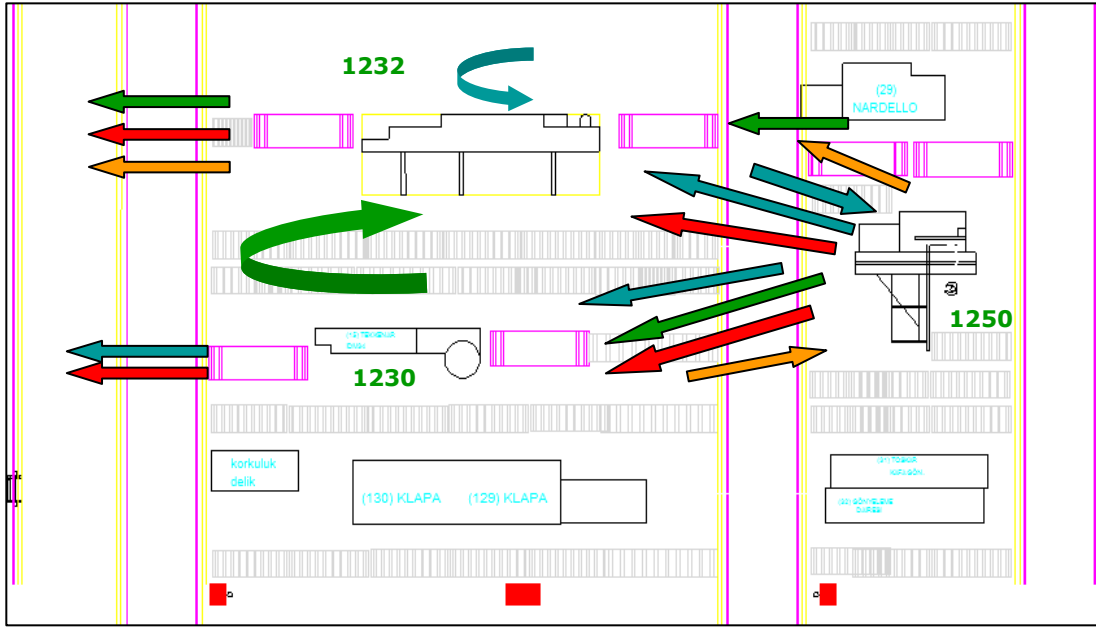
Planlanan son duruma uygun olarak Hücre 1, Hücre 2 ve Hücre 3 için iş akışları Şekil 4.16, Şekil 4.17 ve Şekil 4.18'de verilmiştir. Kavis hücresi iş akışı, Şekil 4.19'da verilmiştir.



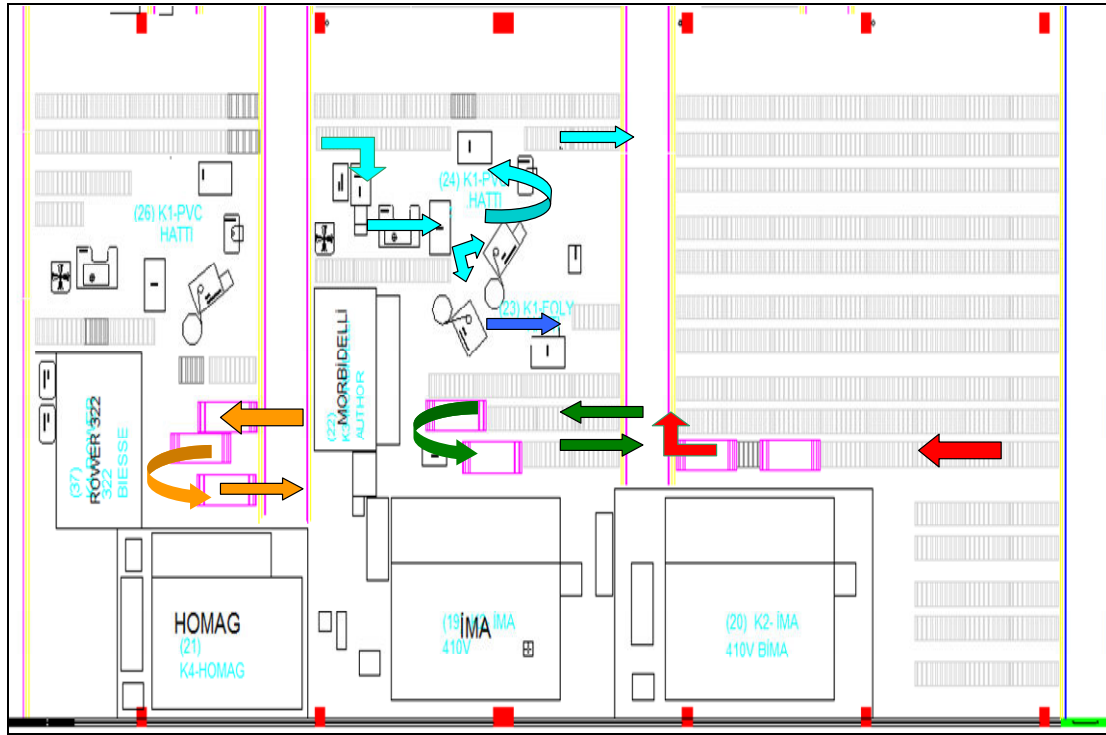
Şekil 4.16 : Senaryo 4-Hücre 1 iş akışı diyagramı.



Şekil 4.17 : Senaryo 4-Hücre 2 iş akışı diyagramı.

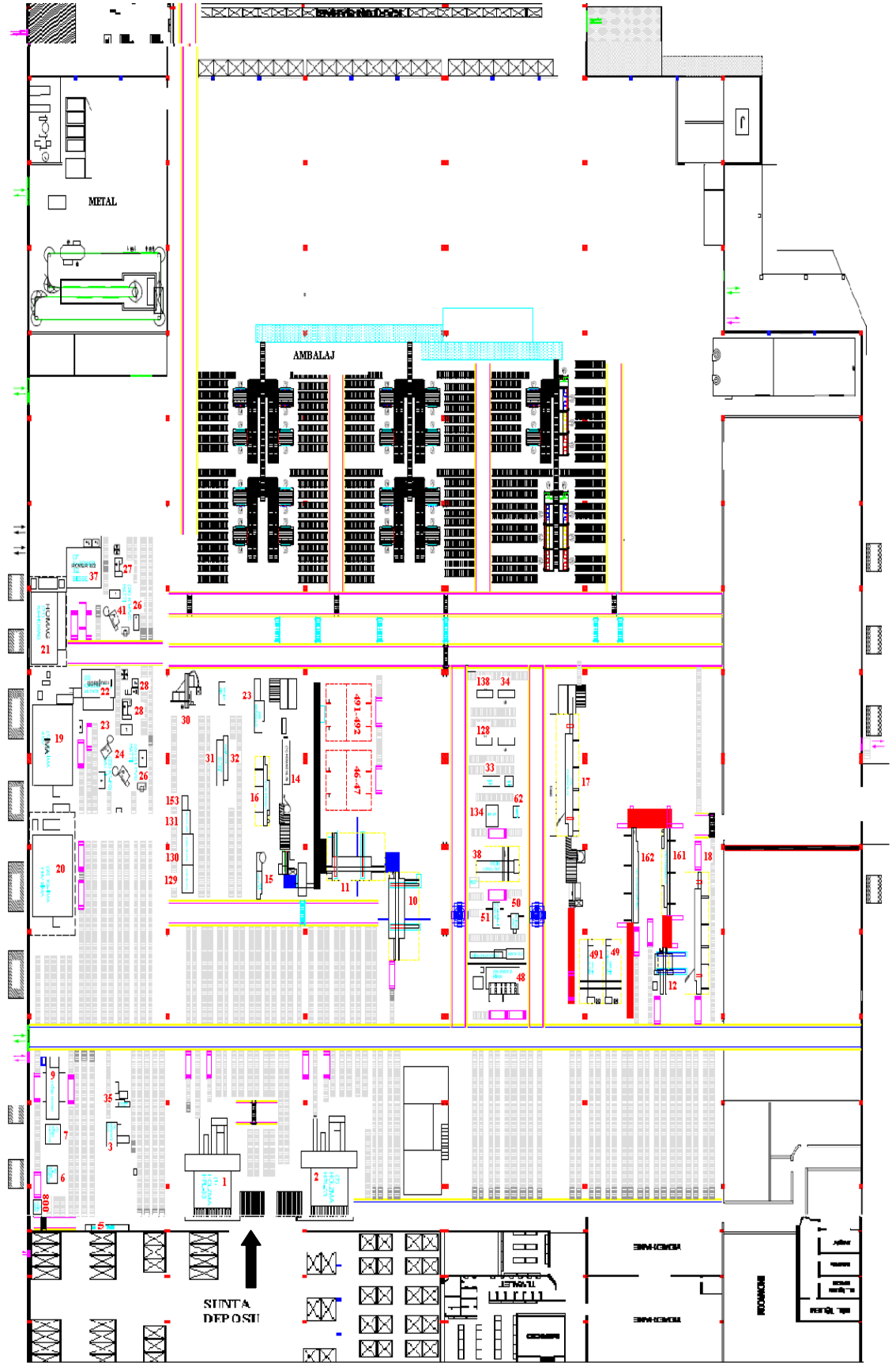


Şekil 4.18 : Senaryo 4-Hücre 3 iş akışı diyagramı.



Şekil 4.19 : Senaryo 4-Kavis hücresi iş akışı diyagramı.

Hücresel üretim sonrasında planlanan fabrika yeni yerleşim planı, Şekil 4.20’de verildiği gibidir.



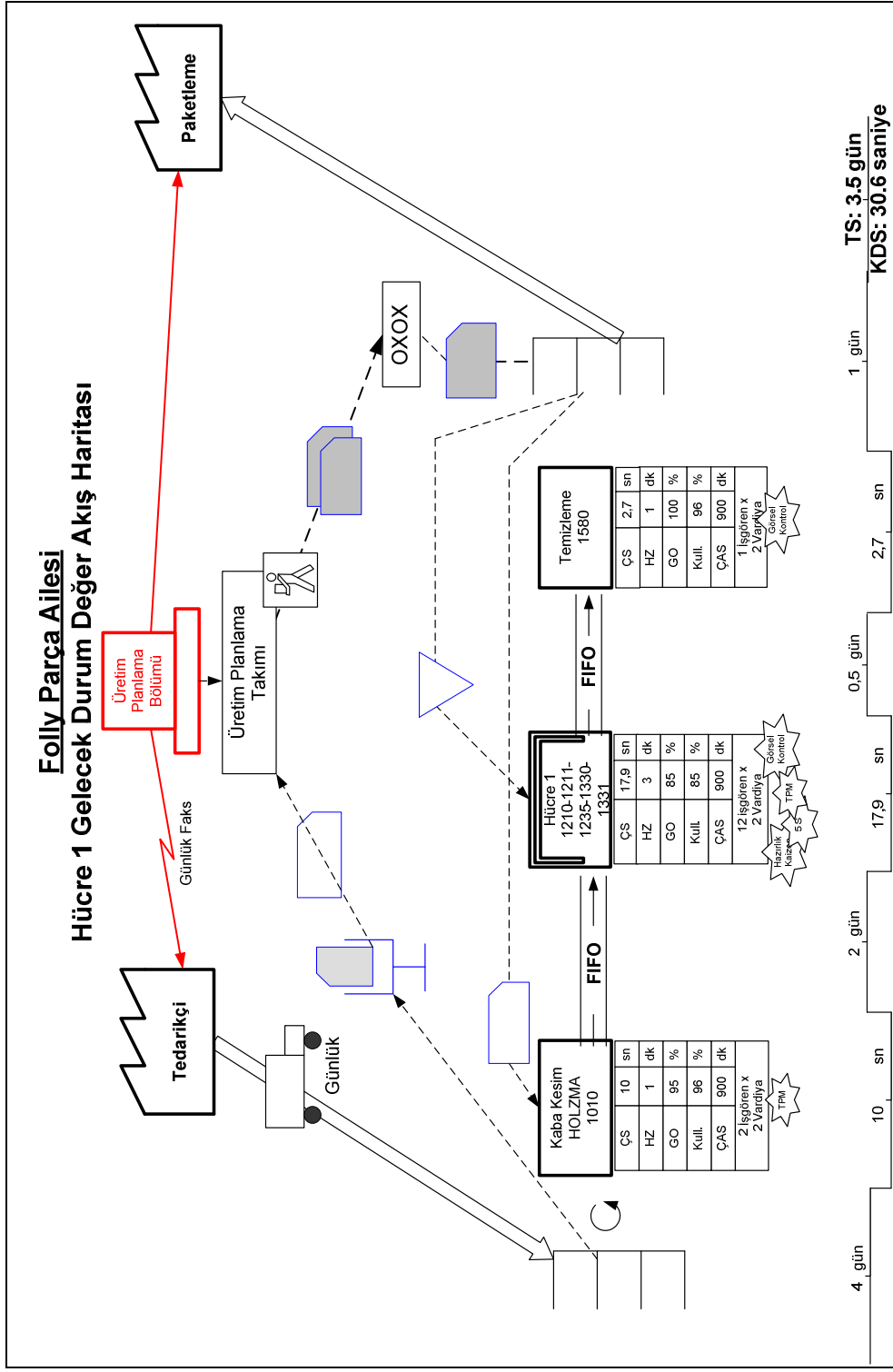
Şekil 4.20 : Hüresel üretim sonrası planlanan fabrika yerleşim planı.

Planlanan Sistemin Görselleştirilmesi (FR154-DP154): Yalın çalışma grubu ve üst yönetimin ortak toplantıları sonucunda yatırım yapılmaksızın bir hücre kurulmasının mevcut sistemde bir fark yaratmayacağı ve darboğazları yok etmeyeceği konusunda fikir birliğine varılarak, Senaryo 4'ün uygulanması düşünülmüş ve planlanan sistem Şekil 4.21'de görselleştirilmiştir. Bu duruma göre fabrikadaki yerleşim tekrar düzenlenerek, mevcut itme sistemine göre sistemin işleyişindeki iyileşmeler değerlendirilmeye çalışılmıştır. Uygulamanın diğer kısımları için gelen müşteri siparişlerinin %60'ının işlendiği Hücre 1'in pilot bölge olarak ele alınması düşünülmüştü. Buna göre Hücre 1'de üretilen parça ailesi için ortalama aylık sipariş miktarı 187200 adet olarak tespit edilmişti. Hücre 1 için ele alınan parça ailesi çeşitliliği sayısı 30'dur. Tek istif akışı planlanmış ve ilk etapta istifleme kolaylığı açısından parti miktarının 85 adet olması kararlaştırılmıştır.

Değer akış haritasının çizilmesi süreci bize mevcut sistemi iyileştirme çalışması için kullanabileceğimiz yalın metrikleri belirlememiz konusunda yardımcı olmaktadır. Temel bazı yalın metrikler aşağıda sıralanmıştır:

- Milyonda hatalı parça sayısı
- İlk seferde doğruyu yapabilme
- Zamanında teslimat
- Güvenirlilik oranı
- Temin süresi
- Envanter dönüş hızı
- Süreç içi stok miktarı
- Çevrim süresi
- Toplam donanım etkinliği, vb.

Bu temel yalın metrikler listesini gözden geçirdikten sonra bunlar içerisinde bizi hedefimize ulaştıracak öncelikli bazı metrikler üzerinde yoğunlaşılmasına karar verilmiştir.



Şekil 4.21 : Senaryo 4-Hücre 1 gelecek durum değer akış haritası.

Bu duruma göre uygulamaların başından itibaren pilot hücre olan Hücre 1 için mevcut durum ve gelecek durum çalışmalarını bir kere daha özetlersek (Çizelge 4.19);

- Mevcut durum, itme sistemine göre çalışılan ve imalat temin süresi 7.5 gün olan durumdur.
- Gelecek durum, gelecek durum değer akış haritasında da belirtildiği gibi çekme sisteminin uygulandığı ve imalat temin süresinin 3.5 güne düştüğü durumdur.

Çizelge 4.19 : Mevcut durum-gelecek durum yalınlık karşılaştırma tablosu.

	Mevcut Durum	Gelecek Durum
Temin Süresi	7.5	3.5
Yalınlık Oranı *	% 0.008	% 0.02

*Yalınlık Oranı= Katma Değerli Süre / Temin Süresi

Üretimi Destekleyen Sistemlerde Performansın Artırılması (FR155-DP155): Geliştirilen metodolojideki uygulama adımlarına uygun olarak, fabrikada üretimi destekleyen sistemlerde performansı geliştirmek amacıyla “Yalın Ofis” çalışmaları başlatılmış, pilot uygulama için Tedarik Zinciri bölümü seçilmiş, süreç akış şemaları çıkarılmış ve israf kaynakları belirlenerek yeni durum planlamasına geçilmiştir.

Yalın ofis çalışmalarındaki temel amaç, ofislerde katma değeri olmayan faaliyetleri yok ederek müşteri beklentilerini daha yakından karşılamaktır. Bunun için izlenecek yol;

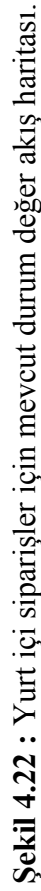
- Süreci görselleştirmek
- Sorunları işaretlemek
- Yalın dönüşümü gerçekleştirmektir.

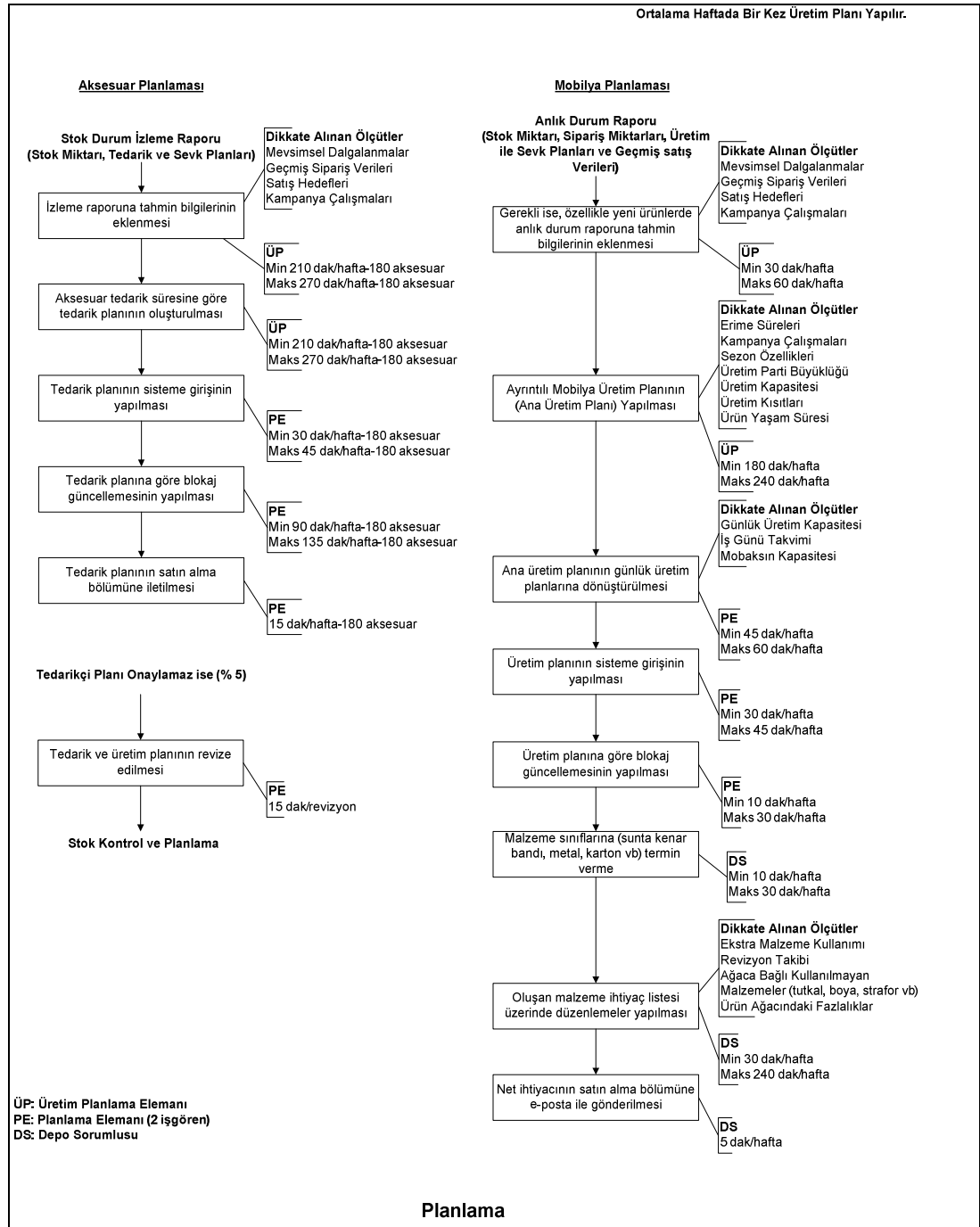
İmalat sistemlerinde malzeme akışı varken, ofislerde bilgi (enformasyon) akışı söz konusudur. Çizelge 4.20’de Tedarik Zinciri bölümündeki yalın ofis çalışmaları kapsamında şuana kadar gerçekleşen çalışmalar ile yapılması planlananlar listelenmiştir.

Çizelge 4.20 : Tedarik zinciri bölümü yalın ofis çalışma içeriği tablosu.

YALIN OFİS PROJESİ	
Gerçekleşenler/Başlananlar	Yapılması Planlananlar
Tedarik Zinciri Birimi Yalın Ofis Eğitimleri (İsraflar-Yalın Düşünce-Süreç Metrikleri-5S ve Görsel Yönetim-Takım Çalışması-Kaizen-Değer Akışı)	Üretim ve Planlama Takımının Gelecek Durum Değer Akış Haritasının Oluşturulması
Yurt İçi ve Yurt Dışı Siparişler İçin Değer Akış Haritasının Oluşturulması	Gelecek Durum Haritasında Saptanan Kaizen Çalışmalarının Uygulamaya Alınması
Süreç (Termin Doğrulama ve Onay-Kontrol ve Onay-Planlama-İhtiyaçların Tedarik Edilmesi-Nakliye-İrsaliye ve Faturalama-Malzeme Kontrolü-İmalat ve Kontrol-Aksesuar Kalite Kontrol) Akış Şemalarının Çıkarılması	Süreç (Tedarikçilerden Gelen Hatalı/Kusurlu/Red Ürünleri-İade) Akış Şemalarının Çıkarılması
Sipariş Yönetimi ile Üretim ve Tedarik Planlama Takımlarının Kurulması	Üretim ve Planlama Takımı için Hoshin Kanri Çalışmasının Yapılması
Üretim ve Tedarik Planlama Takımının Mevcut Durum Değer Akış Haritasının Oluşturulması	Sipariş Yönetimi Takımı İçin Yalın Ofis Çalışmalarının Yapılması
Üretim ve Tedarik Planlamaya ait Süreçler için Genchi-Genbutsu (Yerinde İnceleme) Çalışması	Tedarik Zinciri Birimi Dışındaki AR-GE, Pazarlama gibi Birimlere Yalın Ofis Çalışmalarının Yaygınlaştırılması
Üretim ve Tedarik Planlama Takımının Ofis Yerleşim Düzenlemesi	
Üretim ve Tedarik Planlama Takımının Misyonu (Var Oluş Nedeni) ile İş Tanımının Yapılması	

Şekil 4.22’de Yurt içi siparişler için mevcut durum değer akış haritası çizilmiştir. Tedarik zinciri bölümü için süreç akış şemaları çıkarılmış (Şekil 4.23) ve buradan çıkarılan sonuçlara göre yeni takımlar ve süreçler planlanmıştır.





Şekil 4.23 : Tedarik zinciri planlama süreç akış şeması örneği.

Yurt içi siparişler için mevcut durum haritasından ilk aşamada çıkarılan sonuçlar:

- “Termin Doğrulama ve Onaylama” sürecinin ortadan kaldırılarak sipariş sürecinin sadeleştirilmesi
- Sipariş sürecinin performansını artırmak amacıyla süreç boyunca çalışacak “Sipariş Yönetimi” ve “Üretim ve Tedarik Planlama” takımlarının kurulması ve yalın takım gibi çalışmalarının sağlanmasıdır.

Bu durumda tedarik zinciri bölümünde oluşturulması planlanan iki yalın takımın yapacağı işler aşağıda listelenmiştir.

Sipariş Yönetimi Takımı:

Yapacağı İşler

- Yurt içi ürün siparişlerinin yönetimi
- Yurt dışı (ihracat müşterileri) ürün siparişlerinin yönetimi
- Bayi talebi ve pazarlamadan gelen promosyon malzeme siparişlerinin yönetimi
- Personel vb. gelen perakende siparişlerin yönetimi
- Halkla ilişkiler ürün taleplerinin yönetimi
- Mimarlar ve bayilerden gelen özel bayilik ürünlerin sipariş yönetimi
- Pazarlamadan gelen fuar/teşhir vb. taleplerinin yönetimi
- Bayi cari hesap kontrollerinin yapılması
- Yurt içi ve yurt dışı nakliyenin yapılması
- Satış sonrası parça siparişlerinin yönetimi

Üretim ve Tedarik Planlama Takımı:

Yapacağı İşler

- Mobilya üretim planlamasının yapılması
- Aksesuar tedarik planlamasının yapılması
- Malzeme ihtiyaç planlaması
- Malzeme tedarikinin yapılması
- Malzeme nakliyesinin yapılması
- Planların sisteme tanıtılması
- Üretim çizelgelerinin oluşturulması
- Malzeme deposunun yönetimi

Kurulacak takımları yalın takım haline getirme aşamalarında planlanan adımlar şunlardır:

- Ofis yerleşim düzenlemesi
- Ofis görsel pano sisteminin tasarımı
- Yan yana getirilen beyaz yakalıların takım haline getirme çalışmaları:
 - Takımın var oluş nedenini (misyonunu) saptama
 - Takımın iş tanımının yapılması
 - Takım fonksiyonlarının ve iş akış şemalarının, takım çalışmasına yönelik yeniden güncellenmesi
 - Takım kızaran elmasının düzenlenmesi
 - Takım eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesi
 - Takım hedeflerinin belirlenmesi
 - Takım aksiyon planlama sistematığının öğretilmesi
 - Hoshin Karni (Hedeflerle yönetim)
 - A3 ve DÖF uygulamaları

Üretim ve tedarik planlama takımı için yurt içi siparişler mevcut durum değer akış haritası örneği Şekil 4.24’de çizilmiştir.

Geliştirilmesi Gerekli Parametrelerin Belirlenmesi (FR156-DP156): Geliştirilen metodolojiye uygun olarak geliştirilmesi gerekli diğer parametreler belirlenmekte ve bu parametreler üzerine ofislerde ve üretimde Kaizen prosedürleri uygulanmaktadır. Buna göre, ofislerde 5S çalışmaları, takım oluşturma çalışmaları ve süreç kaizenleri uygulanmaya başlanmıştır.

Üretimde geliştirilmesi gerekli parametreler belirlenmeye çalışılmaktadır. İlk olarak kullanılabilirlik oranı ele alınmıştır. Kullanılabilirlik oranı, gerçek işleme süresi ile çalışma süresi arasındaki matematiksel bir ilişkidir. Gerçek işleme süresi, kullanılabilir üretim zamanından kayıpların çıkarılması ile bulunur. Bu kayıplar;

- Kalıp değişimi ve hazırlıklar
- Beklemeler
- Bozulmalar, vb.

Kullanılabilirlik oranı Hücre 1’de bulunacak makinalar için hesaplandığında;

Enleme (Homag 1) : %94

Boylama (Homag 2) : %94

Tek Kenar: %73

Delik Delme : %77 olarak bulunur.

Bu oranlar hesaplanırken Hücre 1’de üretilen folyo parça ailesinin dengeli çizelgeyle üretildiği varsayımı yapılarak, günde ortalama 30 kez hazırlık gerektiği düşünülmüştür. “Tek Kenar” ve “Delik Delme” makinalarında hazırlık sürelerinin oldukça uzun olması sebebiyle kullanılabilirlik oranı düşük bulunmuştur. Özellikle bu makinalarda hazırlık sürelerinin düşürülmesi ile ilgili bir çalışma yapılması gerekmektedir.

Hücre 1’in genel olarak “kullanılabilirlik oranı” hesaplanmak istenildiğinde (4.3)’de görüldüğü üzere %65 olarak bulunmaktadır.

$$Kullanilabilirlik\ Orani = \frac{Gercek\ Isleme\ Süresi}{Mevcut\ Calisma\ Süresi} = .94 * .94 * .73 = 0.65 \quad (4.3)$$

Mevcut durum değer akış haritasına bakılarak kapasite hesabı yapmak için değer akışı içerisindeki en yavaş süreç olan Tek Kenar kaplama (6.3 sn) süreci esas alınır. Buna göre, kapasite (4.4)'de görüldüğü gibi hesaplandığında, 8571 adet parça olduğu bulunmaktadır.

$$Kapasite = \frac{Mevcut Calisma Suresi}{En Yavas Operasyon Cevrim Suresi} = 8571 parca \quad (4.4)$$

Hücre 1'in kullanılabilirlik oranı %65 olduğundan gerçek kapasite tekrar hesaplanırsa (4.5)'de görüldüğü üzere 5571 adet parça bulunmaktadır.

$$Kapasite = 8571 * .65 = 5571 parca \quad (4.5)$$

Görülüyor ki gerçek kapasite istenilen 7200 adetlik günlük talebi karşılamaya yetmemektedir. Bu sebeple, makinalardaki hazırlık sürelerinin 3 dakikanın altına düşürülebilmesi için SMED çalışmaları yapılmalıdır. Talebin daha yüksek olduğu dönemlerde bu durum müşteriye teslimatta aşırı gecikmelere ve hatta müşteri kayıplarına sebep olacaktır. Müşteri talebinin değiştiği durumlarda bu talebi karşılayabilmek için tampon stok ve fabrika içi kısıtlar veya verimsizlikler sebebiyle talebin karşılanamaması durumuna karşı da güvenlik stoku kullanılabilir. Bu çözümün yalın felsefe mantığı ile çeliştiğini göz ardı etmemek gerekir. Geliştirilmesi gereken diğer parametreler için bazı iyileştirme metotlarının uygulanması olumlu neticeler doğuracaktır. Bunlardan bazıları;

- 5S uygulaması
- Metot analizi ve Standart iş
- Hızlı kalıp değiştirme (İng: Single Minute Exchange of Die, SMED) ve hazırlık sürelerinin düşürülmesi
- Toplam üretken bakım'dır.

Takt süresini karşılayabilmek için değer akışı içerisinde iş elemanlarının dağıtılması için hat dengeleme yapılmalıdır. Bunun için öncelikle mevcut durumu tekrar gözden geçirerek makinalarda çalışan operatör sayılarının belirlenmesi gereklidir. Mevcut durumda hücreye yerleştirilecek makinalara ait üretim metrikleri Çizelge 4.21'de verilmiştir.

Çizelge 4.21 : Hücree 1 mevcut durum üretim metrikleri.

	Enleme 1210	Boylama 1211	Tek Kenar 1235	Delik Delme 1330-1331
Çevrim Süresi	3.5 s	3 s	6.3 s	5.7 s
Hazırlık Süresi	1.9 dk	1.9 dk	8 dk	7 dk
Kullanılabilirlik Oranı	%94	%94	%73	%77
İşgören Sayısı	3	3	3	3
Çalışma Süresi	900 dk	900 dk	900 dk	900 dk

Takt süresini karşılayabilecek operatör sayısını belirleyebilmek için tüm süreçler değerlendirildiğinde Kaba Kesim, Temizleme Makinası ve Montaj+Ambalaj'ın diğer hücreler tarafından da paylaşıldığı düşünülürse, bu operasyonlar için ayrı ayrı operatör atamak gerekli olacaktır. Bu durumda, Enleme ve Boylama makinaları küçük bir hücre gibi birleştirilebilir. Bu durumda süreç için 1 vardiyada, 3 operatör görevlendirilmesi; Enleme+Boylama için ve Tek Kenar, Delik Delme için 3'er operatör görevlendirilmesi ve dolayısıyla hücrede toplam 12 operatörün çalışması uygun bulunmuştur.

Kullanılabilirlik oranı Hücree 1'deki makinalar için yeniden hesaplandığında;

Enleme-Boylama (Homag 1, Homag2) : %94

Tek Kenar: % 90

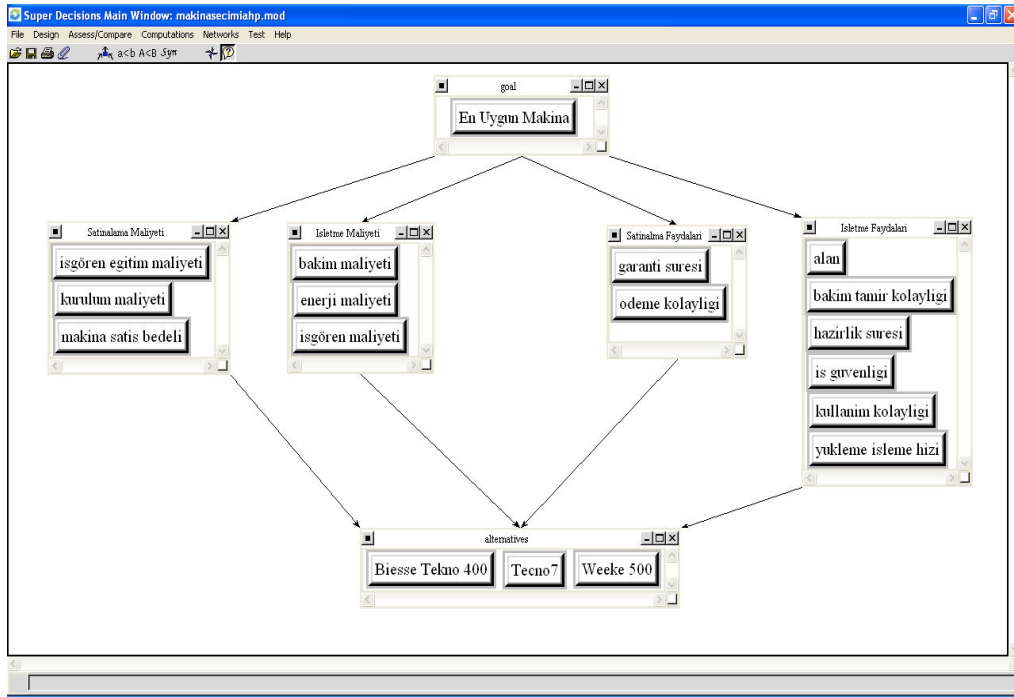
Delik Delme :~% 90 olarak bulunur.

Hücree 1 için kullanılabilirlik oranı ($=0.94 \times 0.90$) hesaplanmak istenildiğinde %85 olduğu bulunmaktadır.

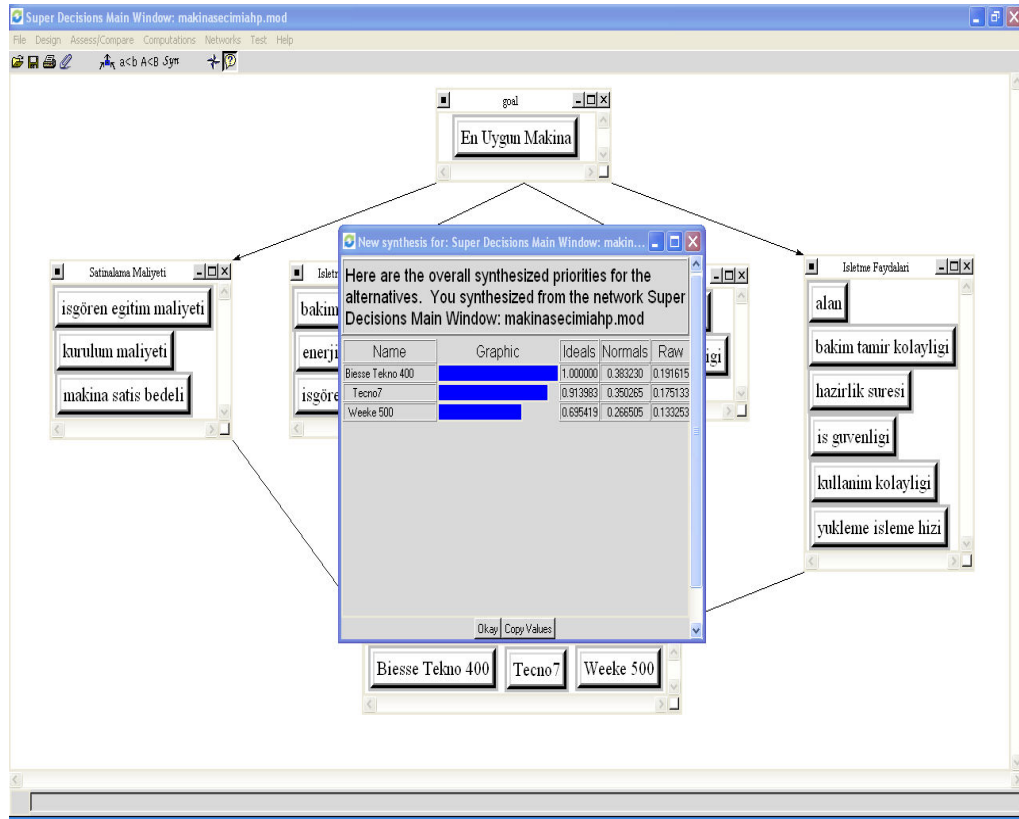
Gelecek durum değer akış haritasına bakılarak kapasite hesabı yapmak için değer akışı içerisindeki en yavaş süreç olan Tek Kenar kaplama (6.3 sn) süreci esas alınır. Buna göre, Hücree 1'in kullanılabilirlik oranı %85 olduğundan, gerçek kapasite tekrar hesaplanırsa ($Kapasite = 8571 \times 0.85$) 7285 adet olarak bulunur. Görülüyor ki gerçek kapasite istenilen 7200 adetlik günlük talebi karşılamaya yetmektedir.

Kalan Sıkıntı Yaratan Darboğazların Yok Edilmesi (FR157-DP157): Ofislerde ele alınan süreçler incelendiğinde yeni bir yazılım ihtiyacının olmadığına, bunun yanı sıra mevcut yazılımlarda değişen süreç adımlarına uygun olarak bir takım geliştirmeler yapılması gerektiğine karar verilmiştir.

Üretimde dar boğaz makinalardaki sıkışıklığı gidermek amacıyla, parça işleme rotalarını revize ederek alternatif makinaları kullanmak, hücresel üretimde küçük partilerle akışı sağlayarak temin süresini kısaltmak, küçük ve ürün gruplarına odaklanmış hücreler kurarak hücrelerin yönetimini kolaylaştırmak, yeni makina alımı ile sistemi rahatlatmak ve müşteri talebinin karşılanmasındaki gecikmelerden kaynaklanan müşteri kayıplarından ve ayrıca süreçteki stoklardan (elde bulundurma) kaynaklanacak maliyetlerden kurtulmak hedeflenmiştir. Sonuç olarak, Hücre 1 için 2 adet Delik Delme makinası ve Hücre 2 için 2 adet Tek Kenar makinası alınması planlanmıştır. Yeni makina alımında seçim kararı için aksiyomlarla tasarım modeline uygun olarak geliştirilen “Yalın Düşünce Esaslı Yatırım Planlama Algoritması” izlenerek çok ölçütlü makina seçim prosedürünün uygulanması gerekmektedir. Bu amaçla 3 alternatif makina arasından (Beisse Tekno NC 400, Tecno 7, Weeke 500) Bölüm 3.3.3’de tasarlanan AHP modelinin kullanılarak Super Decisions alpha-1.5.2 programında makina seçimi yapılmıştır. AHP modeli uygulaması Şekil 4.25, Şekil 4.26 ve Çizelge 4.22’de verilmiştir. Bu uygulamada, yatırım kararı verilmesi durumunda, makinaların ikinci el olarak alınmasına üst yönetim tarafından karar verilmiştir. AHP analizi sonucunda Hücre 1 için 2 adet BIESSE TEKNO NC 400 delik delme makinalarının ve Hücre 2 için HOMAG KAL 210, HOMAG KAL 310 tek kenar makinalarının seçilmesine karar verilmiştir.



Şekil 4.25 : Super Decisions programında hazırlanan AHP modeli ekranı.



Şekil 4.26 : Super Decisions programında AHP modeli uygulama sonucu ekranı.

Çizelge 4.22 : Alternatif makinalar için Super Decisions yazılımı sonuçları.

Graphic	Alternatives	Total	Normal	Ideal	Ranking
	Biesse Tekno 400	0.1916	0.3832	1.0000	1
	Tecno7	0.1751	0.3503	0.9140	2
	Weeke 500	0.1333	0.2665	0.6954	3

Yatırımlı Sistemin Görselleştirilmesi (FR158-DP158): Yatırım yapılması planlanan makinalar değerlendirildiğinde tüm sistemde fark oluşmakta fakat, uygulama yapılan Hücre 1’de yatırım yapılması planlanan makinalardan sonra gelecek durum değer akış haritasında bir fark olmadığından, harita tekrar çizilmemiştir.

Yatırımlı Sistemin Performansının Değerlendirilmesi (FR159-DP159): Geliştirilen metodolojide son olarak sistem performansını değerlendirmek için gelecek durum değer akış haritasında gelişen performans ölçüleri belirlenmiştir. Daha sonra maliyet tasarrufunu hesaplamak amacıyla, temin süresine dayalı maliyet analizi yapılmıştır. Maliyet hesaplarında pratiklik için bağlı talep miktarları esas alınmıştır. Alınması planlanan makinaların (2 adet Delik Delme Makinası (1330-1331)) satınalma maliyeti toplam 120000 TL’dir ve yatırım maliyetleri Çizelge 4.23’de sıralanmıştır.

Parti miktarının 85 adet parça olduğu göz önünde bulundurularak hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4.23 : Üretim ortamından toplanan maliyet verileri listesi.

Dolaysız İşçilik Gideri (TL/saat)	2
İşçilik fabrika genel gideri oranı	60%
Ek Makina yatırım maliyeti (TL)	120000
Ek Makina bakım maliyeti (TL/yıl)	10000
Ek Makina kurulum maliyeti (TL)	20000
Ek Makina işgören eğitimi maliyeti (TL)	2000
Ek Makina enerji maliyeti (TL/yıl)	12000
Ekonomik Ömrü (yıl)	10
Hurda değeri (TL)	0
Ek Makina fabrika genel gideri oranı	10%
İç verim oranı (%/yıl)	20%
Depolama oranı (%/yıl)	10%
Makinanın günlük çalışma süresi (x2 vardiya)	15 saat (15*312=4680 saat/yıl)
Mevcut durumda işgörenin saatlik maliyeti (TL) :15 kişi	140.63
Gelecek durumda işgörenin saatlik maliyeti(TL): 18 kişi	168.75
Ek makinanın düzgün yıllık maliyeti (TL)	55870
Ek makinanın saatlik maliyeti (TL)	13.13
Ek makina-İşgören sisteminin saatlik maliyeti (TL)	181.88

Mevcut durum maliyet analizi yapıldığında değer akış maliyetinin 7.5 gün imalat temin süresi için 12209 TL olduğu, gelecek durum maliyet analizinde 3.5 gün imalat temin süresi ve 2 adet Delik Delme makinası alımının göz önünde bulundurulduğu durum için ise 12124 TL olduğu bulunmuştur. Maliyet analizleri Çizelge 4.24 ve Çizelge 4.25’de verilmiştir. Bu durumda, Senaryo 4’ün uygulanmasına ve makina yatırımı yapılarak sistemin yeniden düzenlenmesine karar verilmiş ve uygulamaya geçilmiştir.

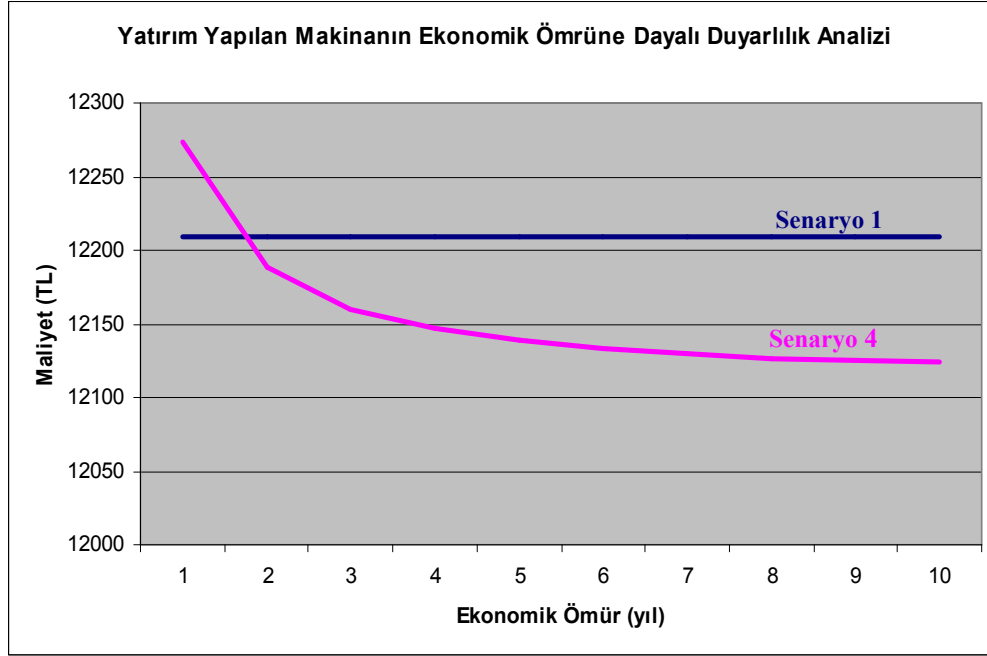
Çizelge 4.24 : Hücre 1’de üretilmesi planlanan parça grupları için hücresel yerleşim öncesi durum maliyet analizi tablosu.

Parça	Partideki parça adedi	Parça başına hammadde maliyeti (Cm, TL)	İmalat temin süresi (İ, gün)	Parça işleme süresi (To, sn)	Parti işleme süresi (sn)	Makina hazırlık süresinin toplamı (Tsu, dak)	Partinin makineda işleme+hazırlık süresinin toplamı (Tp, saat)	Makina-ışgören sisteminin maliyeti (TL/saat)	İş verim oranı (v)	Depolama oranı (s)	Parti işleme maliyeti (C1)	Günlük talep (D, adet)	Parti sayısı	Günlük makina hazırlık sayısı	Elde bulundurma maliyeti (h, günlük)	Birim taşıma maliyeti (t, TL/m)	Taşıma mesafesi (İ, m)	Taşıma frekansı (f)	Parti başına elde bulundurma maliyeti (TL)	Parti hammadde+işlem maliyeti (TL)	Günlük talebe göre toplam işlem maliyeti (TL)	Süreç içi stok maliyeti (SM, TL)	Taşıma Maliyeti (TS, TL)	Toplam Maliyet (TL)	Genel Toplam (TL)
A1	85,00	15,00	7,50	6,50	552,50	3,80	0,22	140,63	0,20	0,10	30,49	364	4,3	4	0,0008	0,01	45	4	7,95	1305,49	5590,56	255,45	1,93	5847,94	12209
A2	85,00	7,50	7,50	12,20	1037,00	10,80	0,47	140,63	0,20	0,10	65,82	138	1,6	2	0,0008	0,01	125	2	4,13	703,32	1141,86	50,32	2,03	1194,21	
A4	85,00	15,00	7,50	12,20	1037,00	10,80	0,47	140,63	0,20	0,10	65,82	118	1,4	1	0,0008	0,01	125	1	8,06	1340,82	1861,37	83,94	1,74	1947,05	
A5	85,00	7,50	7,50	12,20	1037,00	10,80	0,47	140,63	0,20	0,10	65,82	87	1,0	1	0,0008	0,01	125	1	4,13	703,32	719,87	31,72	1,28	752,87	
A7	85,00	2,50	7,50	3,00	295,00	1,90	0,10	140,63	0,20	0,10	14,41	53	0,6	1	0,0008	0,01	45	1	1,35	226,91	141,49	6,33	0,28	148,10	
A8	85,00	3,75	7,50	12,80	1088,00	11,80	0,50	140,63	0,20	0,10	70,16	45	0,5	1	0,0008	0,01	85	1	2,18	388,91	205,89	8,66	0,45	215,00	
A9	85,00	2,50	7,50	12,20	1037,00	10,80	0,47	140,63	0,20	0,10	65,82	41	0,5	1	0,0008	0,01	125	1	1,51	278,32	134,25	5,47	1,25	140,97	
A10	85,00	5,00	7,50	12,20	1037,00	10,80	0,47	140,63	0,20	0,10	65,82	33	0,4	1	0,0008	0,01	125	1	2,82	490,82	190,55	8,22	1,25	200,02	
A14	85,00	5,00	7,50	12,80	1088,00	9,80	0,47	140,63	0,20	0,10	65,47	23	0,3	1	0,0008	0,01	75	1	2,82	490,47	132,72	5,73	0,75	139,19	
A15	85,00	2,50	7,50	3,00	255,00	1,90	0,10	140,63	0,20	0,10	14,41	22	0,3	1	0,0008	0,01	45	1	1,35	226,91	58,73	2,63	0,45	61,81	
A18	85,00	2,50	7,50	12,80	1088,00	11,80	0,50	140,63	0,20	0,10	70,16	19	0,2	1	0,0008	0,01	85	1	1,53	282,86	63,18	2,56	0,85	66,59	
A19	85,00	6,00	7,50	17,90	1521,50	17,80	0,72	140,63	0,20	0,10	101,15	19	0,2	1	0,0008	0,01	125	1	3,46	611,15	136,61	5,79	1,25	143,65	
A20	85,00	2,00	7,50	16,50	1572,50	18,80	0,75	140,63	0,20	0,10	105,49	18	0,2	1	0,0008	0,01	115	1	1,37	275,49	58,34	2,18	1,15	61,67	
A21	85,00	6,00	7,50	19,10	1623,50	17,80	0,75	140,63	0,20	0,10	105,14	17	0,2	1	0,0008	0,01	115	1	3,47	615,14	123,03	5,20	1,15	129,38	
A26	85,00	1,00	7,50	19,10	1623,50	17,80	0,75	140,63	0,20	0,10	105,14	14	0,2	1	0,0008	0,01	115	1	0,85	190,14	31,32	1,05	1,15	33,51	
A28	85,00	15,00	7,50	18,50	1572,50	18,80	0,75	140,63	0,20	0,10	105,49	14	0,2	1	0,0008	0,01	115	1	8,18	1380,49	227,37	10,11	1,15	238,64	
A29	85,00	30,00	7,50	19,10	1623,50	17,80	0,75	140,63	0,20	0,10	105,14	13	0,2	1	0,0008	0,01	115	1	16,04	2655,14	406,08	18,40	1,15	425,63	
A30	85,00	1,00	7,50	31,70	2694,50	26,80	1,20	140,63	0,20	0,10	168,07	13	0,2	1	0,0008	0,01	155	1	1,04	253,07	38,70	1,20	1,55	41,45	
A34	85,00	1,00	7,50	12,80	1088,00	11,80	0,50	140,63	0,20	0,10	70,16	11	0,1	1	0,0008	0,01	85	1	0,74	155,16	20,08	0,72	0,85	21,65	
A39	85,00	2,50	7,50	25,40	2159,00	15,80	0,86	140,63	0,20	0,10	121,37	10	0,1	1	0,0008	0,01	75	1	1,68	333,87	39,28	1,49	0,75	41,51	
A40	85,00	2,50	7,50	3,50	297,50	1,90	0,11	16,00	0,20	0,10	1,83	10	0,1	1	0,0008	0,01	45	1	1,32	214,33	25,22	1,16	0,45	26,83	
A41	85,00	1,00	7,50	5,70	464,50	7,00	0,25	16,00	0,20	0,10	4,02	10	0,1	1	0,0008	0,01	125	1	0,54	89,02	10,47	0,47	1,25	12,20	
A42	85,00	2,50	7,50	26,20	2397,00	24,90	1,08	16,00	0,20	0,10	17,29	10	0,1	1	0,0008	0,01	125	1	1,36	229,79	27,03	1,20	1,25	29,49	
A47	85,00	2,50	7,50	24,80	2108,00	24,80	1,00	16,00	0,20	0,10	15,96	9	0,1	1	0,0008	0,01	115	1	1,36	228,48	24,19	1,08	1,15	26,42	
A50	85,00	1,00	7,50	18,50	1572,50	18,80	0,75	16,00	0,20	0,10	12,00	9	0,1	1	0,0008	0,01	115	1	0,56	97,00	10,27	0,45	1,15	11,87	
A59	85,00	1,00	7,50	18,50	1572,50	18,80	0,75	16,00	0,20	0,10	12,00	7	0,1	1	0,0008	0,01	115	1	0,56	97,00	7,99	0,35	1,15	9,48	
A60	85,00	15,00	7,50	24,80	2108,00	24,80	1,00	16,00	0,20	0,10	15,98	7	0,1	1	0,0008	0,01	210	1	7,91	1290,98	106,32	4,88	2,10	113,30	
A66	85,00	7,50	7,50	19,10	1623,50	12,80	0,86	16,00	0,20	0,10	10,63	6	0,1	1	0,0008	0,01	45	1	3,96	646,13	45,75	2,10	0,45	48,30	
A68	85,00	6,00	7,50	18,50	1572,50	16,80	0,72	16,00	0,20	0,10	11,47	6	0,1	1	0,0008	0,01	205	1	3,18	521,47	36,81	1,88	2,05	40,54	
A69	85,00	6,00	7,50	18,50	1572,50	18,80	0,75	16,00	0,20	0,10	12,00	6	0,1	1	0,0008	0,01	115	1	3,18	522,00	36,85	1,88	1,15	39,68	

Çizelge 4.25 : Hücre 1’de üretilmesi planlanan parça grupları için hücresel yerleşim sonrası (ek makina yatırımı içeren) durum maliyet analizi tablosu.

Parça	Partideki parça adedi	Parça başına hammade maliyeti (Cm, TL)	İnalat temin süresi (L, gün)	Parça işleme süresi (T _o , sn)	Parti işleme süresi (sn)	Makina hazırlık sürelerinin toplamı (T _{su} , dak)	Partinin makineda işleme+hazırlık sürelerinin toplamı (T _p , saat)	Makina-ışgören sisteminin maliyeti (TL/saat)	İş verim oranı (v)	Depolama oranı (s)	Parti işlem maliyeti (C1)	Günlük talep (D, adet)	Parti sayısı	Günlük makina hazırlık sayısı	Elde bulundurma maliyeti oranı (h, günlük)	Brim taşıma maliyeti (t, TL/m)	Taşıma mesafesi (l, m)	Taşıma frekansı (f)	Parti başına elde bulundurma maliyeti (TL)	Parti hammade+işlem maliyeti (TL)	Günlük talebe göre toplam işlem maliyeti (TL)	Süreç içi stok maliyeti (SM, TL)	Tampon stok elde bulundurma maliyeti (TSM, TL)	Güvenlik stoku maliyeti (GSM, TL)	Taşıma maliyeti (TS, TL)	Toplam Maliyet (TL)	Genel Toplam (TL)
A1	85	15,0	3,5	6,5	552,5	3,8	0,22	181,88	0,20	0,10	39,43	364	4,3	4	0,0008	0,01	45	4	3,72	1314,43	5626,87	56,82	15,95	12,96	1,93	5716	
A2	85	7,5	3,5	12,2	1037,0	8,8	0,43	181,88	0,20	0,10	79,07	138	1,6	2	0,0008	0,01	75	2	1,95	716,57	1163,37	11,07	3,16	6,78	1,22	1186	
A4	85	15,0	3,5	12,2	1037,0	8,8	0,43	181,88	0,20	0,10	79,07	118	1,4	1	0,0008	0,01	75	1	3,78	1354,07	1879,77	18,37	5,25	13,16	1,04	1918	
A5	85	7,5	3,5	12,2	1037,0	8,8	0,43	181,88	0,20	0,10	79,07	87	1,0	1	0,0008	0,01	75	1	1,95	716,57	733,43	6,98	1,99	6,78	0,77	750	
A7	85	2,5	3,5	3,0	255,0	1,9	0,10	181,88	0,20	0,10	18,64	53	0,6	1	0,0008	0,01	45	1	0,64	231,14	144,12	1,39	0,40	2,22	0,28	148	
A8	85	3,8	3,5	12,8	1088,0	8,8	0,45	181,88	0,20	0,10	81,64	45	0,5	1	0,0008	0,01	65	1	1,03	400,39	211,97	1,92	0,55	3,60	0,34	218	
A9	85	2,5	3,5	12,2	1037,0	8,8	0,43	181,88	0,20	0,10	79,07	41	0,5	1	0,0008	0,01	75	1	0,73	291,57	140,64	1,22	0,35	2,52	0,75	145	
A10	85	5,0	3,5	12,2	1037,0	8,8	0,43	181,88	0,20	0,10	79,07	33	0,4	1	0,0008	0,01	75	1	1,34	504,07	195,70	1,82	0,52	4,85	0,75	203	
A14	85	5,0	3,5	12,8	1088,0	8,8	0,45	181,88	0,20	0,10	81,64	23	0,3	1	0,0008	0,01	65	1	1,34	506,64	137,09	1,27	0,36	4,86	0,65	144	
A15	85	2,5	3,5	3,0	255,0	1,9	0,10	181,88	0,20	0,10	18,64	22	0,3	1	0,0008	0,01	45	1	0,64	231,14	59,83	0,58	0,17	2,22	0,45	63	
A18	85	2,5	3,5	12,8	1088,0	8,8	0,45	181,88	0,20	0,10	81,64	19	0,2	1	0,0008	0,01	65	1	0,73	294,14	65,75	0,57	0,16	2,54	0,65	70	
A19	85	6,0	3,5	17,9	1521,5	13,8	0,65	181,88	0,20	0,10	118,70	19	0,2	1	0,0008	0,01	75	1	1,64	628,70	140,53	1,28	0,37	5,70	0,75	149	
A20	85	2,0	3,5	18,5	1572,5	13,8	0,67	181,88	0,20	0,10	121,28	18	0,2	1	0,0008	0,01	85	1	0,66	291,28	61,68	0,49	0,14	2,31	0,85	65	
A21	85	6,0	3,5	19,1	1623,5	13,8	0,68	181,88	0,20	0,10	123,86	17	0,2	1	0,0008	0,01	75	1	1,65	633,86	126,77	1,15	0,33	5,73	0,75	135	
A26	85	1,0	3,5	19,1	1623,5	13,8	0,68	181,88	0,20	0,10	123,86	14	0,2	1	0,0008	0,01	75	1	0,42	208,96	34,40	0,24	0,07	1,47	0,75	37	
A28	85	15,0	3,5	18,5	1572,5	13,8	0,67	181,88	0,20	0,10	121,28	14	0,2	1	0,0008	0,01	95	1	3,84	1396,28	229,98	2,21	0,63	13,37	0,95	247	
A29	85	30,0	3,5	19,1	1623,5	13,8	0,68	181,88	0,20	0,10	123,86	13	0,2	1	0,0008	0,01	75	1	7,51	2673,88	408,94	4,02	1,15	26,15	0,75	441	
A30	85	1,0	3,5	31,7	2694,5	23,8	1,15	181,88	0,20	0,10	208,28	13	0,2	1	0,0008	0,01	95	1	0,54	293,28	44,85	0,29	0,08	1,89	0,95	48	
A34	85	1,0	3,5	12,8	1088,0	8,8	0,45	181,88	0,20	0,10	81,64	11	0,1	1	0,0008	0,01	65	1	0,36	166,64	21,57	0,16	0,05	1,26	0,65	24	
A39	85	2,5	3,5	25,4	2159,0	11,8	0,80	25,14	0,20	0,10	20,02	10	0,1	1	0,0008	0,01	85	1	0,64	232,52	27,36	0,26	0,08	2,23	0,85	31	
A40	85	2,5	3,5	3,5	297,5	1,9	0,11	25,14	0,20	0,10	2,87	10	0,1	1	0,0008	0,01	45	1	0,62	215,37	25,34	0,25	0,07	2,14	0,45	28	
A41	85	1,0	3,5	5,7	484,5	5,0	0,22	25,14	0,20	0,10	5,48	10	0,1	1	0,0008	0,01	45	1	0,25	90,48	10,64	0,10	0,03	0,88	0,45	12	
A42	85	2,5	3,5	28,2	2397,0	19,9	1,00	25,14	0,20	0,10	25,08	10	0,1	1	0,0008	0,01	85	1	0,65	237,68	27,95	0,27	0,08	2,25	0,85	31	
A47	85	2,5	3,5	24,8	2108,0	18,8	0,90	25,14	0,20	0,10	22,60	9	0,1	1	0,0008	0,01	85	1	0,64	235,10	24,89	0,24	0,07	2,24	0,85	28	
A50	85	1,0	3,5	18,5	1572,5	13,8	0,67	25,14	0,20	0,10	16,77	9	0,1	1	0,0008	0,01	85	1	0,27	101,77	10,78	0,10	0,03	0,93	0,85	13	
A59	85	1,0	3,5	18,5	1572,5	13,8	0,67	25,14	0,20	0,10	16,77	7	0,1	1	0,0008	0,01	85	1	0,27	101,77	8,38	0,08	0,02	0,93	0,85	10	
A60	85	15,0	3,5	24,8	2108,0	18,8	0,90	25,14	0,20	0,10	22,60	7	0,1	1	0,0008	0,01	65	1	3,70	1297,60	106,86	1,07	0,30	12,88	0,65	122	
A66	85	7,5	3,5	19,1	1623,5	12,8	0,66	25,14	0,20	0,10	16,70	6	0,1	1	0,0008	0,01	65	1	1,86	654,20	46,18	0,46	0,13	6,47	0,65	54	
A68	85	6,0	3,5	18,5	1572,5	13,8	0,67	25,14	0,20	0,10	16,77	6	0,1	1	0,0008	0,01	65	1	1,49	526,77	37,18	0,37	0,11	5,19	0,65	43	
A69	85	6,0	3,5	18,5	1572,5	13,8	0,67	25,14	0,20	0,10	16,77	6	0,1	1	0,0008	0,01	85	1	1,49	526,77	37,18	0,37	0,11	5,19	0,85	44	

Ek makina yatırımı için, alınacak makinanın ekonomik ömrünün göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Buna göre yapılan duyarlılık analizinde, Şekil 4.27'deki grafikte görüldüğü üzere ekonomik ömrü 2 yılın altında olan bir makinaya yatırım yapılmamalıdır.



Şekil 4.27 : Makina ekonomik ömrüne bağlı duyarlılık analizi.

Üretimdeki Aşırılıkların ve Değişkenliklerin Azaltılması (FR1510-DP1510): Geliştirilen metodolojinin bundan sonraki adımı üretimin nasıl kontrol edileceğidir. Gelecek durum haritası hazırlanırken üretimi kontrol edebilmek için çekme sistemi tasarımı yapılmalıdır. Bu durumda süpermarket kurulması, kanban sistemi ile birlikte MRP kullanımı, parçaların hangi disiplinde işleneceği gibi başlıklar üzerinde düşünülmesi gerekir. Tüm bunlar göz önünde bulundurularak dengeli üretim planları oluşturulmakta ve Heijunka kutuları kullanılmaktadır.

Hücreler Arası Çekmenin Sağlanması (FR1511-DP1511): Fabrikada şuan aktif olan itme sistemi ile birlikte çekme sistemine geçilmesi önerilmekte ve bunun için kanban kartlarının kullanılması tavsiye edilmektedir. (4.6) eşitliği ile bulunduğu üzere, folly parça ailesi için her 10.6 dakikada bir parti üretilip sevkiyata gönderilmeye hazır olmalıdır.

$$\text{Ortalama Çekme Aralığı} = \text{Parti Miktarı} * \text{İstenilen Cevrim Suresi}$$

$$\text{Ortalama Çekme Aralığı} = 85 * 7.5 = 637.5 s = 10.6 dk$$

(4.6)

CONWIP kanbanı, süreç içinde yarı mamul stokunu sabit tutmak için kullanılır. Uygulamada CONWIP çevrimi, Set Alanı ile Kaba Kesim arasında kanbanlı çekme sistemi şeklinde olacaktır. Fakat ürün çeşidinin fazla olması sebebiyle buradaki akış CONWIP' in özelliğine uygun olarak itme şeklinde tasarlanabilir.

Hücre 1 için planlanan gelecek durum değer akış haritasından yola çıkarak, paketlenmeden önceki Set Alanı ile Kaba Kesim arasında “Malzeme Emri Sinyal Kanbanı” kullanılması düşünülmüştür. Bunun nedeni, Kaba Kesim makinasının diğer hücreler tarafından da kullanılıyor olmasıdır. Set Alanı ile Enleme-Boylama makinası arasında ise Üretim Emri Sinyal Kanbanı” kullanılması düşünülmüştür.

Ayrıca, üretim planlama bölümü ile set alanı arasında “Ürün Çizelgeleme Çevrimi” ve üretim planlama bölümü ile tedarikçi firma arasında “Tedarikçi Çevrimi” olacaktır.

Pilot hücreden başlayarak çalışma genişletiletilmiş, tüm üretim sisteminde planlanan sistem uygulanmış ve buna göre fabrikadaki yerleşim düzenlenmiştir. Bunun yanında, kaizen çalışmaları ile sistem sürekli geliştirilmeye devam edilmektedir.

Üretimde ve Ofislerde Bilgi Akışının Etkinliğinin Sağlanması (FR1512-DP1512): Yalın Ofis çalışmalarının başlatılmasının ardından ofislerde ve üretimde bilgi akışının etkinliğini sağlamak amacıyla açık ve örtülü bilgi yönetimi çalışmaları için bilgi yönetim sistemi alt yapısı geliştirilmeye başlanmıştır.

Senaryo çalışması sırasında hangi parçaların hangi hücrede ve makinalarda işlem göreceği belirlenerek, günlük üretim planlarına göre üretim süreçlerindeki örtülü bilgiye ulaşabilmemizi kolaylaştıracak kesişmeyen rotalı plana dayalı üretim sistemi ile çalışmak mümkün hale getirilmiştir.

Üretim süreçlerinde meydana gelen aksamaları, hataları dolayısıyla örtülü sorunun varlığını daha görülebilir hale getirebilmek için küçük partilerle parça akışı (tek istif) uygulanmaya başlanmıştır.

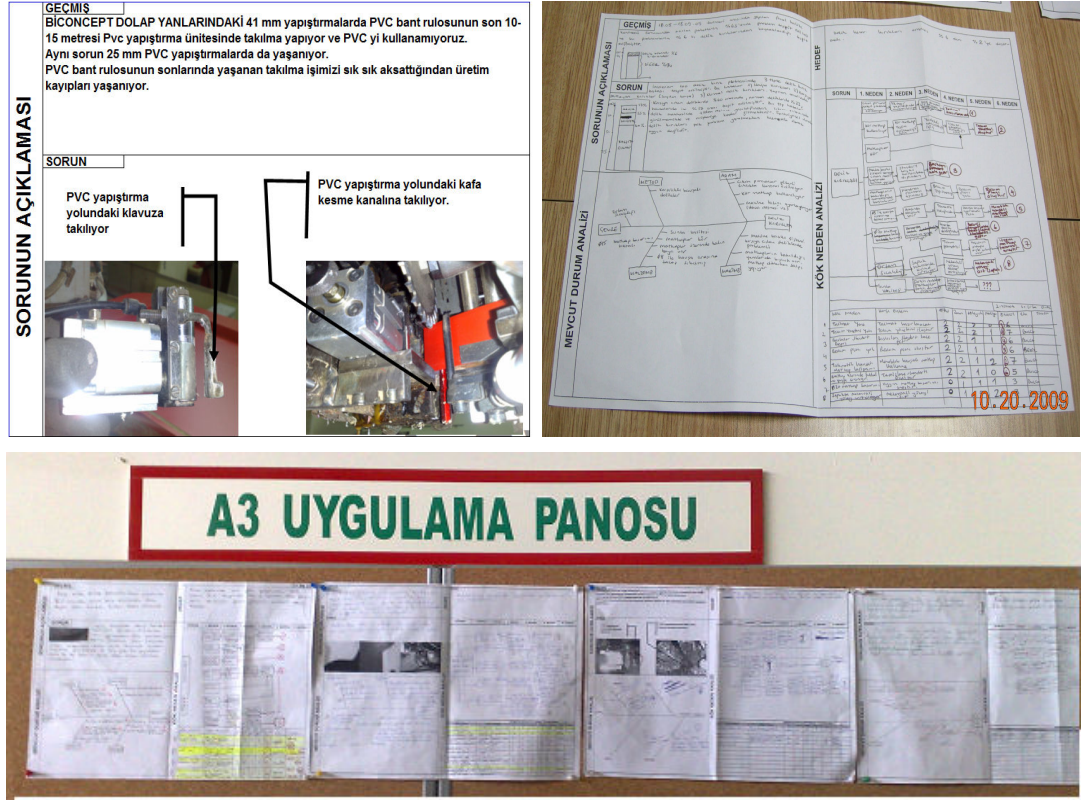
Örtülü bilginin açığa çıkması için ortam yaratılmasının bir diğer yolu işgören rotasyonudur. İşgören rotasyonu uygulaması ile hem çalışanın çok fonksiyonluluk oranı (Şekil 4.28) artırılmaya başlanmış hem de üretim ortamında nitelikli ve tecrübeli çalışan sebebi ile ortaya çıkmayan örtülü sorunların, yeni çalışanlarca öğrenme periyodunda ortaya çıkarılması için ortam yaratılmıştır.



Şekil 4.29 : Örtülü sorunu açığa çıkarmak için Andon sistemi uygulaması.

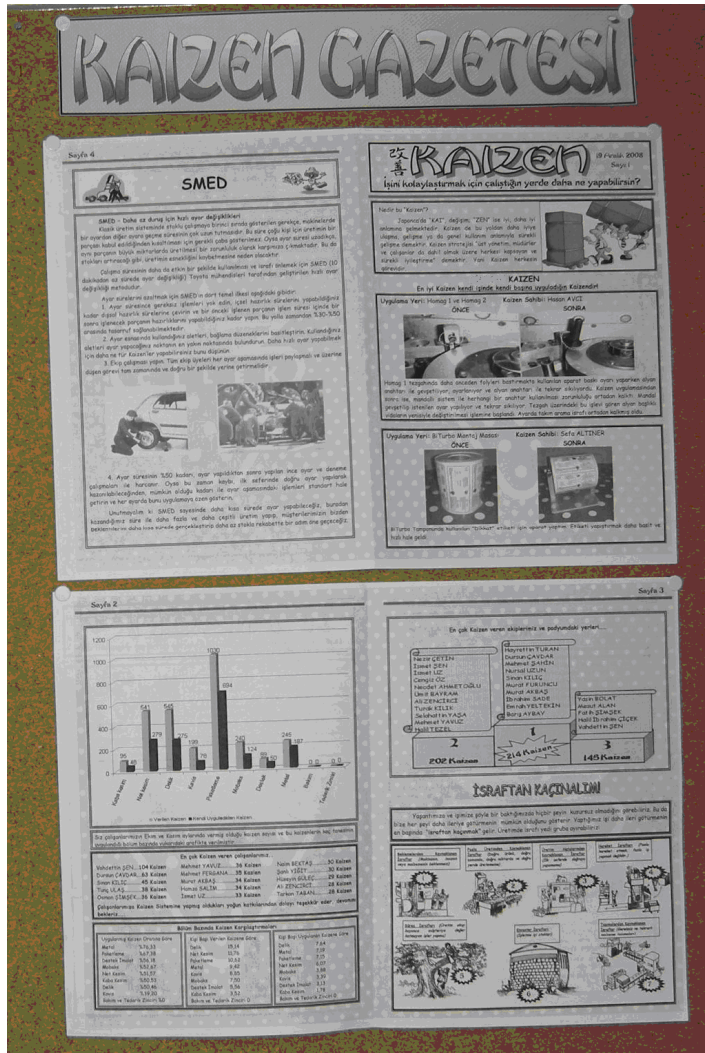
KÖK NEDEN ANALİZ FORMU (Her andon çekildiğinde 5 Neden sorgulanarak, kök neden bulunacak)		BÖLÜM:
ANDON ÇEKİP FORMU DOLDURANIN ADI SOYADI:	SORUN AÇIKLAMASI	TARİH:
		SAAT:
5 NEDEN AÇIKLAMASI		
1.NEDEN		
2.NEDEN		
3.NEDEN		
4.NEDEN		
5.NEDEN		
SONUÇ VE KARARLAR		

Şekil 4.30 : Örtülü sorunu açığa çıkarmak için kök neden analiz formu.



Şekil 4.31 : A3 formu örneği.

Fabrikada bilginin yaygınlaştırabilmesi için görsel iletişime önem verilmekte ve bilgilendirme toplantıları, bültenler, kaizen bültenleri (Şekil 4.32) gibi araçlarla iletişim güçlendirilmektedir. Görsel pano uygulaması örneği, Şekil 4.33’de verilmiştir. Ofis ortamlarındaki örtülü bilginin açığa çıkarılması için görsel yönetim uygulanmaya başlanmıştır. Ofis işlerinde görsel uygulamalar ve panolar yardımıyla yapılan işlerin diğer çalışanlarca izlenebilir olması sağlanılarak, bilgi akışı kolaylaştırılmış ve iletişim güçlenmiştir. Görsel yönetimin uygulanması bilgilerin kaynağını, kullanımını ve akışını görünür hale getireceği için, ofis ortamlarında araştırılan yeni bilginin nerede bulunabileceğinin anlaşılması kolaylaştırılmıştır.



Şekil 4.32 : Kaizen bülteni.



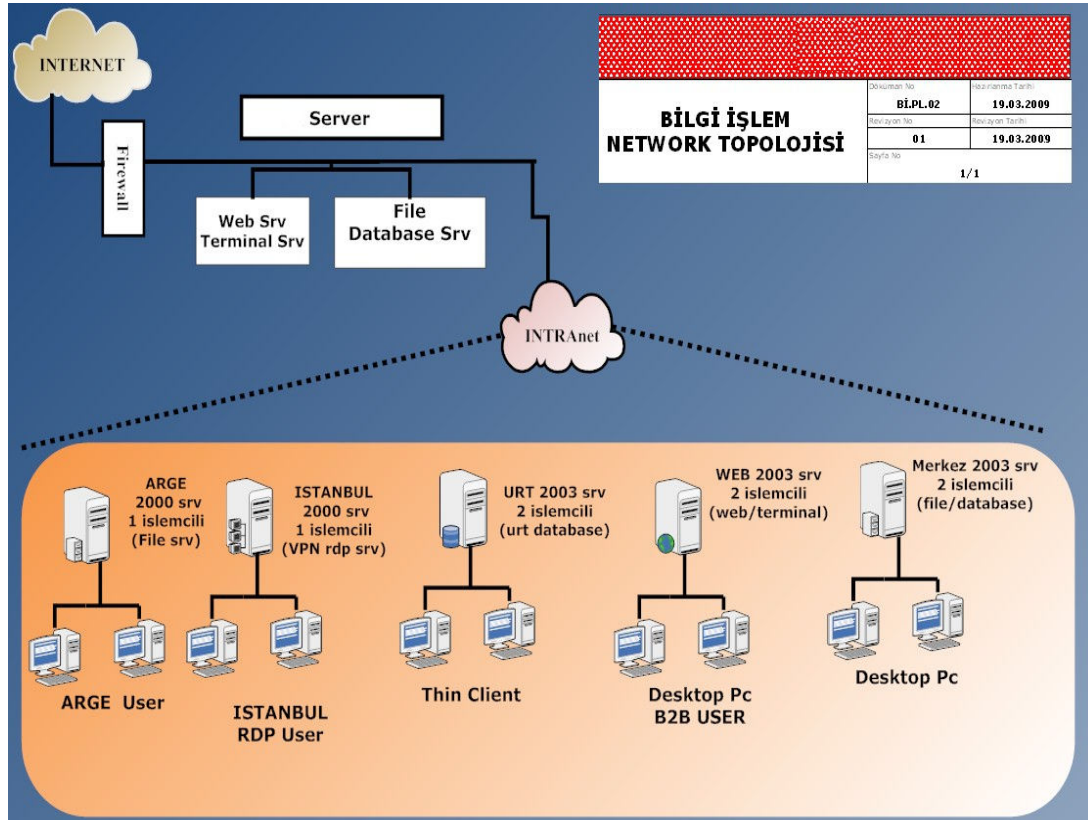
Şekil 4.33 : Görsel pano uygulaması.

[illegible]

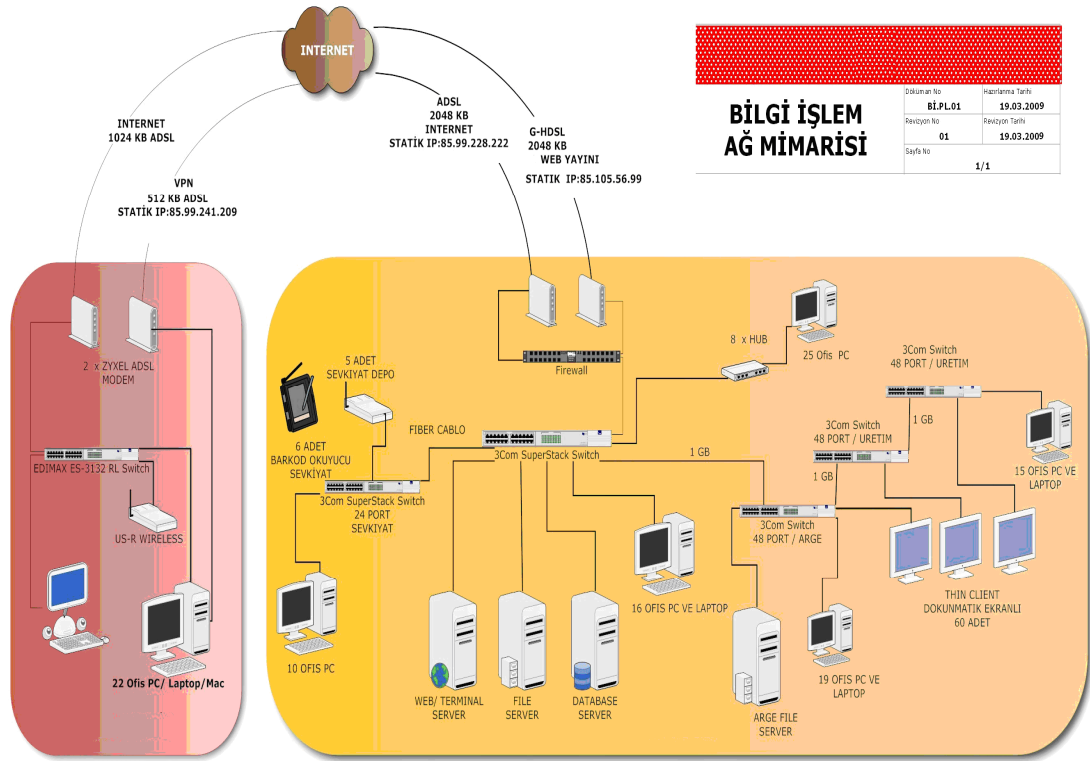
193

Açık forma getirilerek kaydedilmiş yeni bilgi üretimde kullanılarak katma değer sağlanmaktadır. Üretimde değerlendirilen yeni bilginin yarar büyüklüğünü saptamak amacıyla fayda/maliyet analizleri yapılması hedeflenmiştir.

Bilginin tüm organizasyon bünyesinde gelişmeyi tetikleyici unsur olarak kullanılmasının sağlanmasında, yokoten uygulamalarından yararlanılması planlanmıştır. Bilgiye erişimin yaygınlaşması amacıyla, işbirliği ortamının ve fabrika genelinde varolan bilgisayar altyapısı ve veritabanlarının (Şekil 4.35 ve Şekil 4.36) geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bilgiyi gerçek ortamda paylaşmak için Şekil 4.37'deki gibi büyük proje odaları (Oobeya) tesis edilmiştir. Bilgiyi takımlarda paylaşmak için uygulama komiteleri kurulmaktadır.



Şekil 4.35 : Bilgi işlem network topolojisi.



Şekil 4.36 : Bilgi işlem ağ mimarisi.



Şekil 4.37 : Yalın çalışma grubu proje odası (Oobeya).

Kaizen takımları ile bilgiyi geliştirmek için ortam yaratılarak, Kaizen uygulamaları için takvim oluşturulmakta ve uygulamalar gerçekleştirilerek bilgi sürekli geliştirme döngüsüne sokulmaktadır. Şekil 4.38’de Kaizen panosuna örnek verilmiştir.



Şekil 4.38 : Kaizen formu panosu.

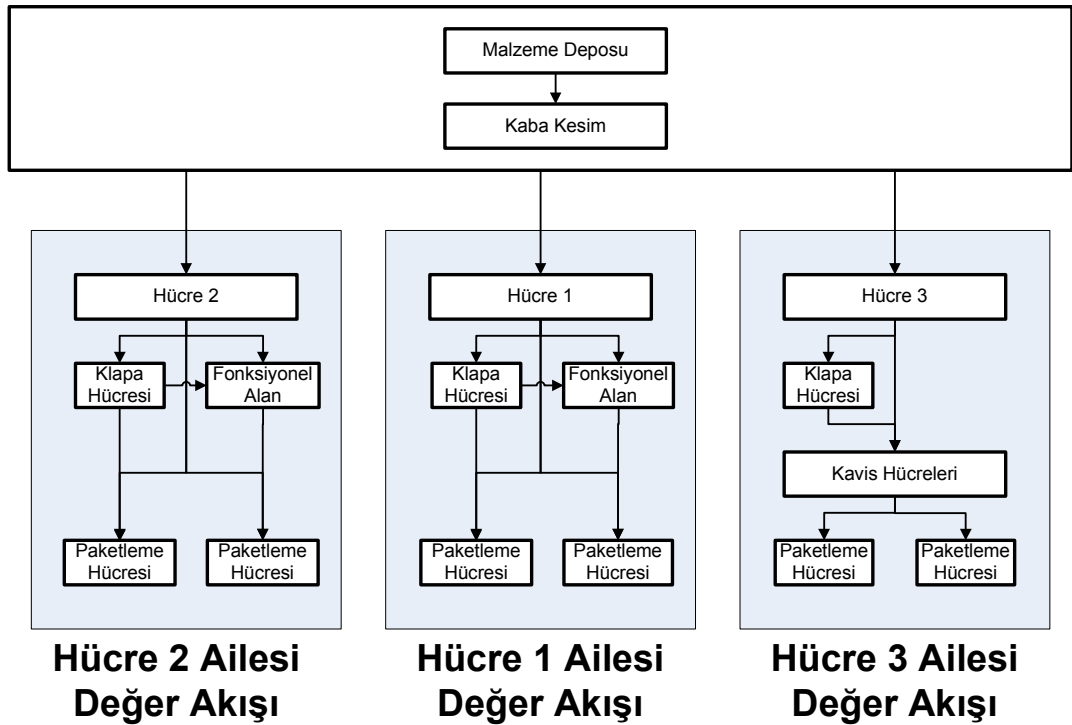
Kullanılmayan bilginin zaman içinde sistemde kaybolmasını önlemek için arşiv sistemi kurulmuştur. Dijital ve fiziksel dosyalanan bilgiler sınıflandırılarak erişimi kolaylaştırılmakta ve muhafaza edilmektedir.

Yalınlığa ilişkin Bilgi Yönetim Sisteminin performansının periyodik olarak değerlendirilmesi için yılsonlarında “Bilgi Bilançosu” yapılması kararlaştırılmıştır. Çizelge 4.26’da 2008–2009 dönemine ait Bilgi Bilançosu’nun yalın sermaye göstergeleri için kesit verilmiştir.

Çizelge 4.26 : 2008-2009 bilgi bilançosu kesiti.

BİLGİ BİLÂNCOSU KESİTİ			
Göstergeler	2008	Hedef	2009
6. Yalın Sermaye Göstergeleri			
Yalınlık Oranı (%)	0.008	0.1	0.02
Temin süresi (gün)	7.5	2.5	3.5
Yalın üretim eğitimleri süresi (insan.saat/yıl)	7200	16000	16000
Hücreyel Donanım Etkinliği (CEE) (%)	38	85	85
Kazasız gün sayısı (/yıl)	-	312	300
Poka-Yoke sayısı	-	10	5
Kaizen öneri sayısı (/yıl)	4154	5000	4944
Aylık güncellik kontrol tablosu sayısı	0	30	11
Makina bozulma oranları (%)	9,12	3	5
Çalışanın çok fonksiyonluluk oranı (Kızaran elma) (%)	-	90	70
İlk seferde doğruyu yapma oranı (%)	50	100	95
Hurda Oranı (%)	3	0	1
Hücreleşme oranı (%)	-	70	50
Hazırlık sürelerindeki düşme oranı (%)	0	70	50
Alan tasarrufu (%)	0	40	30
Envanter devir hızı (gün)	15	1	6
Yıllık Enerji tasarrufu (%)	20	40	38

Bilgi Bilançosu’ndan elde edilen veriler ışığında sistem geri besleme mekanizması ile geliştirilmesi gereken göstergeler üzerine iyileştirme çalışmaları yapılmaktadır. Yalınlaşma çalışmaları henüz tüm ofis sisteminde tamamlanmadığı için “Değerlendirme Matrisi” üzerinde gelecek dönem yapılması planlanan gösterge geliştirme çalışmaları gösterilmemiştir. Bilgi Bilançosu verilerine bakıldığında temin süresi için bir geliştirme çalışması yapılması gerektiği görülmektedir. Bunun için öngörülen düzenleme çalışması Şekil 4.39’da verilmiştir. Bu duruma göre %20 temin süresi düşüşü öngörülmektedir. Kazasız gün sayısını artırmak yani kazaları azaltmak amacıyla, daha önceden meydana gelmiş kazalar incelenerek, makina kullanım hatalarından kaynaklanan kazaların önlenmesinde “Toplam Üretken Bakım” kapsamında, makina üzerinde değişiklikler yapılması ve Poka-Yoke çalışmaları yapılması kararlaştırılmıştır. İşgören hatalarından kaynaklanan kazaların işgören eğitimleri kapsamında ele alınarak, bu konudaki bilincin ve dikkatin geliştirilmesi uygun bulunmuştur. Kaizen çalışmalarında teşvik hediyelerinin çeşitlerinin artırılmasına karar verilmiştir. Yalın uygulamaların olgunlaşmasının sonucu olarak aylık güncellik kontrol tabloları sayısının artırılması planlanmıştır. Geliştirilmesi gereken diğer parametreler için ilgili yalın araçlar kullanılarak gelişmelerin değerlendirilmesinde uygulama takımları hazırlanmasına karar verilmiştir.



Şekil 4.39 : Yeni gelecek durum akış planlaması çalışması.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Dünyadaki teknolojik gelişmeye paralel olarak artan rekabet ortamında, üretim sistemlerinin sürekli artan değişime cevap verecek şekilde tasarlanması gerekmektedir. Yapılan çalışmada amaçlanan, üretim sisteminin performansını sürekli iyileştirmek amacıyla hem yalın üretim tekniklerinin hem de bilgi yönetiminin birlikte uygulanacağı bir sistem tasarlamak ve uygulamaktır. Yalın dönüşümde bilgi yönetim sistemi tasarımı, literatürde yeni bir ana başlık olarak ilerde yapılacak çalışmalara temel oluşturacaktır.

Üretim sisteminde, bilgiyi yönetmeden önce israfları yok etmek veya azaltmak gerekir. Gerçek gelişme bu şekilde sağlanır. Aksi takdirde israfları otomatikleştirmiş ve bilgisayarlaştırmış olabiliriz. Bu sebeple öncelikli olarak tüm sistemde yalın dönüşümün gerçekleştirilmesine başlanmasının ardından, bilgi yönetimi sistemi planlanmalı ve uygulamaya alınmalıdır.

Yalınlaşmayı hedefleyen kuruluşlar, gerekli bilgiyi yönetmekle sistemin devamlılığını ve gelişimini sağlayabileceklerdir. Bu amaçla, tüm sistemde ve üretim süreçlerinde planlanan düzenlemelerde, fonksiyonel ihtiyaçlar ve tasarım parametreleri arasındaki ilişkilerin belirlendiği Aksiyomlarla Tasarım yaklaşımı kullanılmıştır. Sistematik tasarım adımlarında sistemin yalınlaştırılması ve bilginin yönetilmesi ile tasarımdaki bilgi sahalarının oluşturulup tüm sistem modellenmiştir. Aksiyomlarla tasarım modelinde, yalın üretim ilkeleri ve bilgi yönetimi altyapısının bileşenleri ile bilgi süreçleri arasındaki ilişki matrisleri oluşturulmuştur.

Önerilen metodolojiye uygun olarak, hücrenel veya melez üretim sistemi yerleşimi perspektifi ile üretim ortamının düzenlenmesinde yalın düşünce esaslı yatırım planlama yaklaşımı için bir algoritma oluşturulmuştur. Melez üretim sistemleri, üretim hücreleri ile fonksiyonel yerleşimin birlikte kullanıldığı sistemlerdir. Çalışmada, melez yerleşim sisteminin daha çok ürün esnekliği sağladığı ve makina alımı için daha az sermaye yatırımı gerektirdiği görülmektedir.

Sanayide yeni makina alımına karar vermek üst yönetim için zorlayıcı bir sorumluluktur. Üretim endüstrisindeki yeni makina alım kararlarının birçoğunun işletmeye fayda sağlamayan ekonomik olmayan yatırımlarla sonuçlandığı görülmektedir (Sullivan ve diğ., 2002). Bu sebeple çalışmada önerilen algoritmanın, hücresele veya melez yerleşimde etkili yeni makina alım kararları için bir yol haritası olacağı düşünülmektedir. Yapılan çalışmanın değeri akışına odaklanması sebebiyle maliyet analizi için temin sürelerinin maliyeti esas alınmıştır. Çalışmada planlanan maliyet analizinde; parça maliyeti, süreç içi stok elde bulundurma maliyeti, tampon stok elde bulundurma maliyeti, güvenlik stoku elde bulundurma maliyeti, makina yatırım maliyeti ve taşıma maliyeti hesaba katılmıştır.

Yalın düşünce esaslı yatırım planlamasında, alternatif makinalar arasında değerlendirme için makinanın ekonomik ömrüne bağlı olarak bir duyarlılık analizi çalışması yapılması hedeflenmiştir. Bu analizde, makina yatırımı yapılmaksızın geliştirilen sistemin temin süresine dayalı maliyet değeri ile yatırımlı sistem temin süresine dayalı maliyet değeri karşılaştırması yapılmaktadır. Yatırımlı sistemde maliyet hesaplanırken alım kararı verilen makinanın ekonomik ömrüne bağlı olarak maliyet değişimine bakılmaktadır.

Yalın düşünce esaslı yatırım planlama algoritmasına göre yeni makina alım kararı verildiği zaman, karar faktörlerinin belirlenmesi ile birlikte alternatif makinaları kendi aralarında bu faktörlere göre karşılaştırarak en uygun makinanın seçilmesinde, tasarlanan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) modelinin kullanılması fayda sağlamıştır.

Yapılan çalışmanın temelinde, üretim sisteminin performansını artırmak amacıyla yalın üretimin uygulandığı bir ortamda, sadece israflardan arınma ve değeri akışına odaklanmanın yeterli olmayacağı, aynı zamanda sistemdeki bilgi akışının da yönetilmesi gerektiği görülmektedir. Tasarlanan aksiyomlarla tasarım modelini destekleyen ve sistemdeki örtülü-açık bilginin yönetilmesine yardımcı olan bilgi yönetimi araçları da bu çalışmada kullanılmıştır. Çalışmada oluşturulan bilgi bilançosunda, yalın üretimle sürece yönelik olarak yatay bir bütünleşme yapılması hedeflenmiştir. Uygulamada bilgi bilançosu, bilgi haritası gibi bilgi yönetimi araçları ile yalın üretimde bilgi sayısallaştırılmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmada yalın üretim araçları kullanılarak geliştirilecek bir üretim sisteminde bilginin yönetimi ile bilgiye dayalı bir performans geliştirme sisteminin kurulması hedeflenmiştir. Bu sebeple işletmedeki açık-örtülü bilginin yönetilmesi ve bilgi

yönetimi faaliyetlerinin koordinasyonunun sağlanması için, öncelikle üst düzey bilgi yönetim sorumlularının atanması sağlanmalıdır. İşletmelerin bilgi varlıklarını artırabilmelerindeki en önemli husus, örtülü bilginin açığa çıkmasının sağlanmasıdır. Bunun için oluşturulacak şirket kültürünün ve uygulanacak teşvik prosedürlerinin büyük önemi vardır. Yalın üretimde kayıtlı bilgi niceliğinin artırılması için bilgi haritaları oluşturulmalı ve bilginin işletme bünyesinde erişiminin kolaylaşması ve yaygınlaşması için bilgi yönetim portalı kurulmalıdır. Ayrıca bilgi paylaşımı için toplantı prosedürleri geliştirilmeli ve uygulama komiteleri kurulmalıdır. Bunun yanı sıra, kaydedilen bilginin üretimde kullanılarak katma değer sağlanması ve kaizen çalışmalarıyla geliştirilmesi gerekmektedir. İşletme bünyesinde güncelliğini yitirmiş olan bilgilerin zaman içinde korunabilmesi amacı ile iyi bir arşivleme sistemi yardımıyla, sınıflandırılarak saklanması sağlanmalıdır.

Bu çalışmada tasarlanan bilgi yönetim modelinde genel bir dış çerçeve içinde işletme sermayesinin unsurları yer almaktadır. Bunlar; insan sermayesi (çalışanların ekonomik değer üretmek için kullandıkları, eğitimle ve daha önceki deneyimleriyle edinmiş oldukları bilgi ve becerileri), yapısal sermaye (işletmenin sahip olduğu yapı, sistem ve süreçlerinin bir bütünü), ilişkisel sermaye (işletmenin, müşterileri, dağıtım kanalları gibi dış çevresiyle olan bağlantıları), yenilikçilik sermayesi (geliştirilmiş süreçler ve teknolojiler) ve yalın sermaye olarak sınıflandırılmıştır. Bu çalışmadaki en önemli yenilik “Yalın Sermaye” kavramıdır. Yalın Sermaye kavramı ile kastedilen yalın düşünce uygulamaları sonucunda israflardan kurtularak yeniden kazanılmış olan ve işletmenin ekonomik değer yaratmada kullanacağı kaynaklardan doğacak fırsat sermayesidir.

Üretimde örtülü sorunların kaynağını, nedenlerini ve çözüm yollarını araştırmak bizi örtülü bilgiye ulaştıracaktır. Üretimin yalınlaştırılmasında kurulacak olan üretim hücrelerinde örtülü sorunların nedenlerini kolayca bulacak ortam yaratabilmenin ön koşulu, kesişmeyen rotalı bir plana dayalı çalışan üretim sistemi kurmaktır. Üretim süreçlerinde meydana gelen aksamaları, hataları dolayısıyla örtülü sorunun varlığını daha görülebilir hale getirebilmek için tek parça veya küçük partilerle parça akışının uygulanması, organizasyondaki çalışanlar için örtülü kalmış sorunlar sebebiyle değerlendirilememiş bilginin üretimi ve yayılması için ortam yaratır.

Örtülü bilginin açığa çıkması için ortam yaratılmasının bir diğer yolu işgören rotasyonudur. İşgören rotasyonu, üretim ortamındaki nitelikli ve deneyimli

Çalışanların ortaya çıkan sorunları bireysel olarak çözmesi ile farkına varılmayan örtölü sorunların, yeni çalışanlarca öğrenme periyodunda ortaya çıkarılmasını sağlar.

Üretim sürecindeki sorunların ortaya çıkarılması hem sorunun kaynağının anlaşılması hem de özölmesi için fırsat sağlar. Bu sebeple, “Andon sistemi” kurulması ve buradan gelecek sorunlar için kök neden analizlerinin kullanılarak özölün araştırılmasıyla örtölü bilgiye ulaşılması planlanmıştır. Üretimde kurulacak Andon sisteminde akışın ne şekilde gerçekleşeceği, tasarlanan prosedürde açıklanmıştır.

İşletmede örtölü bilgi yalnızca üretim süreçlerinde değil aynı zamanda üretimi destekleyen ofis süreçlerinde de mevcuttur. Ofis ortamlarındaki en büyük sıkıntı, çoğu zaman yapılan işin görölür olmamasıdır. Ofis ortamlarındaki örtölü bilginin açığa çıkarılması için göröl yönetim uygulanmalıdır.

İşletmelerde örtölü bilginin ortaya çıkarılmasının yaygınlaştırılması teşvik prosedürleri ile sağlanabilir. Bunun için tüm çalışanlar, maddi/manevi ödölle ile motive edilir. Örtölü bilginin araştırılması konusunda bilinçlenmenin sağlanması oluşturulacak işletme költürü ile mümkündür.

Bu çalışmada tasarlanan bilgi bilançosunun hazırlanması için öncelikle işletmenin durumunun belirlenmesi ve ölçölmenmesi gerekmektedir. Hazırlanacak olan bilgi bilançosu için gerekli göstergeler belirlenip, işletme sermayeleri (insan sermayesi, yapısal sermaye, ilişkisel sermaye, yenilikçilik sermayesi ve yalın sermaye) bazında gruplandırılarak bilançoya yansıtılmalıdır. Bu çalışmada tasarlanan bilgi bilançosunda, yalın üretimle sürece yönelik yatay bir bütölleşme sağlanmış ve yalın üretimde bilgi sayısallaştırılmıştır.

Bilgi yönetimi, yönetsel alandan işletme süreçlerine ve bilgi teknolojilerine kadar çok geniş bir alanı kapsar. Bilgi yönetimi aktivitelerinin temelinde organizasyonel başarı için bilgi varlığından maksimum faydayı sağlamak hedeflenmektedir. Bu amaçla belirlenecek “Değerlendirme Takımı” işletmenin bütöl süreçlerinden seçilmiş uzman kişilerden oluşturulmalıdır. Çalışmada tasarlanan Değerlendirme Matrisi, işletme sermayesi göstergelerinin işletme birimleri bazında durumlarını ve öncelikli geliştirme planlarını kapsamaktadır. Değerlendirme matrisi 2 boyutlu ilişki matrisi olarak düzenlenmiştir. Matrisin sol kısmında işletme sermayeleri, üst kısmında ise temel işletme süreçleri yer almaktadır.

Bu tasarım, uygulayıcılar için analiz ve karar verme aşamalarında yönlendirici bir rehber olarak düşünülmüştür. Çalışmada ayrıca, geri besleme mekanizması yol haritası sunulmuştur. Bilgi yönetimi odaklı yalın üretim sisteminde bilgi bilançosundan yararlanılarak, bir geri besleme mekanizması geliştirilmiş olacaktır.

Uygulama çalışması, kuruluş amacını 0-24 yaş grubuna özel genç odası mobilya ve aksesuarları üretmek olarak belirleyen bir fabrikada başlamıştır. Yalın üretim çalışmalarına başlanılmadan önce, suntanın imalata girişinden mamul depoya gidişine kadar olan imalat temin süresi 7.5 gündür. Uygulama çalışmasında tüm sistem, tasarlanan model kullanılarak yeniden düzenlenmiş gerekli analizler yapılarak makina yatırımları yapılmış ve hücreler kurulmuştur. Yalın üretim çalışmalarından sonra, suntanın imalata girişinden mamul depoya gidişine kadar olan imalat temin süresi 3.5 güne düşmüştür. Bilgi yönetimi çalışmalarına başlanmış ve Bilgi Bilançosu'ndan elde edilen veriler ışığında sistem geri besleme mekanizması ile geliştirilmesi gereken göstergeler üzerine iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. Uygulama çalışması ile tasarlanan modelin uygunluğu test edilmiştir. Geliştirilen yöntemin 1 yıllık uygulama periyodu sonunda;

- İmalat temin süresinde %53 düşüş,
- Donanım etkinliğinde %47 artış,
- Makine bozulma oranında %4 iyileşme,
- İlk seferde doğruyu yapma oranında %45 artış,
- Hurda oranında %2 düşüş,
- Hazırlık sürelerinde %50 düşüş,
- Alan tasarrufunda %30 iyileşme,
- Envanter devir hızında %60 artış,
- Yıllık enerji tasarrufunda %18 iyileşme olmuştur.

Bu çalışma ışığında gelecekte yapılabilecek çalışmalardan biri, yalın ofis içinde bilgi yönetiminin değerlendirilmesi ve bilgi bilançoları için yazılım programı hazırlanmasıdır. Buna ek olarak yapılabilecek bir diğer çalışma ise, üretim sisteminin aksiyomlarla tasarımının tedarik zincirine genişletilmesidir. Gelecek çalışmalarda yalın yönetim ile bilgi yönetim sisteminin bütünleştirilmesi ve bunun yanı sıra, değer akışını yalın maliyet muhasebesi ile bütünleştirecek çalışmalar üzerinde durulması yararlı olacaktır. Uygulamaların yerleştirilmesi ve sürekliliğinin sağlanması ile

olgunluk düzeyinin ölçülmesi için bir çalışma yapılması, uygulama sonuçlarının uzun dönemli gözlemlenmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Alabama Department of Archives and History**, 1997. Guidelines For The Use Of Digital Imaging Technologies For Long-Term Government Records In Alabama, alındığı tarih 14.06.1998, http://www.archives.state.al.us/ol_pubs/digital.html.
- Ames, V. A., Gililland, J., Konopka, J., Schnabl, R. and Barber, K.**, 1995. Semiconductor Manufacturing Productivity Overall Equipment Effectiveness (OEE) Guidebook Revision 1.0, Technology Transfer # 95032745a-Gen, Sematech, alındığı tarih 06.04.2008, <http://ismi.sematech.org/docubase/abstracts/95032745A-GEN.htm>.
- Aneke, N. A. G. and Carrie, A. S.**, 1986. A Design Technique for the Layout of Multi-product Flow Lines, *International Journal of Production Research*, **24**(3), 471-481.
- Angelis, J. J. and Femandes, B.**, 2007. Lean Practices for Product and Process Improvement: Involvement and Knowledge Capture, in *IFIP International Federation for Information Processing, Advances in Production Management Systems*, eds. Olhager, J., Persson, F., Springer, Boston, **246**, 347-354.
- Babic, B.**, 1999. Axiomatic Design of Flexible Manufacturing Systems, *International Journal of Production Research*, **37**(5), 1159-1173.
- Baker, R. P. and Maropoulos, P. G.**, 1997. An Automatic Clustering Algorithm Suitable for Use by A Computer-Based Tool for The Design, Management and Continuous Improvement of Cellular Manufacturing Systems, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing Systems*, **10**(3), 217-230.
- Baker, R. P. and Maropoulos, P. G.**, 2000. Cell Design and Continuous Improvement, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, **13**(6), 522-532.
- Barutçugil, İ.**, 2002. *Bilgi Yönetimi*, Kariyer Yayıncılık, İstanbul, 24-57.
- Bhardwaj, M. and Monin, J.**, 2006. Tacit to Explicit: An Interplay Shaping Organization Knowledge, *Journal of Knowledge Management*, **10**(3), 72-85.
- Black, J. T. and Hunter, S. L.**, 2003. *Lean Manufacturing Systems and Cell Design*, Society of Manufacturing Engineers, USA, 273-286.
- Boiral, O.**, 2002. Tacit Knowledge and Environmental Management, *Long Range Planning*, **35**, 291-317.
- Bontis, N.**, 2002. *World Congress of Intellectual Capital Readings*, Boston, Elsevier Butterworth Heinemann KMCI Press.

- Braglia, M., Carmignani, G. and Zammori, F.,** 2006. A New Value Stream Mapping Approach for Complex Production Systems, *International Journal of Production Research*, **44**(18–19), 3929-3952.
- Bukh, P. N., Larsen, H. T. and Mouritsen, J.,** 2001. Constructing Intellectual Capital Statements, *Scandinavian Journal of Management*, **17**, 87-108.
- Byrne, A.,** 1995. How Wiremold Reinvented Itself With Kaizen, *Target*, **11**(1), 8-14.
- Campbell, J. D.,** 1995. *Strategies for Excellence in Maintenance Management*, Productivity Press, Portland, Oregon, 123-136.
- CEN-European Committee for Standardization,** 2004. *European Guide to Good Practice in Knowledge Management*, CEN Workshop Agreement, March.
- Chandra, C. and Kumar, S.,** 2003. Enhancing Manufacturing Operations Effectiveness through Knowledge Based Design, *Integrated Manufacturing Systems*, **14**(3), 278-292.
- Chen, S. J., Chen, L. C. and Lin, L.,** 2001. Knowledge-based support for simulation analysis of manufacturing cells, *Computers in Industry*, **44**, 33-49.
- Chen, H. H., Kang, H., Xing, X., Lee, A. H. I. and Tong, Y.,** 2008. Developing New Products with Knowledge Management Methods and Process Development Management in a Network, *Computers in Industry*, **59**, 242-253.
- Choo, W. C., Detlor, B. and Turnbull, D.,** 2000. *Web Work: Information Seeking and Knowledge Work on the World Wide Web*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Cochran D. S., Eversheim, W., Kubin, G. and Sesterhenn, M. L.,** 2000. The Application of AD And Lean Management Principles in the Scope of Production System Segmentation, *International Journal of Production Research*, **38**(6), 1377-1396.
- Cochran, D. S. and Kim Y.,** 2000. Teaching Production System Design With AD Methodology, *Proceedings of ICAD2002, First International Conference on Axiomatic Design*, Cambridge, MA, 42-47.
- Cochrane, S., Young, R. Case, K., Harding, J., Gao, J., Dani, S. and Baxter, D.,** 2009. Manufacturing Knowledge Verification in Design Support Systems, *International Journal of Production Research*, **47**(12), 3179-3204.
- Çıkırıkçı, M. ve Daştan, A.,** 2002. Entellektüel Sermayenin Temel Finansal Tablolar Aracılığıyla Sunulması, *Bankacılar Dergisi*, **43**.
- Daşgın, M.,** 2006. *Liferay J2EE Portal Kılavuz Belgesi* (Sürüm 2.0), Liferay Portal Enterprise.
- Dinçmen, M.,** 2003. İşletmelerde Bilgi Yönetimi ve Teknolojileri, *Mercek*, MESS, İstanbul, 47-53.
- Dinçmen, M.,** 2004. Kurumsal Zeka İçin Bir Çerçeve: Bilgi Yönetimi, *Business Intelligence & Data Mining*, DAAD. Ed. Akpınar, H.

- Dinçmen, M.**, 2005a. Bilgi Bilançosu, *İMKB Uluslararası Finans Sempozyumu*, İstanbul.
- Dinçmen, M.**, 2005b. *Bilgi Yönetimi Ders Notları*, İstanbul.
- Dinçmen, M.**, 2007. İşletme Yönetiminde Yeni ve Etkin Araç: Bilgi Bilançosu, *Mercek*, MESS, İstanbul.
- Dinçmen, M.**, 2010. *Bilgi Yönetimi ve Uygulamaları*, Ed. Dinçmen, M., Papatya Yayınları, İstanbul, 14-27.
- Disnukes, J. P.**, 2002. Factory Level Metrics: Basis for Productivity Improvement, *International Conference on Modeling and Analysis of Semiconductor Manufacturing (MASM)*, Arizona, USA.
- Dixon, N.**, 1994. *The Organizational Learning Cycle: How We Can Learn Collectively*, McGraw-Hill, London, 6-12.
- Durmuşoğlu, M. B.**, 1998. *Yalın Üretim ve Yönetim Ders Notları*, İTÜ, İstanbul.
- Durmuşoğlu, M. B.**, 2000. *Yalın Üretim Projelerinin Yönetimi Ders Notları*, İTÜ, İstanbul.
- Durmuşoğlu, M. B.**, 2002. *Grup Teknolojisi ve Esnek Üretim Sistemleri Ders Notları*, İTÜ, İstanbul.
- Durmuşoğlu, M. B.**, 2008. *Yalın Üretim ve Yönetim Ders Notları*, İTÜ, İstanbul.
- Durmuşoğlu, M. B.**, 2010. *Yalın Üretim ve Yönetim Ders Notları*, İTÜ, İstanbul.
- Durmuşoğlu, M. B. and Kulak, O.**, 2008. A Methodology For The Design Of Office Cells Using Axiomatic Design Principles, *International Journal of Management Science*, Omega, **36**, 633-652.
- Edvinsson, L. and Brünig, G.**, 2000. *Aktivposten Wissenskapital-Unsichtbare Werte Bilanzierbar Machen*, Dr. Th. Gabler Verlag, Wiesbaden, Deutschland.
- Eldridge, S., Balubaid, M. and Barber, K. D.**, 2000. Using a Knowledge Management Approach to Support Quality Costing, *International Journal of Quality & Reliability Management*, **23**(1), 81-101.
- Eppler, M. J.**, 2008. A Process-Based Classification of Knowledge Maps and Application Examples, *Knowledge and Process Management*, Wiley InterScience, **15**(1), 59-71.
- Ertopuz, A.**, 1997. *İletişim Sistemi Etkinlik Değerlendirmesi*, Sistem Yayıncılık, İstanbul.
- Feld, W. M.**, 2001. *Lean Manufacturing, Tools, Techniques and How to Use Them*, St. Lucie Press, Florida, USA, 84-85.
- Firestone, J. M.**, 2001a. Key Issues in Knowledge Management: Knowledge and Innovation, *Journal of the KMCI*, alındığı tarih 18.09.2004, <http://www.kmci.org/media/firestoneissueskiv1n3.pdf>.
- Firestone, J. M.**, 2001b. Estimating Benefits of Knowledge Management Initiatives: Concepts, Methodology and Tools, *Journal of the KMCI*, **1**(3).
- Gallagher, C. C. and Knight, W. A.**, 1986. *Group Technology*, London, Butterworths, 19-37.

- Ghosh, B. K.**, 1989. Equipment Investment Decision Analysis in Cellular Manufacturing, *International Journal of Operations & Production Management*, **10**(7).
- Groover, M. P.**, 2007. *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*, Prentice Hall, Third Edition, 62-73.
- Guo, W.**, 2009. Establishment of System Architecture of Knowledge Management in Manufacturing Enterprise, *Chinese Control and Decision Conference (CCDC)*, 2941-2944.
- Halevi, G. and Wang, K.**, 2007. Knowledge Based Manufacturing System, *Journal of Intellectual Manufacturing*, **18**, 467-474.
- Harris, C. and Harris, R.**, 2008. *Lean Connections Making Information Flow Efficiently and Effectively*, Taylor&Francis Group, New York, 69-100.
- He, X. J., Kim, J. G. and Hayya, J. C.**, 2005. The Cost of Lead-Time Variability: The Case of the Exponential Distribution, *International Journal of Production Economics*, **97**, 130–142.
- Hines, P. and Taylor, D.**, 2000. *Going Lean*, Lean Enterprise Research Centre Cardiff Business School, UK.
- Hirano, H.**, 1996. *5 Pillars of The Visual Workplace*, Productivity Press, Portland, Oregon, USA, 11-27.
- Hobbs, D.**, 2004. *Lean Manufacturing Implementation, A Complete Execution Manual for Any Size Manufacturer*, J. Ross Publishing Inc., Florida, USA.
- Holsenback, J. E. and McGill, H. J.**, 2007. A Survey of Inventory Holding Cost Assessment and Safety Stock Allocation, *Academy of Accounting and Financial Studies Journal*, **11**(1), 111-120.
- Holweg, M.**, 2007. The Genealogy of Lean Production, *Journal of Operation Management*, **25**, 420-437.
- Horikiri, T., Kieffer, D., Tanaka, T. and Flynn, C.**, 2009. A Toyota Secret Revealed: The Oobeya Room-How Toyota Uses This Concept to Speed Up Product Development, *PDMA Visions Magazine*, **33**(2), 9-13.
- Hou, J., Su, C., Su, Y. and Wang, W.**, 2008. Knowledge Management in Collaborative Design for Manufacture, *International Conference on Computer Science and Software Engineering*, 1031-1034.
- Housmand M. and Jamshidnezhad B.**, 2002. Conceptual Design of Lean Production Systems through an Axiomatic Design, *Proceedings of ICAD2002, Second International Conference on Axiomatic Design*, Cambridge, MA (ICAD033).
- Housmand, M. and Jamshidnezhad, B.**, 2004. Redesigning of an Automotive Body Assembly Line through an Axiomatic Design Approach, alındığı tarih 04.04.2005, http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/mcn/pdf_files/part8_2.pdf.

- Housmand, M. and Jamshidnezhad, B.,** 2006. An Extended Model of Design Process of Lean Production Systems by Means of Process Variables, *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, **22**, 1-16.
- Hyer, N. L. and Wemmerl  w, U.,** 2002. *Reorganizing The Factory: Competing Through Cellular Manufacturing*, Productivity Press, Portland, 3-63.
- Iansiti, M. and MacCormack, A.,** 1997. *Developing Products on Internet Time*, Harvard Business Review.
- Intellectual Capital Statements,** 2003. *The New Guideline*, Ministry of Science Technology and Innovation, Copenhagen, Denmark.
- Irani, S.A. and Huang, H.,** 1998. Layout Modules: A Novel Extension of Hybrid Cellular Layouts, *ASME International Mechanical Engineering Congress&Exposition*, Anaheim, CA.
- Jackson, T. L. and Jones, K. R.,** 1996. *Implementing a Lean Management System*, Productivity Press, Portland, Oregon, USA, 13.
- Jambekar, A. B. and Pelc, K. I.,** 2006. A Model of Knowledge Processes in a Manufacturing Company, *Journal of Manufacturing Technology Management*, **17**(3), 315-331.
- Jarrar, Y. F.,** 2002. Knowledge Management: Learning For Organizational Experience, *Managerial Auditing Journal*, **17**(6), 322-328.
- Jia, X., Zhang, Z. and Tian, X.,** 2007. The Research and Application on Process Planning Knowledge Discovery Technology Based on Knowledge Model in Discrete Manufacturing Enterprise, *Fourth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD 2007) IEEE*.
- Jones, D. T. and Womack, J. P.,** 2002. *Seeing the Whole. Mapping the Extended Value Stream*, Lean Enterprise Institute, Massachusetts, USA.
- Kavsi, J. J. J., Vartiainen, M. and Hailikari, M.,** 2003. Managing Knowledge and Knowledge Competences in Projects and Project Organizations, *International Journal of Project Management*, **21**, 571-582.
- Keane, J. P., Barber, K. D. and Hernandez, J. E. M.,** 2007. Towards a Learning Organisation: The Application of Process-Based Knowledge Maps to Asset Management (A Case Study), *Knowledge and Process Management, Wiley InterScience*, **14**(2), 131-143.
- Ke  ecio  lu, T.,** 2000. *Takım Olu  turmak*, Alfa ,  stanbul.
- Kew, Richmond, Surrey,** 1999. *Management, Appraisal And Preservation Of Electronic Records: Procedures*, C. 2., Public Record Office.
- Kim, S.,** 2002. *Participative Management and Job Satisfaction: Lessons for Management Leadership*, Public Administration Review, ABI/Inform Global, **62**(2), 231-241.
- Kim, S., Hwang, H. and Suh, E.,** 2003a. A Process-based Approach to Knowledge-Flow Analysis: A Case Study of a Manufacturing Firm, *Knowledge and Process Management*, **10**(4), 260-276.

- Kim, S., Suh, E. and Hwang, H.,** 2003b. Building the Knowledge Map: An Industrial Case Study, *Journal of Knowledge Management*, **7**(2), 34-45.
- Kjaergaard, A. and Kautz, K.,** 2008. A Process Model of Establishing Knowledge Management: Insight from a Longitudinal Field Study, *International Journal of Management Science*, **36**, 282-297.
- Klein, D. A. and Prusak, L.,** 1994. *Characterising Intellectual Capital*, Cambridge, MA, Centre for Business Innovation.
- Kok, A.,** 2007. Intellectual Capital Management as Part of Knowledge Management Initiatives at Institutions of Higher Learning, *The Electronic Journal of Knowledge Management*, **5**(2), 181-192.
- Kulak, O. ve Durmuşoğlu, M. B.,** 2004. Hücresel Üretim Sistemleri Tasarımı İçin Aksiyomlarla Tasarım Prensiplerine Dayalı Bütünsel Bir Yöntem, *İTÜ Dergisi*, **3**(6), 33-46.
- Lenz, R. K. and Cochran, D. S.,** 2000. The Application of Axiomatic Design to the Design of the Product Development Organization, *First International Conference on Axiomatic Design (ICAD2000)*, Cambridge, MA.
- Li, H., Luo, G., Ma, J. and Wang, B.,** 2009. Dynamic Performance Evaluation Model of Collaborative Knowledge Chain in Collaborative Manufacturing Process, *International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation*.
- Liker, J. K.,** 1998. *Becoming Lean*, Productivity Press, Portland, OR.
- Liu, X. Y., Fan, Z. P. and Zhang, C. Q.,** 2004. How to Manage Knowledge More Efficiently in Manufacturing Enterprise, *International Engineering Management Conference*, 481-485.
- Martensson, M.,** 2000. A Critical Review of Knowledge Management As A Management Tool, *Journal of Knowledge Management*, **4**, 204-216.
- Megep,** 2008. *Reklamcılıkta Araştırma, Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi*, Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.
- Mertins, K., Alwert, K. and Will, M.,** 2006. Measuring Intellectual Capital in European SME, *Proceedings of I-KNOW '06, 6th International Conference on Knowledge Management*, Graz, Austria, 21-25.
- Minnesota State Archives,** 2004. *Electronic Records Management Guidelines: Version 4*, St. Paul, Minnesota Historical Society, alındığı tarih 21.02.2008, <http://www.mnhs.org/preserve/records/electronicrecords/erguidelinestoc.html>.
- Monden, Y.,** 1993. *Toyota Production System: An Integrated Approach to JIT*, Engineering Management Press, Georgia, 75-151.
- Mouritsen, J., Larsen, H. T., Bukh, P. N. and Johansen, M. R.,** 2001. Reading an Intellectual Capital Statement, *Journal of Intellectual Capital*, **2**(4), 359-383.
- Needy, K. L., Billo, R. E. and Warner, R. C.,** 1998. A Cost Model for the Evaluation of Alternative Cellular Manufacturing Configurations, *Computer and Industrial Engineering*, **34**(1), 119-134.

- Nicholas, J. M.**, 1998. *Competitive Manufacturing Management*, Irwin McGraw River, New York, Prentice-Hall, New Jersey, 565-601.
- Nonaka, I. and Takeuchi, H.**, 1995. *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*, Oxford University Press, New York, 3-72.
- O'dell, C., Grayson, C. J. and Essaides, N.**, 2003. *Ne Bildiğimizi Bir Bilseydik*, Dışbank Kitapları, İstanbul, 23-24.
- Ohno, T.**, 1988. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*, Productivity Press, Cambridge, Massachusetts.
- Özkan, M.**, 2001. Yalın Üretim Üzerine, alındığı tarih 26.10.2007, <http://www.bilgiyonetimi.org>.
- Öztemel, E.**, 2010. *Bilgi Yönetimi ve Uygulamaları*, Ed. Dinçmen, M., Papatya Yayınları, İstanbul, 29-31.
- Öztemel, E. ve Arslankaya, S.**, 2004. Etkin Bilgi Yönetimi Kriterleri, *Yöneylem Araştırması Endüstri Mühendisliği XXIV. Ulusal Kongresi YA/EM2004*, Adana.
- Paiva, E. L., Roth, A. V. and Fensterseifer, J. E.**, 2008. Organizational Knowledge and the Manufacturing Strategy Process: A Resource-Based View Analysis, *Journal of Operations Management*, **26**(1), 115-132.
- Pande, P. S., Neuman, R. P. and Cavanagh, R. R.**, 2000. *Six Sigma Way*, McGraw Hill, New York.
- Pavnaskar, S. J., Gershenson, J. K. and Jambekar, A. B.**, 2003. Classification Scheme for Lean Manufacturing Tools. *International Journal of Production Research*, **41**, 3075–3090.
- Polat, M., Köksaldı, S., and İyigün, İ.**, 2003. A Case Study: Assessment of Knowledge Management Practices in a Company, *Proceedings of PICMET'03*, Portland, USA.
- Prasad, B.**, 2000. Converting Computer-Integrated Manufacturing into an Intelligent Information System by Combining CIM with Concurrent Engineering and Knowledge Management, *Industrial Management&Data Systems*, **100**(7), 301-316.
- Qifeng, W.**, 2008. Knowledge Management for Manufacturing Process based on Knowledge Lifecycle, *ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control and Management*, 273-276.
- Raza, M. B., Kirkham, T., Harrison, R. and Reul, Q.**, 2009. Improving Manufacturing Efficiency at Ford Using Product Centred Knowledge Management, *IEEE*, 183-188.
- Reynal, V. A. and Cochran, D. S.**, 1996. Understanding Lean Manufacturing According to Axiomatic Design Principles, *The Lean Aircraft Initiative Report Series*, MIT, Cambridge, MA.
- Rivera, L. and Chen, F. F.**, 2007. Measuring The Impact Of Lean Tools On The Cost–Time Investment Of A Product Using Cost–Time Profiles, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, **23**, 684–689.

- Robek, M. F., Brown, G. F. and Maedke, W. O.,** 1987. *Information and Records Management*, 3.Bs. Encino: Glencoe Publishing Co.
- Ron, A. J. and Rooda, J. E.,** 2005. Equipment Effectiveness: OEE Revisited, *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing*, **18**(1), 190-196.
- Rother, M.,** 2010. *Toyota Kata: Managing People for Improvement, Adaptiveness and Superior Results*, McGraw Hill Professional.
- Rother, M. and Shook, J.,** 1998. *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*, The Lean Enterprise Institute, Massachusetts, 1.
- Saaty, T. L.,** 1977. Scaling Method For Priorities in Hierarchical Structures, *Journal of Mathematical Psychology*, **15**(3), 234-281.
- Saaty, T. L.,** 1990. How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process, *European Journal of Operational Research*, **48**, 9-26.
- Saaty, T. L.,** 1994. *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications, Pittsburgh.
- Sarker, B. R. and Xu, Y.,** 2000. Design Multi-Product Lines: Job Routing in Cellular Manufacturing Systems, *IIE Transactions*, **32**, 219-235.
- Satoglu, S. I., Durmusoglu, M. B. and Ertay, T.,** 2009. A Mathematical Model And A Heuristic Approach For Design of The Hybrid Manufacturing Systems to Facilitate One-Piece Flow, *International Journal of Production Research*, **17**(48), 5195-5220.
- Shambu, G. and Suresh, N. C.,** 2000. Performance of Hybrid Cellular Manufacturing Systems: A Computer Simulation Investigation, *European Journal of Operational Research*, **120**, 436-458.
- Shanhui, Z., Zhaoqian, L. and Qi, G.,** 2006. Process-Oriented Product knowledge Management, *International Technology and Innovation Conference*, 749-754.
- Shin, D. and Min, H.,** 1993. A Line-Stop Strategy for The Just-In-Time/Total Quality Control Production System, *Production and Inventory Management Journal*, **34**(2).
- Shingo, S.,** 1985. *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*, Translated by A.P. Dillon, Productivity Pres, 11-19.
- Stewart, T. A.,** 1991. Brainpower, *Fortune*, **123**(11), 44.
- Stewart, T. A.,** 1997. *Intellectual Capital: The New Wealth of Nations*, Doubleday, New York.
- Suh, N. P.,** 1990. *The Principles of Design*, Oxford University Press, New York, 5-27.
- Suh, N. P.,** 1997. Design of Systems, *Annals of the CIRP*, **46**(1), 75-80.
- Suh, N. P.,** 2001. *Axiomatic Design Advances and Applications*, Oxford University Press, New York, 1-58.
- Suh, N. P., Cochran, D. S. and Paulo C. L.,** 1998. Manufacturing System Design, *Annals of the CIRP*, **47**(2), 627-639.

- Sule, D. R.**, 1994. *Manufacturing Facilities: Locations, Planning and Design*, PWS Publishing Company, Boston, 162-243.
- Sullivan, W. G., McDonald, T. N. and Van Aken, E. M.**, 2002. Equipment Replacement Decisions and Lean Manufacturing, *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, **18**, 255–265, USA.
- Suri, R.**, 1998. *Quick Response Manufacturing*, Productivity Press, 303-33, Portland, Oregon.
- Suzaki, K.**, 1987. *The New Manufacturing Challenge: Techniques for Continuous Improvement*, The Free Press, New York, 17-19, 146-169.
- Sveiby, K. E.**, 1997. *The New Organizational Wealth: Managing&Measuring Knowledge-Based Assets*, Berrett Koehler Publishers, Inc.
- Tanaka, T.**, 2007. *Quickening the Pace of New Product Development*, QV System Inc., USA.
- Tapping, D., Luyster, T. and Shuker, T.**, 2002. *Value Stream Management*, Productivity Press, USA.
- Thomas, A. S.**, 1997. *Entelektüel Sermaye-Kuruluşların Yeni Zenginliği*, MESS, İstanbul.
- Thorbjornsen, S. and Mouritsen, J.**, 2003. Accounting for the Employee in the Intellectual Capital Statement, *Journal of Intellectual Capital*, **4**(4), 559-575.
- Tiryakioğlu, U., Utaş, T. ve Savaş, H.**, 2007. *Toplam Verimli Yönetim “TPM”*, İstanbul Sanayi Odası, İstanbul.
- Tiwana, A.**, 2003. *Bilginin Yönetimi*, Dışbank Kitapları, İstanbul, 22-135.
- Tseng, S.**, 2008. Knowledge Management System Performance Measure Index, *Expert System with Applications*, **34**, 734-745.
- Vail, E. F.**, 1999. Knowledge Mapping: Getting Started with Knowledge Management, *Information Systems Management*, **16**(4), 1-8.
- Vakharia, A. J. and Wemmerlöv, U.**, 1995. A Comparative Investigation of Hierarchical Clustering Techniques and Dissimilarity Measures Applied to The Cell Formation Problem, *Journal of Operations Management*, **13**, 117-138.
- Wang, S. and Ariguza, G.**, 2004. Knowledge Management through the Development of Information Schema, *Information & Management*, **41**, 445-456.
- Wang, T. and Chang, T.**, 2007. Application of Consistent Fuzzy Preference Relations in Predicting the Success of Knowledge Management Implementation, *European Journal of Operational Research*, **182**, 1313-1329.
- Wilson, L.**, 2010. *How to Implement Lean Manufacturing*, McGraw-Hill Companies, Inc., USA, 65.
- Winch, G.**, 2000. Knowledge Management and Competitive Manufacturing, *IEEE, Engineering Management Journal*, Intellectual Property, 130-134.

- Wissensbilanz**, 2004. Made in Germany - Leitfaden v.1.0 Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit Berlin, August.
- Womack, J. P. and Jones, D. T.**, 1996. *Lean Thinking: Banish Waste And Create Wealth In Your Corporation.*, Simon & Schuster, New York.
- Womack, J. P., Jones, D. T. and Roos, D.**, 1990. *The Machine That Changed the World*, Rawson Associates, New York.
- Wu, X. B. and Huang, J.**, 2004. Business Process Redesign Based on “One Piece Flow”: Concept, Methodology and Application, *International Engineering Management Conference*, 1234-1238.
- Xin, M.**, 2009. Design of Flexible E-learning System for Employee’s Education in Manufacturing Industry Based on Knowledge Management, *IT in Medicine & Education, ITIME '09, IEEE International Symposium*, **1**, 1034-1038.
- Yalçinkaya, A.**, 2009. Değer Akış Haritasını Kullanarak Üretim Düzgünleştirme ve Bir Uygulama, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ, İstanbul.
- Yaralıoğlu, K.**, 2008. *Analitik Hiyerarşi Proses*, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, alındığı tarih 22.02.2008, http://www.deu.edu.tr/userweb/k.yaralioglu/dosyalar/Analitik_Hiyerarshi_Proses.doc,.
- Yüksel, K. E.**, 2000. Yalın Üretim ve Bazı Yalın Üretim Teknikleri, *Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Zaim, H.**, 2005. Türkiye’de Bilgi Yönetimi Uygulamaları, *Sosyal Siyaset Konferansları*, **50**, 761-783.

EKLER

EK A : Parça İşleme Rotaları

EK B : Değer Akış Haritası Sembolleri

EK C : Yayın Taraması

EK A . Parça İşleme Rotaları

Çizelge A.1 : Parça işleme rotaları.

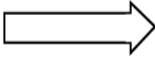
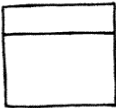
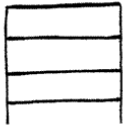
Parça Grubu	İşleme Rotası	Bağlı Talep (günlük)
A1	1210-1211	364
A2	1210-1211-1330	138
A3	1220-1220	126
A4	1210-1211-1331	118
A5	1210-1211-1330-1330	87
A6	1230	74
A7	1211	53
A8	1210-1211-1230	45
A9	1210-1211-1331-1331	41
A10	1210-1211-1330-1330-1330	33
A11	1250-1250	32
A12	1250-1250-1230-1230-1250	29
A13	1250-1250-1230-1230-1230-1230-1250-1232	25
A14	1210-1211-1250	23
A15	1211-1211	22
A16	1210-1231-1211-1330	20
A17	1250	19
A18	1210-1211-1235	19
A19	1210-1211-1331-1330	19
A20	1210-1211-1235-1330	18
A21	1210-1211-1250-1250-1230-1230	17
A22	1210-1231-1211-1231-1231-1331	16
A23	1250-1250-1220-1230-1230-1232-1232	16
A24	1230-1230-1230-1230-1250-1232	15
A25	1210-1231-1211-1231-1233	14
A26	1210-1211-1250-1230-1230	14
A27	1210-1211-1234-1331	14
A28	1210-1211-1235-1331	14
A29	1210-1211-1250-1230	13
A30	1210-1211-1250-1230-1230-1250-1232	13
A31	1220-1220-1230-1230-1230-1230-1250-1250-1232	13
A32	1210-1211-1250-1231-1330	12
A33	1220-1232-1232-1250-1232	12
A34	1210-1211-1235	11

Çizelge A.1 : (devam) Parça işleme rotaları.

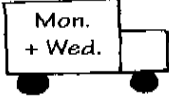
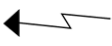
A35	1210-1211-1231-1231-1250-1230-1230-1330	11
A36	1210-1211-1234-1330	11
A37	1210-1231-1211-1231-1233-1330	11
A38	1250-1232	10
A39	1210-1211-1232-1250-1250-1232	10
A40	1210	10
A41	1330	10
A42	1211-1211-1250-1232-1250-1230	10
A43	1210-1231-1211	9
A44	1210-1211-1231-1231-1231-1250-1330	9
A45	1210-1211-1231-1231-1331	9
A46	1210-1211-1234-1234-1231-1330	9
A47	1210-1211-1250-1250-1230-1230-1331	9
A48	1210-1231-1211-1331-1330	9
A49	1210-1231-1231-1250-1231-1231	9
A50	1210-1211-1235-1331	9
A51	1210-1231-1231-1211-1231-1233-1330	9
A52	1210-1234-1211-1330-1330	9
A53	1210-1234-1211-1331	9
A54	1210-1211-1231-1231-1330	8
A55	1250-1250-1232	8
A56	1220-1220-1230-1230-1230-1230-1250-1231	8
A57	1220-1232-1250-1232	8
A58	1210-1231-1211-1233-1330	7
A59	1210-1211-1235-1331-1331	7
A60	1210-1211-1330-1250-1230	7
A61	1210-1231-1231-1211-1331-1250	7
A62	1220-1220-1232-1232-1250-1232-1232	7
A63	1210-1211-1233-1231-1330-1330-1330	6
A64	1210-1231-1231-1211-1231-1250-1231-1330	6
A65	1211-1231-1231-1331	6
A66	1210-1211-1250-1232	6
A67	1210-1231-1231-1211-1231-1233	6
A68	1210-1211-1331-1250	6
A69	1210-1211-1235-1330	6
A70	1210-1211-1250-1234-1234-1330-1330	6

EK B . Değer Akış Haritası Sembolleri

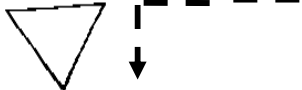
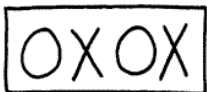
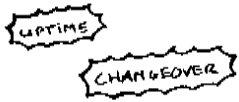
Çizelge B.1 : Değer akış haritası sembolleri (Durmuşoğlu, 2008).

Sembol	Anlamı
 FABRİKA	Malzeme akışının başlangıç noktası olarak Tedarikçi (haritanın sol üst köşesine yerleştirilir), Malzeme akışının bitiş noktası olarak Müşteri/Dağıtım Merkezi'ni (haritanın sağ üst köşesine yerleştirilir) ifade eder.
 MÜŞTERİYE MAMÜL	Hammaddenin hareketini veya mamulün hareketini gösterir.
 ENVANTER	İki süreç arasındaki envanter birikmesine işaret eder. Ham madde ve mamul depolama yerlerini ve envanter düzeylerini gösterir.
 İMALAT SÜRECİ	Malzemenin izlediği bir süreç, makine veya hücreyi temsil eder.
 VERİ KUTUSU	Haritalanan sistemin analizi ve gözlenmesi için gerekli olacak verileri taşır.

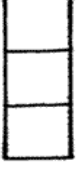
Çizelge B.1 : (devam) Değer akış haritası sembolleri (Durmuşoğlu, 2008).

 KAMYON	İşletmenin içinde veya dışındaki taşıma biçimini ve sevkiyat frekansını ifade eder.
 SÜPERMARKET	Envanter süpermarketini gösterir.
 İTME	İşleme rotasında bir süreçten diğerine malzemenin itilmesini gösterir.
 FİZİKSEL ÇEKME	Malzeme akışı kontrol sistemlerinde, malzemenin çekildiği yeri işaret eder.
max. 20 pieces  İLK GELEN İLK ÇIKAR (FIFO)	CONWIP (constant work in process)' de kullanılır ve önceki süreç FIFO depolama alanında yeni bir ürün için boş alan bulduğunda ürünü gönderir.
  BİLGİ AKIŞI	Haritada bilgi akışlarını ifade eder. Düz ok, genel bilgi akışını ve zikzaklı ok, elektronik akışını gösterir.

Çizelge B.1 : (devam) Değer akış haritası sembolleri (Durmuşoğlu, 2008).

 ÜRETİM KANBANI	Tedarikçi sürece ne kadar üreteceğini bildirerek üretim izni verir.
 SİNYAL/ÜÇGEN KANBAN	İki süreç arasındaki süper markette envanter düzeyinin minimum noktaya düşmesi durumunda kanban üzerindeki ürünün üretilmesi için sinyal verir.
 ÇEKME KANBANI	İşgörenin alıcı sürecin ihtiyacı kadar istenen sayıda parçayı süper marketten çekmesini ifade eder.
 SIRALI – ÇEKME TOPU	Süper market kullanmaksızın, ürünün daha önceden tanımlanmış çeşit ve sayıda çekilmesi için alt montaj sürecine talimat verilmesini ifade eder.
 YÜK SEVİYELEME	Ürün hacmi ve karmaşasının düzgünleştirilmesi için kanbanı parti haline getiren bir araçtır.
 KAIZEN FLAŞI	Gelecek Durum Haritasında, bir sürecin gelişme ihtiyacını vurgulamak ve kaizen uygulamalarını planlamak için kullanılır.

Çizelge B.1 : (devam) Değer akış haritası sembolleri (Durmuşoğlu, 2008).

 EMNİYET STOKU	Müşteri talebinde veya üretimde ani dalgalanmalara karşı tutulacak stoku ifade eder.
 İŞGÖREN	Belirli bir iş istasyonunda çalışan işgöreni ifade eder.

Çizelge C.1 : Yayın taraması.

[illegible]

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Göksu KAYA

Doğum Yeri ve Tarihi: Ankara, 1976

Lisans Üniversite: İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak Mühendisliği

Yüksek Lisans Üniveriste: İstanbul Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü,
İngilizce İşletme Yüksek Lisansı

Yüksek Lisans Üniversite: Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Makina Mühendisliği Yüksek Lisansı