

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

757670

151670

EŞZAMANLI MÜHENDİSLİK VE BİLGİ YÖNETİMİ
YAKLAŞIMLARININ BİLGİSAYARLA BÜTÜNLEŞİK
ÜRETİM SİSTEMLERİ İÇİNDEKİ ROLÜ VE ZEKİ
BİLİŞİM SİSTEMİNE YÖNELİK BİR UYGULAMA

Endüstri Müh. Emre AKYALÇIN

F.B.E Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Endüstri Mühendisliği Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Tufan DEMİREL

Yrd. Doç. Dr. Tufan Demirel

Prof. Dr. Cengiz Kahraman

Prof. Dr. Hüseyin Başlıgic

İSTANBUL, 2004

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KISALTMA LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ÖNSÖZ.....	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. EŞZAMANLI MÜHENDİSLİK.....	3
2.1. Ürün Geliştirme Süreci ve Önemi.....	4
2.2. Ardışık Ürün Geliştirme Süreci.....	5
2.3. Tasarım İkilemi : Eşzamanlı Mühendisliğe Giden Yol.....	7
2.4. Eşzamanlı Mühendislik.....	10
2.4.1. Eşzamanlı Mühendislik Tanımı.....	10
2.4.2. Eşzamanlı Mühendisliğin Amaçları.....	11
2.4.3. Eşzamanlı Mühendisliği Etkileyen Kriterler.....	11
2.4.4. Eşzamanlı Mühendisliğin Temel Prensipleri.....	12
2.4.5. Eşzamanlı Mühendisliğin Aşamaları ve Ardışık Mühendislik ile Karşılaştırılması.....	13
2.4.6. Eşzamanlı Mühendisliğin Yararları.....	15
2.4.7. Eşzamanlı Mühendisliğin Organizasyon Yapısı.....	17
2.4.8. Eşzamanlı Mühendislik Teknikleri.....	18
2.5. Örnek Çalışma : Sun Microsistem’de Eşzamanlı Mühendislik Uygulaması.....	21
2.6. Eşzamanlı Mühendislik Bileşenleri.....	23
3. BİLGİ YÖNETİMİ.....	24
3.1. Veri-Enformasyon-Bilgi Arası İlişkiler.....	25
3.1.1. Veri.....	26
3.1.2. Enformasyon.....	27
3.1.3. Bilgi.....	28
3.1.3.1. Bilginin tanımı.....	29
3.1.3.2. Veri-Enformasyon-Bilgi Karşılaştırması.....	30
3.2. Bilginin Çeşitleri.....	32
3.2.1. Açık Bilgi.....	33
3.2.2. Örtülü Bilgi.....	33
3.3. Bilgi Dönüşümü.....	34

3.4.	Bilgi Yönteminin Tanımı	36
3.5.	Açık ve Örtülü Bilginin Yönetimi.....	38
3.6.	Bilgi Yönetim Modeli	40
3.7.	Bilgi Yönetiminin Alt Sistemleri	41
3.7.1.	Bilginin Elde Edilmesi ve Üretimi	41
3.7.2.	Bilginin Depolanması ve Bilgiye Ulaşım.....	42
3.7.2.1.	Örtülü Bilginin Depolanması	42
3.7.2.2.	Açık Bilginin Depolanması	42
3.7.3.	Bilgiye Ulaşım.....	43
3.7.4.	Bilginin Organizasyonel Yayılımı	44
3.8.	Bilgi Yönetiminin Başarısına Etki Eden Faktörler	45
3.9.	Bilgi Yönetimi Proje Yöneticilerinin Niteliği.....	47
3.10.	Bilgi Yönetiminin Sistematik Prosesi	48
3.11.	Bilgi Yönetiminin Prensipleri	48
3.12.	Bilgi Yönetimini Önemi ve Faydaları	49
3.13.	Bilgi Yönetimi Stratejileri.....	50
3.14.	Bilgi Yönetimi Projelerinde Başarıyı Getiren Unsurlar	51
3.15.	Bir Bilgi Yönetimi Sisteminin Kurulması.....	54
3.16.	Bilgi Yönetiminde Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri	56
3.16.1.	Bilgi Tanımlanmasına Bağlı Sorunlar	56
3.16.2.	Bilginin Sermayeleştirilmesine Bağlı Sorunlar	56
3.16.3.	Bilgi Erişime Bağlı Sorunlar	56
3.16.4.	Bilginin Aktarımına Bağlı Sorunlar	57
3.17.	Çözüm Yöntemleri	58
4.	BİLGİSAYARLA BÜTÜNLEŞİK ÜRETİM SİSTEMLERİ (BBÜ).....	59
4.1.	Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sistemleri.....	59
4.2.	Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sisteminin Tanımı	59
4.3.	Yeni Teknolojiler Olarak Bilgisayar Bütünleşik Üretim Sistemleri	60
4.4.	Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sisteminin Elemanları	64
4.5.	Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sisteminin Amacı	68
4.6.	Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sisteminin Avantajları	70
4.7.	Bilgisayarla Bütünleşik Üretim İçin Operasyonel Akış.....	73
4.8.	Bilgisayarla ve İnsanla Bütünleşik Üretim-İnsanın Rolü.....	75
4.8.1.	BBÜ Elemanlarının İnsan Unsuru Göz Önüne Alınarak Tasarlanması	75
4.8.2.	Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sistemlerinde Robotların Rolü	75
4.9.	Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sistemlerinde	76
5.	EŞZAMANLI MÜHENDİSLİK VE BİLGİ YÖNETİMİ YAKLAŞIMLARININ BBÜ SİSTEMLERİ İÇİNDEKİ ROLÜ	78
5.1.	Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sisteminin Yapısı	80
5.2.	Geleneksel Organizasyonda İletişim.....	84
5.3.	Bütünleşik Organizasyon	86
5.4.	BBÜ Sistemlerinde Veri Tabanı Yönetim Sistemi	87
5.5.	Proje Geliştirmede Bilgi İşleme	92
5.6.	Organizasyonel-Operasyonel Olarak BBÜ	93
5.7.	Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Hiyerarşisi	94
5.8.	Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sisteminin Geleceği – Zeki BBÜ	100

5.9.	BBÜ Sisteminin Başarısında Bilişim Sistemleri.....	104
5.10.	Eşzamanlı Mühendislik ve BBÜ	104
5.11.	BBÜ Sisteminin Uygulaması Stratejik Bir Karardır	105
5.12.	Etkili Bir BBÜ Sisteminin Uygulanmasındaki Engeller.....	107
6.	TÜRKİYE’DE BİLGİSAYARLA BÜTÜNLEŞİK ÜRETİM SİSTEMLERİ VE ZEKİ SİSTEMLER	110
6.1.	Zeki Bilişime Yönelik Bir Örnek	112
7.	ZEKİ BİLİŞİM SİSTEMİNE YÖNELİK GALATASARAY ÜNİVERSİTESİ BBÜ LABORATUARINDA UYGULAMA	115
7.1.	BBÜ Alanında Unesco Kürsüsü.....	115
7.2.	Amaç ve Yöntem.....	116
7.3.	BBÜ Laboratuvarının Mevcut Durumu	117
7.4.	Bulanık Mantık.....	119
7.5	Bulanık Kontrolör	122
7.6	Sistem, Ön Koşullar ve Bulanık Kontrol	123
7.6.1	Değişkenler.....	125
7.6.2	Problem	126
8.	SONUÇ ve ÖNERİLER.....	144
	KAYNAKLAR.....	146
	EKLER	148
Ek 1	Matlab’da Girdi/Çıktı Değişkenleri ile Kural Tabanının Gösterilmesi....	149
Ek 2	Geliş Hızının 0.2174 Olması Durumunda 500 Parçalık Siparişin MFL Kullanılarak Günlük 100 Olarak Karşılanması	154
Ek 3	Geliş Hızlarına Göre Simülasyonla Belirlenen Uç Değerler İçin Matlab Fuzzy Logic Toolbox Çıktıları	165
	ÖZGEÇMİŞ	190

KISALTIMA LİSTESİ

AR-GE	Araştırma Geliştirme
AS/RS	Automatic Storage and Retrieval Systems
BBÜ	Bilgisayar Bütünleşik Üretim
BDB	Bilgisayar Destekli Bakım
BDDT	Bilgisayar Destekli Depolama ve Taşıma
BDES	Bilgisayar Destekli Enformasyon Sistemleri
BDİP	Bilgisayar Destekli İmalat Planı
BDKK	Bilgisayar Destekli Kalite Kontrolü
BDKK	Bilgisayar Destekli Kalite Kontrol
BDM	Bilgisayar Destekli Mühendislik
BDM	Bilgisayar Destekli Mühendislik
BDMo	Bilgisayar Destekli Montaj
BDT	Bilgisayar Destekli Tasarım
BDTÇB	Bilgisayar Destekli Tasarım ve Çizim
BDÜ	Bilgisayar Destekli Üretim
BDÜPK	Bilgisayar Destekli Üretim Planlama ve Kontrol
BDÜPK	Bilgisayar Destekli Üretim Planlama ve Kontrol
BNK	Bilgisayarlı Nümerik Kontrol
BNK	Bilgisayarlı Nümerik Kontrol
BY	Bilgi Yönetimi
CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer Aided Engineering
CAH	Computer Aided Handling
CAM	Computer Aided Manufacturing
CAMP	Computer Aided Maintenance Planning
CAQ	Computer Aided Quality Control
CAQ	Computer Aided Quality Control
CIM	Computer Integrated Manufacturing
CIM LAB	Bilgisayar Bütünleşik İmalat Laboratuvarı
CNC	Computerized Numerical Control
DFM	Design For Manufacturing
DNC	Direct Numerical Control
DNK	Doğrudan Nümerik Kontrol
EMS	Esnek Montaj Sistemleri
EÜS	Esnek Üretim Sistemleri
EZM	Eşzamanlı Mühendislik
GH	Geliş Hızı
GM	General Motors
İBÜ	İnsanla Bütünleşik Üretim
MAP	Üretim Otomasyonu Protokolü
MDY	Maliyete Dayalı Tasarım
MIS	Management Information Systems
NC	Numerical Control
NK	Nümerik Kontrol
ODÇS	Otomatik Depolama ve Çekme Sistemleri
PC	Personal Computer
PLC	Programmable Logic Controller
POC	Programlanabilir Otomasyon Cihazları

QFD	Quality Function Deployment
TBİ	Toplam Bilgi İşleme
TGDF	Temel Grafik Değişim Spesifikasyonu
TOP	Teknik Ofis Protokolü
TZÜ	Tam Zamanında Üretim
UF	Üretim Fazlası
VTYS	Veri Tabanı Yönetim Sistemi



ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1	Değişik faaliyet alanlarının ürün tasarım sürecine katkıları..... 5
Şekil 2.2.1	Tasarım İkilemi..... 9
Şekil 2.2.2	Tasarım alternatifleri 9
Şekil.2.3.	Duvar üzeri mühendislik..... 9
Şekil.2.4.3.	Eşzamanlı mühendisliği etkileyen 7 kriter..... 11
Şekil.2.4.4.	Eşzamanlı Mühendisliğin 8 prensibi..... 12
Şekil.2.4.5a.	Eşzamanlı Müh.ile Ardışık Müh.(Duvar üzeri) karşılaştırması..... 14
Şekil 2.4.5b.	Eşzamanlı mühendislikte takım çalışmasına dayanan süreç..... 15
Şekil.2.4.6.	Rekabet Avantajı..... 16
Şekil.2.4.7a.	Girişimci modeli..... 17
Şekil.2.4.7b	Hiyerarşik model..... 17
Şekil.2.4.7c	Matriks model..... 18
Şekil.2.4.7d	Eşzamanlı mühendislik modeli..... 18
Şekil.4.8.	Eşzamanlı Mühendislikte Proje Takımları..... 19
Şekil 3.1.	Veri - Enformasyon – Bilgi..... 30
Şekil 3.6.	Bilgi Yönetimi Alt Sistemleri..... 39
Şekil.4.3.	BBÜ'nün bileşenleri ve işleyişi..... 62
Şekil 4.7.	CIM için operasyonel akış..... 73
Şekil 5.1.1.	Temel üretim sürecindeki işlemler..... 79
Şekil 5.1.2.	BBÜ sistemlerinde bütünleşik veri akışı..... 80
Şekil 5.1.3.	BBÜ sistemlerini meydana getiren teknolojiler..... 81
Şekil 5.1.4.	BBÜ sistemlerinin yapısı..... 86
Şekil 5.2.1.	Geleneksel izole edilmiş bölüm yaklaşımı..... 84
Şekil 5.2.2.	Bilgisayarlarla donatılmış, birbirinden izole edilmiş bölüm yaklaşımı..... 85
Şekil 5.3.1	Grafik ve bilgi sistemleri 85
Şekil 5.3.2.	Finans ve mühendislik sistemleri..... 85
Şekil 5.3.4	CIM'in prensibi 85
Şekil 5.4.	Örnek bir bilgisayarla bütünleşik imalat (CIM) istemi 88
Şekil 5.5.	Bir bilgisayarla bütünleşik üretim sisteminin temel yapısı..... 90
Şekil.5.5.1.	Toplam bilgi işleme 91
Şekil 5.6.	Bilgisayarla bütünleşik üretim teknolojisi 93
Şekil 5.7.	Bilgisayarla bütünleşik üretim sistemlerindeki hiyerarşik kontrol Düzeyleri..... 94
Şekil 5.7.1	Bir bilgisayarla bütünleşik üretim ortamındaki planlama ve kontrol fonksiyonları 95
Şekil 5.7.2	Bilgisayarla bütünleşik üretim sistemlerinin oluşturulmasına öncülük eden çeşitli teknolojik yöntemler ve yollar..... 96
Şekil.7.3	Galatasaray Üniversitesi-BBÜ Laboratuvarı 116
Şekil 7.3a	Kalite Kontrol İstasyonu..... 117
Şekil.7.3b	Kapalı Döngü Konveyör..... 117
Şekil.7.4.1	Örnek bir Otomobil Hız Uzayının Bulanıklaştırılması..... 120
Şekil.7.5	Genel Bir Bulanık Kontrolör Yapısı..... 121
Şekil. 7.5.1	Bulanık Kural Tabanlı Çıkarım Sistem Yapısı..... 122
Şekil 7.6.1	Temsili LAB 124
Şekil 7.6.2	Bulanık Kontrolörün Girdi ve Çıktı Değişkenleri 124
Şekil 7.6.3	Matlab'da Girdi ve Çıktı Değişkenleri Gösterimi 126
Şekil 7.6.4	Geliş Hızı Girdi Değişkeni Üyelik Fonksiyonu..... 127
Şekil 7.6.5	Üretim Fazlası Değişkeninin Üyelik Fonksiyonu..... 128

Şekil 7.6.6	Geliş Hızı (t+1)'in Üyelik Fonksiyonu.....	129
Şekil 7.6.7	Kuralların Matlab'da Oluşturulmasının Gösterimi.....	130
Şekil 7.6.8	Kuralların ve Çıkarım Mekanizmasının Matlab'da Gösterimi.....	131
Şekil 7.6.9	Arena'da Sistem Modeli.....	132
Şekil 7.6.10	Örnek İçin Girdi ve Çıktı Kontrol Değişkenleri.....	138
Şekil 7.6.11	Üretim Fazlası +8 için Matlab Bulanık Mantık Çıktısı.....	139



ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 1.	Veri-enformasyon-bilgi arasındaki farklılıklara örnek 30
Çizelge 3.3	Bilgi dönüşümü Tipleri 33
Çizelge 4.5	Klasik ve Modern (BBÜ) Yaklaşımın Karşılaştırılması 68
Çizelge 4.6.	BBÜ'nün Potansiyel Kazançları 70
Çizelge 4.8.	İnsan ve Robotun Özelliklerinin Karşılaştırılması 75
Çizelge 5.7.	BBÜ sistemlerinde karar destek sistemleri örneği 98
Çizelge 7.6	Kuralların Gösterilmesi..... 130
Çizelge.7.6.9	Üretim fazlası hesaplaması 138
Çizelge.7.6.10.	Arena simülasyonu ile performans karşılaştırması 140
Çizelge 7.6.11	Gas(t+1) için 30 koşum simülasyon sonuçları..... 141



ÖNSÖZ

Bu çalışmayı seçmemde ve tamamlamamda beni yönlendiren ve desteğini esirgemeyen kıymetli Hocam Yrd.Doç.Tufan Demirel'e teşekkür ederim.

Doğuş Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü Arş.Gör. Orkun Kozanoğlu arkadaşına vermiş olduğu destekten dolayı teşekkür ederim.

Uygulama için Bilgisayarla Bütünleşik İmalat Laboratuvarını kullanma imkanı sağlayan ve bilgilerini paylaşan Arş.Gör. Temel Öncan'a da teşekkür ederim.



ÖZET

Rakiplerin çoğaldığı, değişimin hızla yaşandığı pazarda, müşteri istekleri doğrultusunda, hızlı, kaliteli ve değişimlere tepki verebilecek nitelikte üretim yapan Bilgisayarla Bütünleşik Üretim(BBÜ) ortamında; Eşzamanlı Mühendislik ile Bilgi Yönetimi ve bunların Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sistemlerine olan katkıları ve buradan hareketle Zeki Bilişim Sistemi kurulmasına yönelik bir sistem anlatılmıştır. Uzman veya bilgi sahibi kişilerin eşzamanlı mühendislik yaklaşımı ile bir araya getirilmesi veya paralel olarak çalışmasının sağlanması ile ürünün ilk tasarım aşamasından son kullanıcıya kadarki süreçlerin birlikte ele alınması, ve bilgi yönetimi ile özellikle örtülü bilgilerin kullanılması ile zeki bir sistem olan Bulanık Mantık yaklaşımının kural tabanı oluşturulur. Bulanık mantıktan çıkan sonuçlar BBÜ sistemine aktarılır ve böylece bulanık mantığa göre karar veren ve/veya kontrol edilen bir BBÜ sistemi elde edilir. Bu amaçla, Galatasaray Üniversitesi BBÜ Laboratuvarında parçaların geliş hızının ayarlanması problemi, ilk hızları ve üretim fazlası değişkenlerine göre kontrol edilmesi incelenmiştir. Matlab Fuzzy Logic Toolbox vasıtasıyla, geliş hızlarına karar veren bulanık mantık zeki sistemi kurulmuştur. Arena simülasyon paketi ile bulanık mantık ile elde edilen kararların testi yapılmış ve istenen performansı (üretimin talebe eşit olması) sağladığı görülmüştür. BBÜ ortamında bulunan iş istasyonlarından ana bilgisayara gönderilecek olan enformasyonun eşzamanlı olarak bilgi yönetimi ile elde edilen uzman bilgileriyle oluşturulan bulanık mantık kural tabanlarına göre kontrol edilip tekrar iş istasyonlarına gönderilmesi ile Zeki Bilişim Sistemi oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler : Eşzamanlı Mühendislik, Bilgi Yönetimi, Bilgisayarla Bütünleşik Üretim, Zeki Bilişim Sistemi, Bulanık Mantık, Simülasyon

ABSTRACT

This work is concerned with concurrent engineering (CE) and knowledge management (KM) and their roles in computer integrated manufacturing (CIM) environment where customer based production is made fastly, responsive to the changes, with required quality. The use of these three concepts (CIM, CE, KM) provides the creation of an intelligent information system. Experts or workers who have necessary knowledge are gathered by means of CE, and the overall process including the steps from the product development to the end user is concerned simultaneously. The necessary knowledge is provided by the use of knowledge management. With these knowledge, the rule base of fuzzy logic systems-which is an intelligent system-is created. These rules are transmitted to CIM system by which we can obtain a CIM system able to decide and/or control the production network. With this purpose, at Galatasaray University's CIM Laboratory, the problem of the part's arrival rate is observed under the control of the variables 'surplus' and 'arrival rate' of parts. By the use of Matlab Fuzzy Logic Toolbox, an intelligent fuzzy logic system is constructed to calculate the necessary rates of part's arrival times. The results of fuzzy logic are tested by Arena simulation program and we see that we reach at the required performance level (production=demand).

The workstations information transferred to the central computer, are controlled by the rules of fuzzy logic rule base which are constituted by experts knowledge captured concurrently by knowledge management and then retransferred to the workstations, thus we obtain an intelligent information system.

Key Words :Concurrent Engineering, Knowledge Management, Computer Integrated Manufacturing, Intelligent Information System, Fuzzy Logic, Simulation

1. GİRİŞ

Rekabet koşullarının tüm kurumlarıyla varlığını hissettirdiği günümüzde; kalite ve fiyat politikaları, ürünün piyasaya sunumundaki zamanlama ve diğer birçok strateji, üretici firmalar için hayati önem taşımaktadır. Piyasa ve müşteri beklentilerinin devamlı değişmesi, değişikliklere hızlı cevap verebilecek sistemlere ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Bu aşamada, eşzamanlı mühendisliğin (EZM) amacı, işletmenin üretim, pazarlama, muhasebe, satış, satın alma, kalite ve finans fonksiyonlarının; ürünün tasarımından nihai ürün halini alana kadarki süreç içinde “eşzamanlı” olarak gerçekleştirilmesidir.

Bununla birlikte, işletme içi tüm birimlerin entegrasyonunun sağlanması yanında bu birleşmenin fayda sağlaması birimler arasındaki veri, enformasyon ve bilgi iletimi ile ilgilidir. Bilgi çağında, açık veya örtülü bilginin oluşturulması, işletmeye kazandırılması ve yayılması da günümüzde rekabet edebilme şartlarının başında gelir.

Eşzamanlı mühendisliğin temel unsurlarından ve kaynağında olan “bilginin” paylaşımı için “bilgi yönetimi(BY)” gereklidir. Eşzamanlı olarak çalışacak birimlerin bilgilerini yaratmaları ve diğer bileşenlere aktarmaları gerekir ve bileşenler arasında bilgi dönüşümünün olması eşzamanlı mühendisliği ve böylece bilgisayarla bütünleşik üretim işleyişini de etkin kılacaktır.

Ürünlerin hızlı değişimi sonucunda, her şey müşteri ve piyasada yer tutmak ile müşterilerin özel isteklerinin karşılanması etrafında dönmektedir. Bu hedeflere ulaşabilmek için firmanın ürün ve tip çeşitliliğine uygun bir üretim programına sahip olması gerekir. Bunun yolu da küçük serili üretimden geçmektedir ve üretim sisteminin esnek ve prodüktif olma zorunluluğudur. Bu esnekliğe ve dolayısıyla hıza, işletmeler sistemlerine bilgisayarları katarak ve otomasyonu sağlayarak ulaşmaya çalışmışlardır. Hızlı uyum, otomasyonu gerçekleştiren bilgi taşıyıcılarının üzerindeki bilgilerin değiştirilebilme özelliğinden kaynaklanmaktadır. Küçük serili üretimin ekonomikliği ise bilgisayar destekli tasarım ve imalata bağlıdır. Bu durum, Bilgisayar Bütünleşik Üretim kavramını ortaya koyar.

Bilgisayarla bütünleşik üretim (BBÜ) sistemleri ürün tasarım aşamasından bitmiş ürün elde edinceye kadar ihtiyaç duyulan tüm faaliyetleri göz önüne alır ve koordine eder. Yönetim, pazarlama, araştırma-geliştirme, tasarım, üretim, finansman ve personel gibi işletmeye ait fonksiyonel alanları kapsayabilir. Ayrıca tedarikçiler ve müşterileri de sistem içine alabilir. Sadece üretim faaliyetlerini değil tüm organizasyonel faaliyetler bilgisayarla bütünleşik hale getirilebilir.

İşte tüm bu birimleri kapsayan Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sistemlerinde bilgi yönetimi ile bilgilerini etkin biçimde ortaya koyan ve paylaşan takımlar, pazarın veya müşterilerin isteklerine, gereksinimlerine hızlı cevap vermek amacıyla, eşzamanlı olarak ürüne müdahale etmektedirler.

BBÜ sistemlerine daha etkin ve hızlı olabilmeleri amacıyla zeki sistemler implemente edilmektedir. Uzman kişilerin bilgileri uzman sistem yaratacak şekilde sisteme aktarılmaktadır. Bilgiler kurallar haline getirilerek sistemin, her durum karşısında yapması gereken davranışlara karar verme yetisi sağlanmaktadır.

Çalışmada ilk olarak EZM ve BY yaklaşımları anlatılacaktır. Daha sonra BBÜ kısaca anlatılarak EZM ve BY'nin BBÜ'ye katkıları veya BBÜ'deki rolleri aktarılacaktır. BY ve EZM ile uygulanan BBÜ sisteminin Zeki Bilişim Sistemi kurmaya uygun ortam sağladığı gösterilmesi amacıyla bulanık mantık uygulaması yapılacak ve elde edilen performans kazançları ortaya konacaktır.



2. EŞZAMANLI MÜHENDİSLİK

Günümüzün en önemli rekabet unsuru, teknolojik yenilikleri ve pazardaki değişimi dikkate alarak, yeni ürünün geliştirilmesi ya da mevcut ürünün iyileştirilmesidir. Yeni bir ürünü geliştirmek; maliyet-kar-pazara sunma zamanı gibi birbiri ile çelişkili görünen üç önemli faktörün dikkate alınmasını gerektirmektedir. Bu üç faktörü en iyi biçimde bir arada değerlendirebilen işletmeler rekabet yarışında öne geçebileceklerdir (Moen ve Nolan, 1991).

Bugün “üretimde rekabet edebilirlik” ve “dünya çapında üretim” kavramlarına sık sık global ve dinamik pazarlarda, yeni ürünlerin gelişiminde kullanılan toplam geliştirme prosesi içinde değinilmektedir. Amaç en iyi mühendislik yöntemlerini, en iyi yönetim yaklaşımlarını ve en iyi takım çalışmasını; ürün geliştirme zamanını ve maliyetlerini azaltmak, kaliteyi iyileştirmek, ürün çeşitliliğini ve müşteri memnuniyetini arttırmak amacıyla bir araya getirmektir. Son yüzyıl içinde, birçok modernizasyon programı Ford, GM, IBM ve NEC gibi büyük firmalar tarafından ortaya çıkarılmıştır. Bu firmalarda ürün tasarım aşamasına özellikle iki nedenden dolayı büyük önem verilmiş ve iyileştirme aşamaları bu aşamadan başlayarak yapılmaya başlanmıştır. Bu iki neden maliyet ve ürünün fonksiyonelliği olarak ifade edilmiştir.

“Eşzamanlı Mühendislik” kavramı bu rekabetçi ortamda ortaya çıkmış ve dünya pazarlarında yerini almıştır. Bugün organizasyonla ilgili anahtar bir kelime olarak nitelendirilebilir (Moen ve Nolan, 1991).

Eşzamanlı mühendisliğin ayrıntılarına girmeden genel bir tanımını yapmak yararlı olacaktır:

Eşzamanlı mühendislik yöntemi, yeni bir ürünün tasarımı ve geliştirilmesi sırasında kullanılan yeni bir yönetim, kalite ve mühendislik felsefesidir. Eşzamanlı mühendislik aynı zamanda, entegrasyonu sağlayan örgütsel bir araçtır. Bu yöntemle, örgütsel duvarlar yıkılarak ürüne ve süreçlere ilişkin özellikler firmanın farklı faaliyet alanlarından gelen temsilciler tarafından ortaklaşa hazırlanmaya çalışılmaktadır [1].

2.1. Ürün Geliştirme Süreci ve Önemi

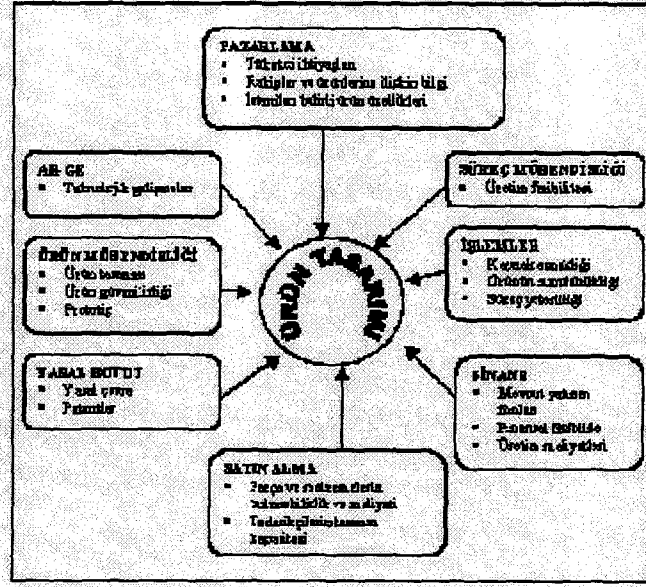
Yeni bir ürün ya da hizmet tasarımı ile ilgili temel çalışma konuları 3 ana başlık altında toplanabilir :

- Müşterilerin gelecekteki gereksinimleri saptama
- Bu gereksinimleri karşılayan mal ve hizmetleri tasarlama

- Mal ya da hizmetlerin, üretim sürecinin tasarlanması

Pazarların bölümlenmesi, hızlı teknolojik ilerlemeler, ürün yaşam sürelerinin kısalması ve yoğun global rekabet gibi trendler artık birçok pazar için yığın üretim anlayışını olanaksızlaştırmıştır. Bu pazarlarda farklı müşteri gruplarının gereksinimlerine cevap verebilecek bir ürün grubu sunmak çok daha başarılı olacaktır. Örneğin, SONY firması böyle bir strateji ile pazardaki lider konumunu korumaktadır. Sony firmasının sunduğu her ürün tamamen yeni değildir. Tasarım ve üretim mühendislerinden oluşan gruplar temel bir tasarım üzerinde çalıştıktan sonra bu tasarımın birçok varyasyonlarını denemektedirler. Çok sayıda ürün grubu ile donanmış firma, tüketici tercihlerindeki farklılıklara kolayca yanıt verebilmektedir. Sony, Walkman grubuna bir dizi yenilik ve teknolojik gelişmeleri eklemesiyle, müşterilerinin gereksinimlerini sürekli tatmin edebilmekte ve ürün hattını koruyabilmektedir. Şu an yalnızca Amerika'da orijinal Walkman'in 20 farklı çeşidinin piyasada olduğu bilinmektedir. Her yeni model, orijinal model üzerinde yapılan bir değişiklikle ortaya çıktığından, yeni modeller Sony'nin üretim yöntemleri ile çok hızlı biçimde üretilip piyasaya sürülmektedir.

Aynı biçimde hizmet sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin de rekabet güçlerini koruyabilmeleri için mevcut tasarımlarını iyileştirmeleri, yeni tasarımlar geliştirmeleri gerekmektedir. Örneğin, yıllarca Fast-Food alanında lider olan Mc Donald's son zamanlarda yoğun rekabet etkisini hissetmeye başlamış ve bu alanda kalite amaçlı tasarımlar yapmayı zorunlu görmüştür. 10- 20 dakika gibi bir sürede pişen sandviç ekmeği, Mc Donald's müşterisi için oldukça uzun bir süreyi ifade etmektedir. Firmanın mühendisleri, fırın üreticileriyle birlikte 5 dakikadan kısa sürede pişirebilecek bir fırın geliştirmek için 5 yıl; yine bu sürede pişirebilecek hamuru geliştirmek için ise 7 yıl gibi bir süre harcamışlardır.



Şekil.2.1 Değişik faaliyet alanlarının ürün tasarım sürecine katkıları (Racford,1995)

Tasarım, yaratıcı bir aktivitenin sonucudur. Formüle edilmesi ve belli bir sistematığe bağlanması güçtür. Ancak bu tasarım sürecinin iyileştirilemeyeceği anlamına gelmemelidir. Örneğin bir araba tasarım süreci ele alınacak olursa, farklı bölümlerden değişik insanların sorumlu oldukları bir ekip söz konusudur. Tasarımcıların üzerinde çalıştıkları her bir parçanın bir diğeriyle fonksiyonel ilişkisi olduğu düşünülürse, bunlar arasındaki iletişimin kalitesinin, süratının ve anıncılığının önemi açıktır.

Mal ya da hizmet tasarım faaliyeti, sadece üretim bölümünün işi olmayıp, firma içindeki finansman bölümünden AR-GE'ye, satın almadan pazarlamaya kadar tüm işletme birimlerinin ortak çabalarını gerektirmektedir (şekil 2.1)

Bir fikri yeni bir ürün veya hizmete dönüştürmek çoğu kez pahalı ve uzun zaman gerektiren bir süreçtir. Bir ürün fikrinde önemli değişiklikler yapmanın maliyeti, ürün geliştirme faaliyetleri ilerledikçe katlanarak artmaktadır. Bu nedenle, rakiplerine karşı üstünlük sağlamayı hedefleyen işletmelerin ürün ya da hizmeti geliştirme yöntemlerini hızlı ve etkin seçmeleri gerekmektedir.

2.2. Ardışık Ürün Geliştirme Süreci

Ardışık ürün geliştirme sürecinde öncelikle müşteri ve pazar gereksinimleri saptanır. Bir tasarımın başarılı olduğunun göstergesi olan kriterler belirlenir. Bu esaslar baz alınarak ürünün tasarımı yapılır. Gerekli analizler ve mühendislik çalışmaları gerçekleştirilir. Yapılan tasarım başta ortaya konan esaslara göre değerlendirilir. Gerekli görülürse değişiklikler yapılır. Eğer sonuç olumlu ise, tasarım üretilmek üzere imalata sunulur. İmalat mühendisleri önerilen tasarımları inceleyerek, nasıl bir imalat sisteminin kurulmasının uygun olacağını tartışır. Mevcut olanaklar böyle bir imalat/üretim sistemine uygun değilse, ek yatırım olanakları araştırılır. Teknolojik olanaklar ve yapılabilirlikler de gözden geçirilir. Ürün tasarımında mevcut ürün imalat olanaklarıyla çelişen hususlar varsa modifikasyonlara gidilebilir. Sonuçta bir imalat tasarım sistem tasarımıyla ortaya çıkar. Söz konusu ürün için maliyet analizleri de gerçekleştirilir. Eğer ürün istenen maliyet limitleri içinde değilse, bunun kaynakları araştırılarak giderilmesine veya mühendislik hizmetleri, imalat ve pazarlama bölümleri arasında bir uzlaşmaya gidilmesine çalışılır. Artık ürün imalat aşamasına gelmiştir. Ancak hala imalat sürecinde tasarımla alakalı bir takım sorunlarla karşılaşılabilir. Bunlar, gerek üründe gerekse imalat yöntemlerinde yapılacak değişikliklerle giderilmeye çalışılır. Nihayet imalatı gerçekleştirilen ürün, pazarlama ve satış bölümlerinden geçerek müşteriye sunulur. Tasarımda değişiklik yapılmasına dair istekler, müşteri geri beslemelerine dayanarak hala gündeme gelebilir. Bunun sonucunda da tasarım ve imalat sistemlerinde değişikliklere gidilmesi doğal karşılanır.

Batılı endüstrilerde, toplam ürün maliyetlerinin %70'inin daha tasarım sırasında belirlendiği gözlenmiştir. Bunun anlamı, tasarım değişikliğine gidilmeden önce yapılabilecek tüm iyileştirmelerin ürün maliyetlerinin %30'unu geçemeyeceğidir. Tasarımda bunca iyileştirme potansiyelinin varlığı şekil 1'de rahatça görülebilen farklı aktiviteler arasındaki etkileşimin göz ardı edilmesinde yatmaktadır. Bu, "Olmadı, sil baştan yap" tarzı bir yaklaşımdan kaynaklanmaktadır. Tasarım aşamasında imalata ilişkin hususlar doğrudan dikkate alınmamakta, pek çok kişinin katılımını gerektiren böyle bir çalışma grubunda çoğu kez, müşteri gereksinimleri gözden kaçırılmaktadır. Üretilbilirlik, güvenilirlik, kullanılabilirlik ve satış sonrası hizmetler birbirinden bağımsız düşünülmektedir. Çoğunlukla da maliyet kalemleri tasarımcıların en az üzerinde durduğu konular olmaktadır. Ardışık tasarım yaklaşımında, her grup topu bir başkasına atarak ürünün başarılı olması için gerekli sorumluluktan kaçınmaktadır.

Tasarım, yaratıcı bir aktivitenin sonucudur. Formüle edilmesi ve belli bir sistematığe bağlanması güçtür. Ancak bu tasarım sürecinin iyileştirilemeyeceği anlamına gelmemelidir. Örneğin bir araba tasarım süreci ele alınacak olursa, farklı bölümlerden değişik insanların sorumlu oldukları bir ekip söz konusudur. Tasarımcıların üzerinde çalıştıkları her bir parçanın bir diğeriyle fonksiyonel ilişkisi olduğu düşünülürse, bunlar arasındaki iletişimin kalitesinin, süratinin ve anındalığının önemi açıktır. Tasarlanacak motor, hacim itibariyle tasarlanan arabaya sığabilmelidir. Şanzıman, vites kolu ve bunların arabanın ana gövdesi üzerinde yer alacağı alanlar birbirleriyle uyumlu olmalıdır. Eğer bu gruplar birbirlerinden bağımsız tasarlanırlarsa, her biri kendi başına oldukça başarılı olsa bile bütün olarak araba, fonksiyonel olamayacaktır.

Ardışık ürün geliştirme sürecinin günümüz gereksinimlerine yanıt verememesinin başlıca sebepleri şöyle sıralanabilir:

Teknolojinin hızla ilerlemesi: Bundan yararlanan firmalar hızla pazar paylarını yükseltmekte, bunun dışında kalan kuruluşlar da artan rekabet koşullarının baskısını fazlasıyla hissetmektedirler.

Ürünlerin yaşam çevrimlerinin kısalması ve piyasadaki ürün çeşitliliğindeki artış: Geç piyasaya sürülen, beklenenden daha pahalı olan ürünler artık istenmemektedir. Mevcut tasarım süreçlerini değiştirmeden hızlandırmaya çalışmak ise, kalite problemlerine yol açabilmektedir.

Yeni bilgi teknoloji ve yöntemleri: CAD/CAM/CAE araçları ürünlerin daha yakından analizine ve teknik olarak daha kararlı tasarımlara olanak tanımaktadır. DFM (Design for manufacturing- Üretim için tasarım) teknikleri malzeme ve montaj maliyetlerini düşürmekte, QFD (Quality Function Deployment- Kalite fonksiyon yayını) pazarlama, imalat ve mühendislik fonksiyonlarını bir araya getiren önemli bir araç olmaktadır.

Tasarım fonksiyonlarının değişik bölümler arasında dağılması: Mühendislik, imalat ve pazarlama fonksiyonları ürün tasarımının değişik aşamalarında yer almakta, aralarındaki farklı bakış açıları, işletmede uzun tasarım sürelerine, yüksek maliyetlere, piyasa fırsatlarının kaçırılmasına ve işletme içi huzursuzluklara yol açmaktadır [1].

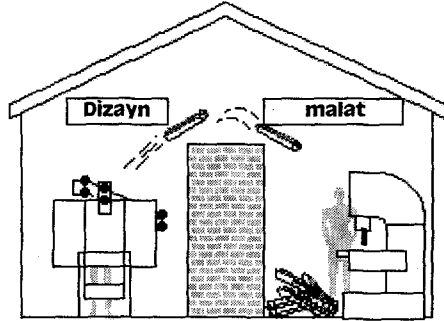
2.3. Tasarım İkilemi: Eşzamanlı Mühendisliğe Giden Yol

Tasarımcının ikilemi kendi amaçları ile, üretim mühendisliğinin, üretimin, dağıtımın veya yardımcı hizmetlerin amaçlarını uzlaştırmaktır. Tasarım ikilemi şekil 2.1’de şematik olarak gösterilmiştir. Bu şekilde tasarım yönetimin bir parçası olan bazı işletme konuları gösterilmemiştir (pazarlama zamanı, kazandıran ürünlerin seçimi, yeni teknolojilerin riski ve fiyatı vs.) (Albayrak, 1999a).

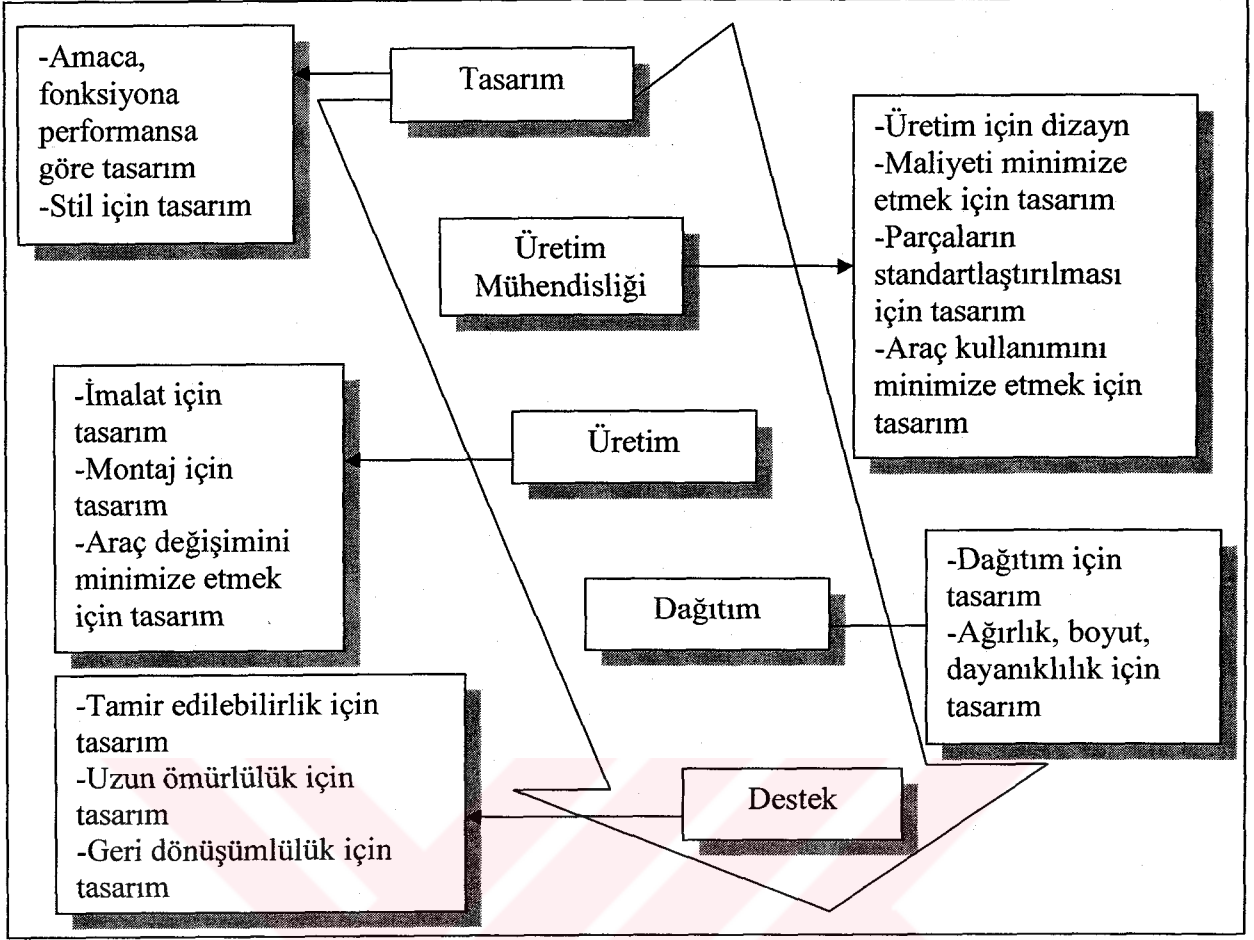
Tasarım ikileminin ve ana işletme sorunlarının çözümü ile ilgili birçok işletmede ürün geliştirme belirli bir süreç izlenerek yapılmaya çalışılmıştır. Eğer üretim için tasarım, montaj için tasarım veya ürün için tasarım istekleri ile deneme yanılma yöntemi ile test edilirse, kaybedilen zaman oldukça çok olur ve tasarım işi birçok kez tekrarlanmak zorunda kalır. Bu durum şekil 2.2.1 de gösterilmiştir (Albayrak, 1999b)

Şekil 2.2.2’de bazı uygun olmayan durumların süreç planlama safhasında nasıl teşhis edildiği görülmektedir, kalan bazı sorunlar ise ancak üretim veya montaj sırasındaki fiziksel denemelerde görülebilir. Tasarım etkinliğinin test edilmesinde deneme-yanılma yöntemi üretimden öteye nihai test edici olan müşteriye kadar da sürdürülebilir. Bir ürünün; performans, işlevsellik, tamir edilebilirlik ve dayanıklılık açısından tasarıma uygun olup olmadığını görebilmek için pazardaki ve nihai kullanımındaki performansına bakmak gerekir.

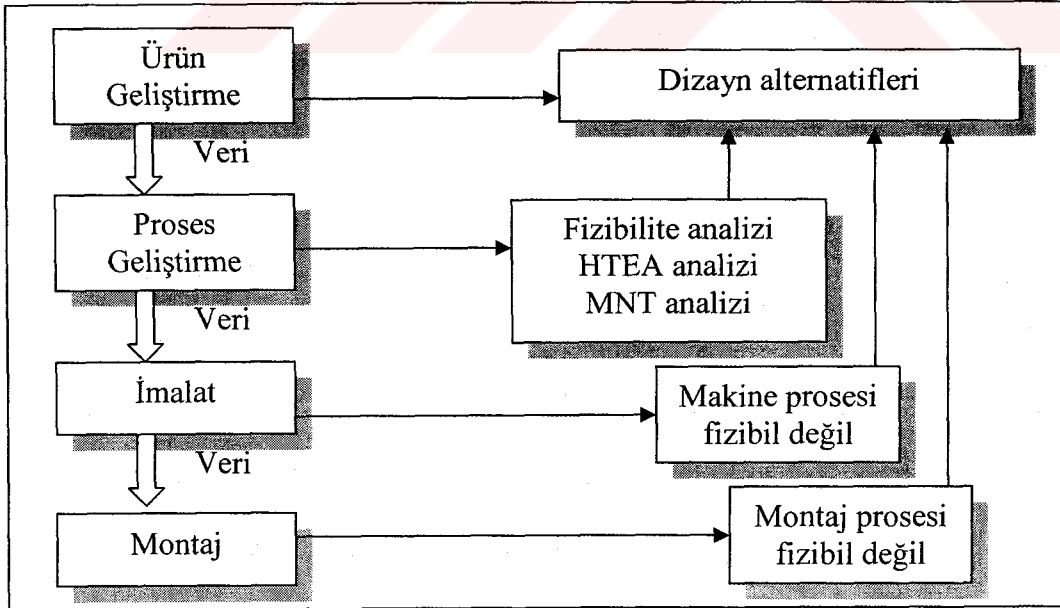
Nihai kullanıcının tepkisine kadar uzanan bu zorlu yolu kat ederek yapılan pahalı ve yetersiz tasarım geliştirme yöntemine “duvar üzeri mühendislik” de denmektedir. Bu, daha önceden bahsedilen “ardışık ürün geliştirme süreci” ile aynı anlamdadır. (şekil 2.3)



Şekil.2.3.Duvar üzeri mühendislik [6]



Şekil 2.2.1. Tasarım ikilemi



Şekil 2.2.2. Tasarım alternatifleri(Albayrak, 1999b)

2.4. Eşzamanlı Mühendislik

Eşzamanlı mühendislik yöntemi, yeni bir ürünün tasarımı ve geliştirilmesi sırasında kullanılan yeni bir yönetim, kalite ve mühendislik felsefesidir. Eşzamanlı mühendislik aynı zamanda, entegrasyonu sağlayan örgütsel bir araçtır. Bu yöntemle, örgütsel duvarlar yıkılarak ürüne ve süreçlere ilişkin özellikler firmanın farklı faaliyet alanlarından gelen temsilciler tarafından ortaklaşa hazırlanmaya çalışılmaktadır [1].

2.4.1. Eşzamanlı Mühendislik Tanımı

Eşzamanlı mühendisliğin birçok tanımı mevcuttur. Ortak paydada genel özellikleri mevcut olmakla beraber özel durumların eklenmesi ile uzun ve değişik tanımlar oluşturulmuştur:

- Eşzamanlı mühendislik= *Yaşam Çevrimi Mühendisliği
 - *Paralel Mühendislik
 - *Disiplinlerarası Takım Yaklaşımı
 - *Entegre Edilmiş Ürün ve Proses Geliştirme (Salomone, 1995)
 - *Uyuşan mühendislik (Rosenblatt ve Watson)(akt:Albayrak, 1999b)
- Eşzamanlı mühendislik, müşteri beklentilerini karşılayan ve entegre ürün gelişimi (integrated product development) olarak ifade edilen sistematik bir yaklaşımdır. Bu kavram, takım, işbirliği, güven ve bilgi paylaşımı anlayışıyla, ürünün tasarım aşamasından başlayıp nihai ürün haline gelinceye kadar geçirdiği tüm aşamaları içeren ürün geliştirme süreci bünyesinde incelenir (Prasad, 1996).
- Dean ve Unal'a göre (1992), eşzamanlı mühendislik "montaj, elde edilebilirlik, maliyet, müşteri tatmini, bakımının yapılabilirliği, yönetilebilirlik, işlenebilirlik, performans, kalite, risk, güvenlik, çizelgeleme, sosyal kabul edilebilirliği ve ürün ile ilgili diğer nitelikler" bakımından tasarım yapılmasıdır (Jarvis, 1998).
- Eşzamanlı Mühendislik Derneğine (Society of Concurrent Engineering) göre: Eşzamanlı Mühendislik, imalat ve diğer destek işlemleri içeren ürünler ve ilgili süreçlerin eşzamanlı ve entegre tasarımına sistematik bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, tasarımcının en baştan ürün yaşam çevriminin tüm elemanlarını (kalite kontrol, maliyet, çizelge ve kullanıcı talepleri dahil olmak üzere) göz önüne almasını gerektirir (Society of Concurrent Engineering).

- Tüm şirket bilgisi kaynakları ile tasarım, geliştirme, pazarlama, imalat ve satıştaki deneyimlerinin; başarılı yeni ürünlerin, yüksek kalitede ve düşük maliyette, müşteri beklentilerini karşılamak üzere yaratılması amacıyla mümkün en erken zamanda entegre edilmesidir (Abdalla and Knight, 1998)

2.4.2. Eşzamanlı Mühendisliğin Amaçları

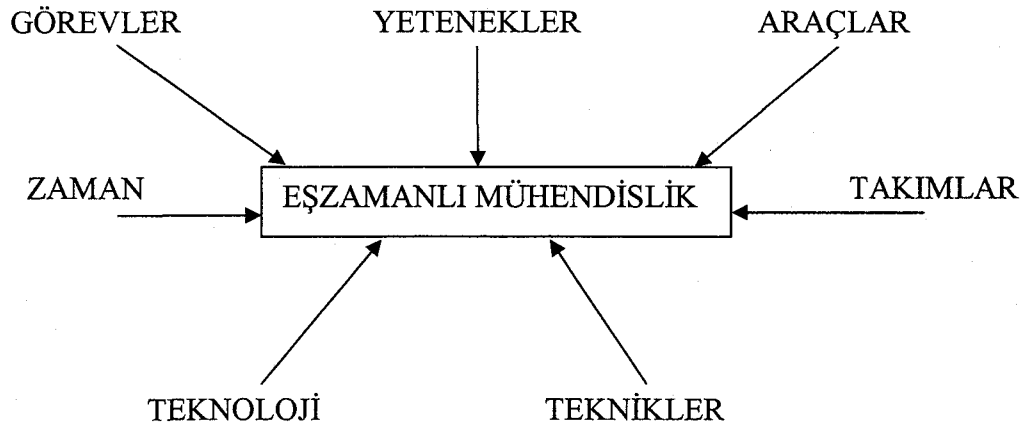
Yukarıda yapılan tanımlamaların ışığı altında Eşzamanlı Mühendisliğin temel Amaçları şu şekilde ifade edilebilir:

- Yaşam çevrimi içinde yer alan fonksiyonlarda paralellik
- Toplam ürünün yaşam çevrim zamanının minimizasyonu
- Kalitenin maksimize edilmesi
- Tedarik zamanının azaltılması
- Daha düşük maliyetler
- Ürün ve proses tasarımının yatırım ile birlikte entegre edilmesi

Bu amaçlar pek çok işletmenin dinamik global pazarlarda mücadele etmesini sağlayan etkili araçlar olarak kabul edilmektedir (Tanrıverdi, 1999)

2.4.3. Eşzamanlı Mühendisliği Etkileyen Kriterler

manlı mühendisliği etkileyen ve onun değişiminde büyük rol oynayan 7T (tasks, talents, tools, s, techniques, technology, time) olarak adlandırılan faktörler şekil 2.4.3'te gösterilmektedir. likle bu 7 kriterin kombinasyonu başarılı bir eşzamanlı mühendislik çalışmasının gerçekleştirilmesi için oldukça önemlidir.



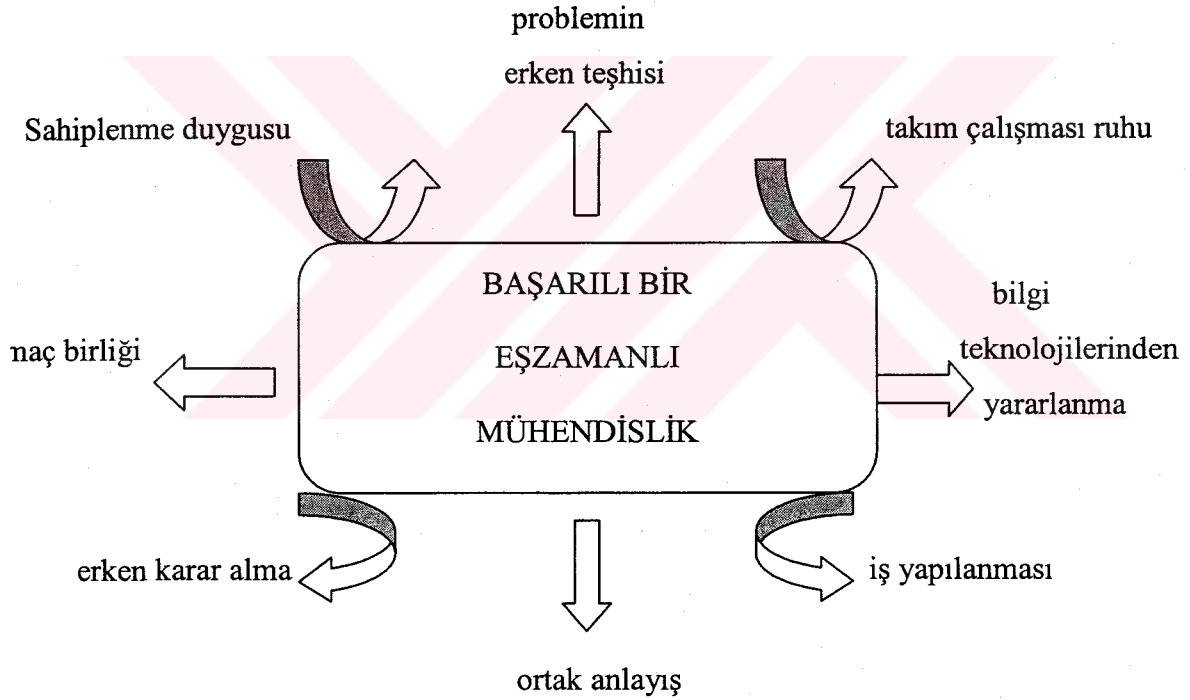
Şekil.2.4.3.Eşzamanlı mühendisliği etkileyen 7 kriter (Prasad, 1996)

Eşzamanlı mühendisliğin uygulanmaya konulmasında dikkat edilmesi gereken 3 önemli özellik bulunmaktadır. Bunlar (Salomone, 1995):

- Takım üyeleri arasında sıkı bir işbirliği
- Bilgi teknolojisinin yürütülmesi
- Mühendislik, pazarlama ve imalat süreçlerini içeren formal eşzamanlı prosesin oluşturulması şeklindedir.

2.4.4. Eşzamanlı mühendisliğin temel prensipleri

Yukarıda sıralanan hususların uygulanmasıyla birlikte başarılı bir eşzamanlı mühendislik sistemi kurmak için gerekli 8 temel prensip şekil 2.4.4'te gösterilmiştir.



Şekil.2.4.4. Eşzamanlı mühendisliğin 8 prensibi (Tanrıverdi, 1999)

2.4.5. Eşzamanlı Mühendisliğin Aşamaları ve Ardışık Mühendislik ile Karşılaştırılması

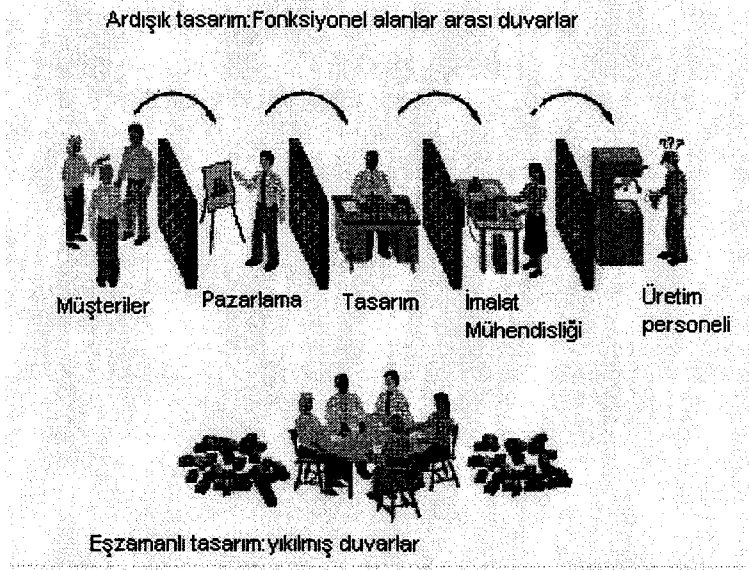
1980'li yıllarda bir çok işletme, yoğun rekabet ortamı içinde kendisini bulmuş ve yeni ürünleri pazarlama zorlukları çekmiştir. Özellikle bu durum, ürün yaşamının giderek kısaldığı elektronik sektöründe daha fazla etkili olmuştur. Şirketler rekabet edebilmek için tasarım süreçlerini kısaltmak ve bunun yanı sıra üründe kaliteyi ve iyileştirmeyi sağlamak zorundadırlar. Eşzamanlı mühendislik yöntemini, Japonlar uzun süre kullanmışlardır. Yeni bir otomobilin pazara sunuş zamanlarını Japon, Avrupa ve ABD şirketleri için karşılaştırılması ile eşzamanlı mühendislik yönteminin avantajları görülebilir. Geniş çaplı bir araştırmada, 1983 ve 1987 yılları arasında piyasaya çıkarılan 29 yeni modele dayanılarak, yeni bir Japon otomobilinin tasarımından müşteriye sunum aşamasına kadar ortalama 47 ay ve tasarım için 1.7 milyon saat geçtiği görülmüştür. Buna karşın Avrupa ve ABD işletmelerinde benzer ürünler için ortalama 60 aylık bir süre ve yalnız tasarım için 3 milyon saatlik çalışma gerekmiştir (Womack, Jones, Roos, 1990:113). Benzer bir araştırmanın sonuçlarına göre 1981-1985 yılları arasında piyasaya sürülen 12 yeni Japon projesinin ortalama pazara sunulma zamanı 42,6 ay ve en düşüğü 35 ay iken 1984-1987 yılları arasında ABD'de 6 proje için bu süreler sırasıyla 61,9 ve 50,2 Avrupa'da 1980-1987 yılları arasında 7 proje için 57,6 ve 46 ay olarak saptanmıştır. Tasarım için harcanan süreler karşılaştırıldığında geleneksel tasarım için harcanan zamanın yalnız tasarımının iki katına yaklaştığı ve toplam geliştirme süresinde de üçte birlik bir fark olduğu görülmektedir (Syan, 1994).

Yeni bir ürün ve üretim sürecinin tasarımında kullanılan geleneksel yöntemler (Ardışık Mühendislik), tasarımın ancak bir aşaması tamamlandıktan sonra bir diğer aşamasına geçilmeyi öngörmektedir. Bu sistemde genellikle tasarım bölümü üretim ve pazarlamadan bağımsız olarak çalışır ve tasarım tamamlandığında bunu üretim mühendisliğine devreder. Eşzamanlı mühendislik sisteminde tasarım aşamasında ürün geliştirme, üretim mühendisliği, pazarlama ve servis, yan sanayi mühendisleri, muhasebe, satın alma ve diğer birimler bir takım mantığıyla beraber çalışırlar ve sürekli iletişim içindedirler. Bu ayrım şekil 2.4.5.'de gösterilmeye çalışılmıştır.

Eşzamanlı mühendislik yönteminin temel aşamaları ise:

- Ürün planlama
- Tasarım
- Prototip onayı
- Ön seri üretim onayı

- Gerekli araç/gereç hazırlıkları
- Testler
- Seri üretim dir.



Şekil.2.4.5. Eşzamanlı müh. ile ardışık müh. karşılaştırması(Albayrak,1999b)

Eşzamanlı mühendislik tanımlarında olduğu gibi çeşitli kaynaklarda aşamalar genelde benzer olmak üzere farklılık göstermektedir(Albayrak, 1999b):

- Ekibi oluştur.
- Amaç birliğini sağla.
- Çalışma yöntemlerinde anlaş.
- Kontrol ve haberleşme sistemlerini kur.
- Tasarım üzerinde birlikte çalış.
- Gerçekleştirme sırasında birlikte bulun.

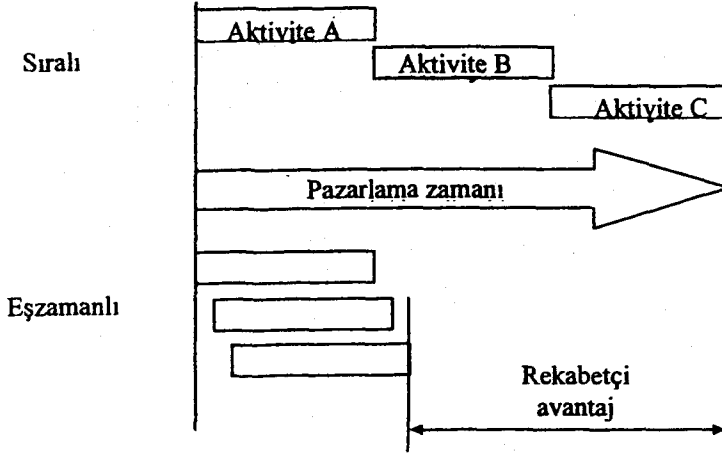
Ekip değişik bölümlerin temsilcilerinden oluşur. Pazarlama elemanları müşteri ihtiyaçlarının yansıtılmasını sağlar, tasarımcılar bu ihtiyaçları ürün özelliklerine dönüştürürler, imalatçılar ve tedarikçiler malzeme, komponent ve ekipmanlarla ilgili bilgileri sağlarlar, finans elemanları masrafları kontrol için alternatifler geliştirirler.Takım elemanlarının katkıları genelde o anda oluşan fikirler değildir: Katkıları deneyimlerle elde edilen, iç/dış dış müşterilerden sağlanan geri beslemelerle ile kazanılan bilgileri içeren dokümanlardır. Bu geri bildirimlerin şematik gösterimi şekil 2.4.5.'teki gibidir (Albayrak, 1999b).

Ekip üyelerinin her birinin seçimi, teknik becerileri esas alınarak yapılmalıdır. Teorik olarak, ekibin performansı değişik görevlerin verildiği değişik becerilere sahip kişilerin doğru bir şekilde yan yana getirilmesi ile arttırabilir. Uygulamada ekipler eldeki mevcut elemanlardan oluşturulur. Ortak değerler oluşturulmamışsa ekip liderinin görevi elemanların tüm potansiyelleri ile katkıda bulunacağı bir çalışma ve ortak değerler ortamı yaratmaktır.

2.4.6 Eşzamanlı Mühendisliğin Yararları

Eşzamanlı mühendislik yönteminin olumlu yanları şunlardır:

- ✓ Kısa ürün geliştirme süreci,
- ✓ Daha yüksek kazanç,
- ✓ Yüksek rekabet şansı,
- ✓ Tasarım ve üretim tutarlarının gerçekçi kontrolü,
- ✓ Daha yüksek kalite,
- ✓ Birimler arası iletişimin artması, olumsuz rekabetin ortadan kalkması, daha hızlı bilgi akışı,
- ✓ Takım ruhunun kazandırılması,[1]
- ✓ Tasarım aşamasından pazara girene kadar olan zamanı %25 veya daha fazla oranda azaltır (Şekil 2.4.6),
- ✓ Satış sonrası servisleri kolaylaştırır,
- ✓ Tedarik sisteminin bütününde karlılığı artırır,
- ✓ Geliştirme yatırımında daha hızlı geri dönüş ve böylece daha az finansal risk (Society of Concurrent Engineering)



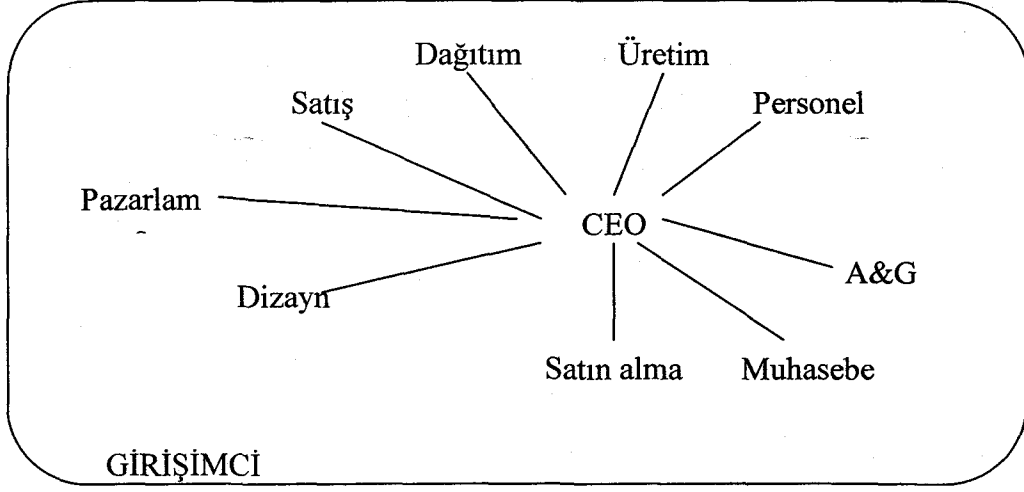
Şekil.2.4.6.Rekabet avantajı

Örneğin, Ford Motor Şirketi Zeta motorunun geliştirilmesinde Eşzamanlı mühendislik yöntemi kullanımıyla yatırım tutarlarını 10 milyon dolar kadar indirmiş ve üretim hattındaki değişiklik tutarlarını %60'lardan %5'in altına çekmeyi başarmıştır. Aynı biçimde, Kodak firması, Fuji'nin tek kullanımlık yeni kamerasıyla rekabet edebilecek, yeni bir ürün için tasarım zamanına sahip olmadığından, ürün geliştirme sürecini ardışık tasarım yerine, CAD/CAM yardımı ile eşzamanlı tasarımı uygulayarak, gövde objektif ve parçaları aynı anda tasarlamıştır. Böylece maliyetlerinde %25'lik bir azalma sağlamıştır (Değişim Mühendisliği,1994).

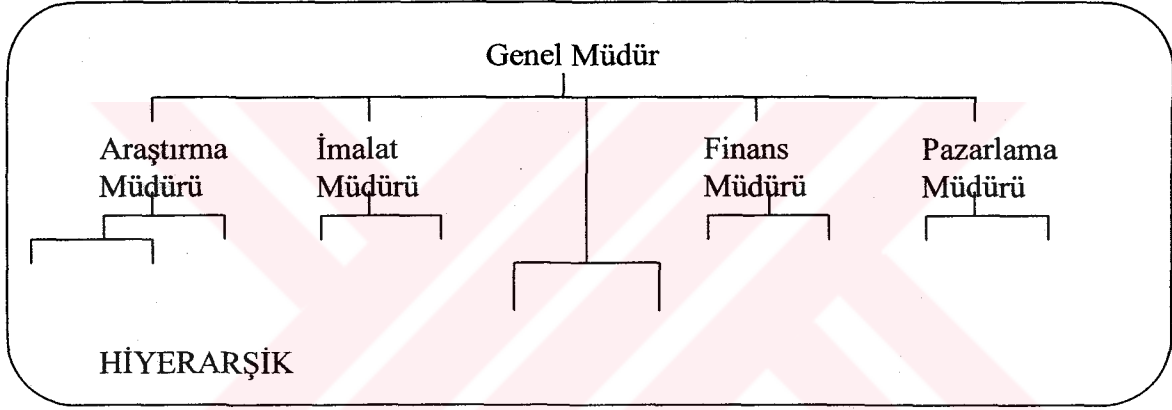
Eşzamanlı mühendislik yöntemi çalışmalarının en düşük hata ile hızla yol alması, dolayısıyla pazara sunma zamanının ve geliştirme maliyetlerinin olası en düşük düzeylere çekilebilmesi için CAD (Computer Aided Design-Bilgisayar destekli tasarım), CAM (Computer Aided Manufacturing- Bilgisayar destekli üretim), gibi diğer bilgisayar destek programları ve bilgisayarlı iletişim yöntemlerinin kullanılması günümüzde bir zorunluluk haline gelmiştir.

2.4.7. Eşzamanlı mühendisliğin organizasyon yapısı

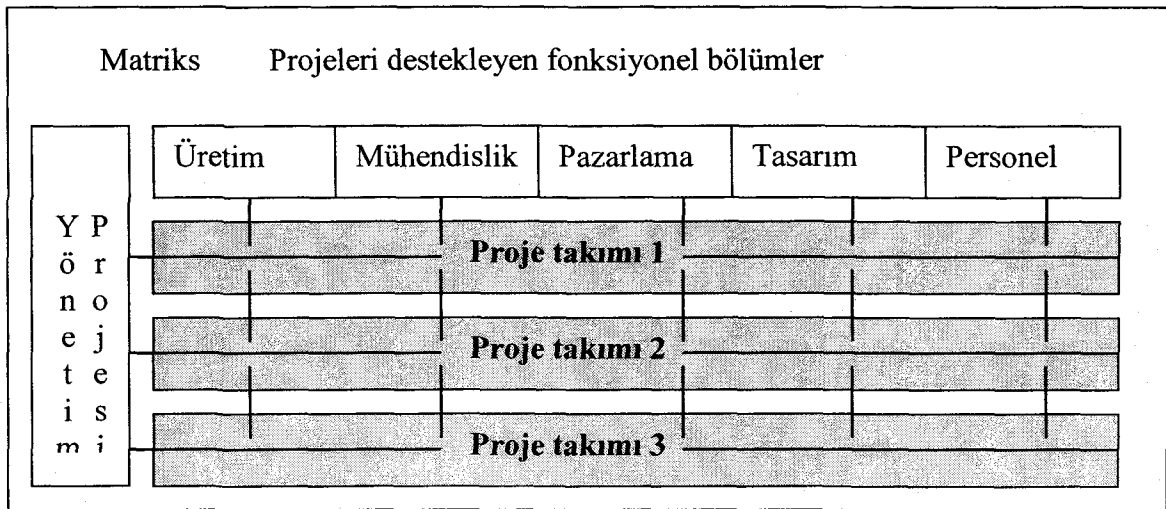
Eşzamanlı mühendislik, klasik hiyerarşik tipte organizasyon yapısında uygulanamayan, matriks yapıda dolaylı veya etkinliği düşük olarak uygulanabilen bir kavramdır. Daha önceden de bahsedildiği üzere eşzamanlı mühendislik tüm birimlerin birlikte ve "iç içe" hareket ettiği bir mühendisliktir. Organizasyon yapılarının çeşitleri sıralanırsa eşzamanlı mühendisliğin karşılaştırmalı olarak organizasyon yapısı daha iyi anlaşılabilir (şekil 2.4.7.a,b,c,d):



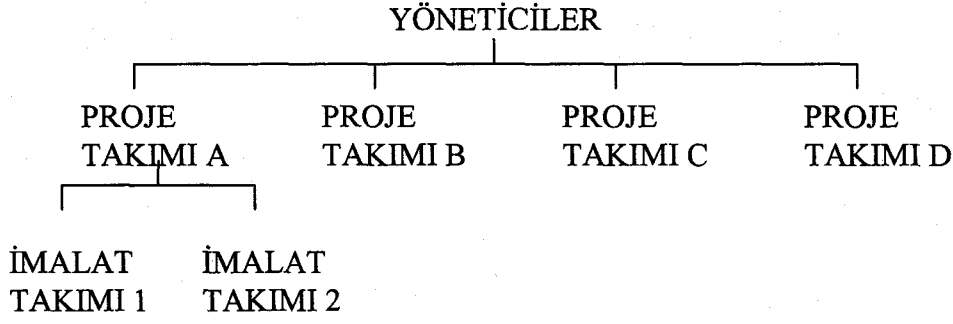
Şekil.2.4.7a. Girişimci modeli



Şekil.2.4.7b Hiyerarşik model

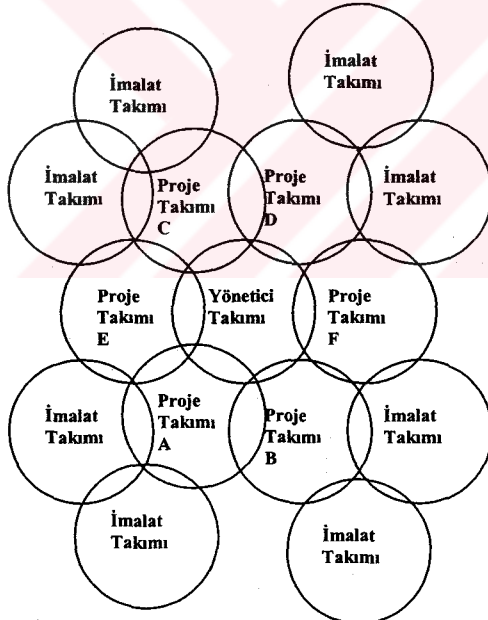


Şekil.2.4.7c Matriks model



Şekil.2.4.7d Eşzamanlı mühendislik modeli

Bu tür bir yapıda market ihtiyaçlarını en hızlı şekilde cevap verilir. Her proje takımı, ürünün hayat çevrimi ve yeni ürün başlangıçları zamanı boyunca gerekli kararları vermek üzere yetkilendirilmiştir. Yönetim Takımı bir projeden diğer bir projeye geçilirken rehberlik etmek ve şirket iş planının izlenmesini sağlamak için gerekli olacaktır. Aslında her proje takımı kendisine ait finansal hedefleri ve sorumlulukları olan birer mini-şirkete dönüşecektir. Yapılan her plan üretim takımlarına aktarılacaktır. Bu modelin diğer bir gösterimi şöyledir (şekil 2.4.8)



Şekil 2.4.8. Eşzamanlı mühendislikte proje takımları

Bu şekildeki her çember güçlendirilmiş bir takımı göstermektedir. Kesişmeler bu takımlar arasındaki faaliyetin var olması gerektiğini göstermektedir. Yöneticiler takımı, şirket içinde çalışan tüm takımların yöneticilerinden meydana gelmelidir. Proje takımları şirketin tüm fonksiyonel alanlarından elemanları içermelidir. Üretim takımları direk olarak proje takımları ile ilişki içindedir (Owen ve Hills,2000)

2.4.8. Eşzamanlı Mühendislik Teknikleri

Eşzamanlı mühendislik sistematik bir yaklaşımdır ve özellikle ürünün yaşam çevrimini oluşturan tüm fonksiyonlar üzerinde etkilidir. Bu nedenle bazı teknik ve metodolojiler kullanılarak, takım üyeleri tarafından ürün ile ilgili olarak verilen tasarım bilgileri değerlendirilir. Aynı zamanda verilen bu bilgilerden yararlanılarak mühendislik analizlerinin yapılmasına imkan sağlanmış olunur. Eşzamanlı mühendislikte kullanılan teknik ve metodolojiler, tasarım prosesini kolaylaştıran, daha güvenilir ve pratikte anahtar noktalardaki kararların verilmesinde bir araç niteliği taşımaktadır. Bu teknikler ve metodolojilerin çoğu son 15 yıl içinde geliştirilmiştir (Tanrıverdi, 1999). Bunlar arasında;

- Kalite Fonksiyonları Açılımı (Quality Function Deployment)
- İmalat İçin Tasarım
- Maliyete Dayalı Tasarım (Cost Driven Design-CDD)
- Pugh Prosesi
- Taguchi'nin Kararlı Tasarım Yaklaşımı (Taguchi's Robust Design)
- Deneysel Tasarım Teknikleri
- Tasarım Stres Analizi
- Benchmarking ve Rekabet Analizi
- Hızlı Prototip Geliştirme
- Müşteri Odaklı Tasarım

bulunmaktadır.

2.5. Örnek Çalışma: Sun Microsistem'de Eşzamanlı Mühendislik Uygulaması

Sun Microsistem bilgisayar firması, açık işlemci/sunumcu sistemleri konusunda dünyanın lideri konumundadır. Bu firmanın böylesine büyük bir başarıyı elde etmesinde pek çok neden vardır. Bunlardan üçü aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Fiyat açısından rekabet edebilen yüksek kalitede ürünler
- En son teknolojilerden yararlanılarak yapılan ürünler
- Yeni ürünün pazara çok daha kısa zamanda sunulması

Her şeyden önce başarılı bir eşzamanlı mühendislik çalışmasında, kurulacak olan sistemi denetleyecek bir organizasyon modelinin var olması oldukça önemli bir kriterdir. Eşzamanlı mühendislik yeni ürünün tanıtım modelinde (new product introduction model), ürünün tasarımından nihai halini aldığı son aşamaya kadar, farklı fonksiyonlarını gerçekleştiren çeşitli aktiviteler arasında bir ortaklığa ihtiyaç duyar. Bu ortaklık firma içerisinde oluşturulacak "takım ruhu" anlayışıyla desteklenmiştir. Firma içinde "iş takımı" olarak adlandırılan ve fonksiyonel takımlar arasında yönetim kurulu gibi çalışan bir ortaklık oluşturulmuş ve takım üyeleri olarak da fonksiyonel takımların yöneticileri konumunda bulunan program yöneticileri seçilmiştir. İş takımını oluşturan fonksiyonel takımlar 4 grup altında toplanmıştır:

- Mühendislik nitelik takımı
- Operasyonlar takımı
- Pazarlama takımı
- Müşteri hizmet takımı

Özellikle yeni ürün geliştirme süreci içinde yer alan bu takımlar genel olarak, ürünün neden geliştirilmek zorunda olduğu, tasarımı, üretimi ve pazarlamasının nasıl yapılacağı, ürünün geliştirme maliyetlerinin, hedef kitlesinin ve yaklaşık olarak satış fiyatının ne olacağı konusunda çalışmalar yapmaktadırlar. Bunlar 3 ana başlık altında toplanmaktadır:

1. Rekabet Analizi

Sun Microsistem firması içinde, ileri imalat teknolojileri (advanced manufacturing technologies) olarak adlandırılan bir takım, pazar araştırması yaparak rakip firmaların ürünleri hakkında bilgi toplamakta ve bu ürünleri satın almaktadır. Bu aşamadan sonra firma içersinde, rekabet analizi olarak adlandırılan ve satın alınan ürünlerin analizi yapılırken;

- Maliyet
- Hizmet
- Test
- Teslim
- Pazara sunma zamanı
- Garanti
- Kalite
- İmal edilebilirlik için tasarım

faktörleri dikkate alınmaktadır. Böyle bir karşılaştırma yöntemi kullanılarak, firmanın istediği hedefe daha kısa zamanda ulaşması sağlanmıştır.

1. Yeni Ürüne “imal edilebilirlik için tasarım” implementasyonu

Yeni ürün geliştirmenin en önemli yönü, geliştirilecek olan ürünün imal edilebilirliğinin ve montajının tasarlanmasıdır. Bu amacın gerçekleştirilebilmesinde kullanılacak en etkili yöntem, ürün tasarım prosesinin imalat içerisinde uygulanabilmesidir. Tasarım (imalat ile ilişkili olarak), Sun Microsistem firması içinde başarı ile uygulanmaktadır. Her geliştirilen yeni ürün ile birlikte, geliştirme zamanı daha kısa, ürünler daha kaliteli ve tasarım bir öncekine nazaran daha güçlü ve daha etkili olmaktadır.

2. Ürünün daha kısa sürede pazara sunumunda etkili olan önleyici ölçüler

Eşzamanlı mühendisliğin temel prensiplerinden biri, planlanan program içinde belirtilen hedef tarihlere zamanında ulaşmaktır. Örneğin, Sun Microsistem firması içerisinde üretilen ve “sunergy” olarak adlandırılan CPU’nun müşteriye teslim tarihi 10 Kasım 1992 olarak belirlenmiştir. Bu tarih bu durumda firma içinde belirlenen bir hedef tarihtir ve amaç bu tarihte ürünün müşteriye ulaştırılmasıdır (Tanrıverdi, 1999)

2.6. Eşzamanlı Mühendislik Bileşenleri

Eşzamanlı Mühendisliğin pek çok avantajı bulunmaktadır. Ürünler, pazara daha kısa zamanda ve daha az maliyetle çıkmakta ve ürünün kalitesi daha tasarım aşamasındayken belirlenebilmektedir. Teknolojinin gerektirdiği yeni yöntemlerle çalışmak, bir takım ruhunu çalışanlar üzerinde uyandırmak ve müşterinin sesini temel girdi olarak değerlendirmek ürün geliştirme çevrimi üzerinde oldukça olumlu iyileşmeler sağlamıştır.

Eşzamanlı mühendislik felsefesinin uygulanmasında karşılaşılabilecek en önemli zorluk, üst yönetimin değişime ikna edilmesidir.

Eşzamanlı mühendisliğin anahtar bileşenleri aslında oldukça basittir (Jarvis, 1998):

- Müşteri ihtiyaçların tasarımın ilk başından net olarak anlaşılması
- Ürün spesifikasyonunda süreklilik (geliştirilmesinde esneklik)
- Ürün geliştirilmesinde bütünüyle tasarlanan sistematik yaklaşım
- Etkin takımların oluşturulması ve desteklenmesi
- Tanımlanan ürün geliştirme prosesinin uygulanmasına dayanan gerçekçi proje planı
- Proje planı dahilinde olan kaynakların elde bulunabilirliği

- Ürün ve prosesin paralel tasarımını desteklemek için tüm takım elemanlarının en baştan katılımı
- Fiziksel prototip ve test etme için gerekli zamanın minimize edilmesi amacıyla uygun teknolojik destek
- Bir projenin içerik tasarımını kolaylaştırılması için standartlaştırma ana tasarımın tekrar kullanılması

Firmalar, belki kendi dinamikleri içinde farkında olmadan veya tam olarak uygulamadan eşzamanlı mühendislik kavramından bihaber olarak fakat onu uygulayarak belli avantajlar elde ediyordur. Ancak bu mühendislik sistematik bir yaklaşımı gerektirir ve elde edilen çıktılar çok daha etkin olacaktır.



3- BİLGİ YÖNETİMİ

Bu bölümde eşzamanlı mühendisliğin temel unsurlarından ve kaynağında olan “bilginin” paylaşımı için “bilgi yönetimi” açıklanacaktır. Eşzamanlı olarak çalışacak birimlerin bilgilerini yaratmaları ve diğer bileşenlere aktarmaları gerekir ve bileşenler arasında bilgi dönüşümünün olması eşzamanlı mühendisliği ve böylece bilgisayarla bütünleşik üretim işleyişini de etkin kılacaktır.

Dünya Drucker’ın ilk olarak ön gördüğü “bilgi toplumu” olma yolunda ilerlemektedir. “Bilgi Yönetimi”, insan kaynakları ve enformasyon teknolojilerinin kaldıraç etkisinden yararlanarak organizasyonel bilgi stokunun derinleşmesi ve genişlemesini amaçlayan stratejik bir yönetim süreci olarak tanımlanabilir (Drucker, 1998). Bilgi yönetiminin çıkış noktalarından en önemlisi organizasyonların sahip oldukları bilginin nerede konumlandığını bilememeleri ve istenilen bilgiye ulaşamadıklarından ve kullanamamalarından olmuştur. (Davenport ve Prusak , 1998)

Bilgi yönetiminin anlaşılması için öncelikle “bilgi”nin anlaşılması gereklidir. Bunun için öncelikle bilgi-veri-enformasyon arasındaki farklılığın ortaya koyulması yerinde olacaktır.

3.1. Veri-enformasyon-bilgi arası ilişkiler

Enformasyon teknolojisindeki gelişim ve bilgiye verilen önemin artması olumlu sonuçların yanı sıra, veri, enformasyon ve bilgi gibi kavramların sıkça ve gerçek anlamları tam olarak bilinmeden kullanılmasına ve anlam kargaşasının oluşmasına yol açmıştır.

Bu alanda çalışma yapan yazarlardan çoğu veri ve enformasyon arasında bir fark olduğunu belirtmiştir, yine önemli bir kısmı da enformasyon ile bilgi arasında da bir fark olduğunu söylemiştir. Her zaman açık olmamasına karşın, üçü arasındaki ayırım hem üretim hem de yönetim süreçleri için çok önemlidir.

Öncelikle veri, enformasyon ve bilgi kavramları tek başına irdelenecek daha sonra çeşitli örneklerle üçünün karşılaştırılması yoluyla anlam kargaşasına son verilecektir.

3.1.1. Veri

Veri kavramı için literatürde birden fazla tanım mevcuttur. Bu tanımlar arasında standart kabul edilmiş bir kesin tanım olmamakla beraber ortak olarak değindikleri noktalar ve verinin özellikleri net bir biçimde ortaya konmuştur. Bu tanımlardan bazıları aşağıda verilmiştir:

"Veri, olaylar hakkındaki ayrı, nesnel gerçeklerin bir kümesidir." (Davenport ve Prusak, 1998)

"Veri bir üretici tarafından insan veya başka bir şey olan bir alıcıya gönderilebilen herhangi bir sinyaldir." (Burton-Jones, 1999)

Organizasyonel bağlamda veri, işlemlerin yapılandırılmış kayıtları olarak açıklanabilir. Bir müşteri bir benzin istasyonuna gidip aracının deposunu doldurduğunda bu işlem kısmen veri ile açıklanabilir: ne zaman satın almayı gerçekleştirdi, kaç litre satın aldı, ne kadar ödedi? Veri neden başka birine değil de o istasyona gittiği hakkında bir şey söylemez ve geri dönme olasılığını tahmin edemez. Bu tür gerçekler o istasyonun iyi mi yoksa kötü mü idare edildiğini, batmakta mı yoksa ilerlemekte mi olduğu hakkında bir şey söylemez. Peter Drucker bir defasında enformasyonun, "ayırıcılık ve amaçla donatılmış veri" olduğunu söylemiştir ki buradan verinin kendi başına az ayırıcı ve amaçlı olduğunu çıkarıyoruz.

Veriler buldukları bağlamın dışında gözlem veya gerçekleri temsil eder, dolayısıyla direkt anlamlı değildir. Verinin temel işlevi bir sistemin, güncel veya geçmiş, bir anlık durumunu yansıtmaktır. Veriyi bir sisteme ait bir fotoğrafın bir parçası olarak düşünebiliriz. Bu fotoğrafın genişliği ve detay düzeyi fotoğrafı çeken kimseye ve o fotoğrafın kullanım amacına göre değişir. Diğer bir deyişle, veriler algılayıcılardan direkt gelenlerdir, bir değişkenin ölçülen düzeyini vurgularlar.

Modern organizasyonlar genelde verileri bir tür teknolojide saklarlar. Veriler sisteme finans, muhasebe ve pazarlama gibi departmanlarca kaydedilirler. Son zamanlara kadar veriler üst yönetimin veya organizasyonun farklı bir departmanının veri talebine cevap veren merkezi bilişim sistemi departmanlarınca yönetilirdi. Güncel eğilim verilerin daha az merkezi, masaüstü bilgisayarların taleplerince kolayca elde edilebilir olmasıdır, ancak ne olduğu, nasıl sakladığımız ve kullandığımızın yapısı aynıdır.

Şirketler veri yönetimini nicel olarak maliyet, hız ve kapasite terimleriyle değerlendirirler: bir parça veriyi yakalamanın maliyeti nedir? Ne kadar hızla sisteme alabilir ve geri çağırabiliriz?

Sistem ne kadarını tutacak? Nitel ölçümler zamanındalık, ilgililik ve açıklıktır: İhtiyaç duyduğumuz zaman erişebilecek miyiz? İsteddiğimiz şey mi? Ondan bir şey çıkarabilir miyiz?

Her organizasyonun verilere ihtiyacı vardır ve bazı endüstriler verilere çok bağımlıdır. Bankalar, sigorta şirketleri, devlet kurumları örneklerdir. Kayıt tutmak bu veri kültürlerinin kalbidir ve etkin veri yönetimi başarıları için esastır. Milyonlarca işlemin kayıtlarının etkin bir biçimde tutmak onların işidir. Fakat bir çok firma için - bazı veri kültürleri bile- daha fazla veri her zaman daha az veriden iyi değildir. Firmalar bazen gerçek olduğu için verileri toplarlar bu nedenle bilimsel kesinlikte bir aldanma yaşarlar. "Yeterli veriyi topla ve objektif doğru kararlar kendiliğinden ortaya çıkacaktır" inancı iki açıdan yanlıştır. Birincisi çok fazla veri önemli olanların algılanmasını ve kullanılmasını zorlaştırır. İkincisi ve daha önemlisi verinin içinde anlam yoktur. Veri sadece olanın bir parçasını tarif eder; yargı, yorum ve hareket zemini yaratmaz. Karar vermenin hammaddesi veriyi içerebilir ama veri size ne yapacağınızı söylemez. Veri kendi önemi ve ilgiliği hakkında hiçbir şey söylemez. Fakat veri organizasyonlar için çok önemlidir. Çünkü enformasyon yaratımının esas hammaddesidir.

3.1.2. Enformasyon

Enformasyon anlaşılması zor bir kavramdır. En kısa şekilde anlatılmak istenirse uygun veriyi ihtiyaç duyulan konu içine yerleştirdiğimizde enformasyon elde etmiş oluruz. Diğer bir deyişle enformasyon, düzenli ve kullanılabilir veriler olarak tanımlanabilir. Örneğin sayılar veri iken, rastgele sayılar tablosu enformasyondur. (Özgen ve Türk, 1998)

Enformasyon kavramı için kullanılacak diğer tanımlar aşağıda verilmiştir:

Enformasyon, belli bir formda işlenmiş ve ancak belli bir alan için anlamlı olabilen, halihazırdaki ve gelecekteki kararlar için sinyaller ifade eden, algılanan veya gerçek değeri olan veri demektir.(Büyük Larousse Sözlük ve Ansiklopedisi)

"Enformasyon alıcıya açık, anlaşılabilir gelen veridir." (Burton - Jones, 1999)

"Enformasyon verileri anlamlı bir bağlama yerleştirmekle ortaya çıkar, genelde bir mesaj yapısındadır." (Zack, 1999)

"Enformasyon, organize edilmiş veya yapı verilmiş veridir, bağlama yerleştirilmiştir ve anlam katılmıştır. Enformasyon üretim sisteminin bir bölümünün mevcut veya geçmiş durumunu anlatır." (Bohn, 1994)

Enformasyonu veriden çıkıp bilgiye giden yolda bir adım olarak düşünmek de mümkündür. Çünkü, organizasyonlar verileri düzenleyerek elde ettikleri enformasyonlar sayesinde istedikleri gerçek bilgiye ulaşabilmektedirler. Bu bilgiye ulaşma gereksiniminin nedeni ise, organizasyonun mevcut durumda veya gelecekteki stratejilerini belirleme ve karar verme sırasında objektif bir desteğe ihtiyaç duyması olarak belirtilebilir. Enformasyon ne kadar doğru oluşturulursa, işletmenin sonuçta elde edeceği bilgi de o kadar iyi bir yönlendirici olacaktır.

Enformasyon, genellikle bir doküman, sözel veya görsel iletişim formatında bir mesaj olarak tanımlanacaktır. Her mesajın bir gönderici, bir de alıcısı vardır. Enformasyonla alıcının bir şeyi algılamasının değişmesi, yargı ve hareketlerinde bir etki yapması kastedilir. Haberdar etmek zorundadır, fark yaratan veridir. Haberdar etmek (inform) asıl anlamıyla şekil vermek demektir ve enformasyonun alan kişiyi şekillendirmesi, bakış açısı ve anlayışında değişiklik yapması kastedilir. Alıcı - gönderen değil - aldığı mesajın gerçekten enformasyon olup olmadığına - haberdar edip şekil vermesine göre - karar verir. Bağlantısız, daldan dala atlayan notlar kümesi gönderen tarafından enformasyon sanılabilir ama alıcı tarafından gürültü olarak da alınabilir. Bunun ileteceği tek mesaj gönderenin zekası veya anlayışı hakkında olabilir.

Enformasyon organizasyonlarda katı ve yumuşak ağlarla hareket eder. Katı bir ağın görülebilir ve tanımlı bir altyapısı vardır: kablolar, dağıtım kamyonetleri, uydu çanakları, postahaneler, adresler, elektronik posta kutuları vs. Bu ağların dağıttığı mesajlar elektronik posta, geleneksel posta, koliler, internet iletileri olabilir. Yumuşak bir ağ daha az örülür ve yapısaldır. Serbesttir. Birisi size anlık olarak bir şeyler söyler ya da elinize bir kağıt tutuşturur, ya da konuşmaya hiç gerek olmadan gözlerinizle bir durumu algılayabilirsiniz.

Verinin tersine enformasyonun anlamı vardır, "ilgililik ve amaç" belirtir. Sadece alıcıyı şekillendirmez, kendisinin de şekli vardır, belli bir amaca göre organize edilmiştir. *Veri, yaratıcısı ona anlam kattığı zaman enformasyon olur.*

Davenport ve Prusak, "Çalışan Bilgi" adlı yapıtlarında veriyi enformasyona dönüştürmek için çeşitli yollar önermişlerdir: (Davenport ve Prusak, 1998)

- Bağlamaştırma: verinin ne amaçla toplandığını biliyoruz.
- Sınıflandırma: verinin analiz birimini ve anahtar bileşenlerini biliyoruz.
- Hesaplama: veri matematiksel ve istatistiksel olarak değerlendirilebilir.
- Düzeltme: verilerden hatalar çıkarılmıştır.

- Yoğunlaştırma: veriler daha kesin bir formatta özetlenebilir.

Enformasyonun en önemli özelliklerinden biri belirsizliği azaltmasıdır. Yani kesin olmalıdır. Veriler proses sırasında eksiksiz ve yanlışsız bir şekilde kullanılmalı ve böylece tam olan enformasyonlara ulaşılmalıdır. (Serin, 2002)

3.1.3. Bilgi

Bilgi yönetiminin anlaşılması için öncelikle “bilgi”nin anlatılması gerekir. Aşağıda bilginin farklı bakış açılarına göre farklı özellikleri öne çıkaran tanımları verilmiştir:

3.1.3.1. Bilginin Tanımı

Bilgi yönetiminin odaklandığı temel birim olan bilginin günümüzde gerek akademisyenler, gerek danışmanlar gerekse iş dünyasındaki profesyoneller tarafından ortaya konulan tarifleri aşağıdaki şekildedir:

- Bilgi, enformasyon, bireysel algı düzeneği ve deneyimin bir karışımıdır (Meral, 1999)
- Bilgi kısmen deneyime bağlı olan, ilişkisel ve aksiyona imkan tanıyan enformasyondur.[7]
- Öğrenme, araştırma veya gözlem sonucu tekrar tekrar elde edilebilen, genelde kabul görebilecek gerçek ve ilkelerin bütününe verilen addır (Dinçmen,2000).
- Bilgi, enformasyonun tecrübe, iletişim veya sonuç çıkarma ile toplanan anlamlı bir şekilde organize edilmiş stokuna dayanarak inandığımız ve değer verdiğimiz şeydir. (Zack, 1999)
- Bilgi, geçerliliği ispat testleriyle oluşturulmuş enformasyondur. (Liebeskind, 1996)
- Bilgi derhal kullanılabilir halde olan herhangi bir enformasyondur. Kelimenin her iki anlamıyla da 'derhal'. Öyle ki yararlı olması için ileri analiz, işleme, yorumlama yollarıyla arabulucuk edilmesine gerek duymamalıdır. Hazır erişebilir ve anlaşılır olmalıdır. (Van Ewyk, 1998)
- Bilgi enformasyon ve verinin; insanların beceri, uzmanlık, düşünce, sezgi ve yorum potansiyeli ile birleşerek yeni bir düşünce üretme, problem çözme ya da karar verme amacıyla kullanılacak biçime dönüşmüş halidir. Başka bir deyişle, etkin bir eylem yapabilmek için gerekli yeterliliklere dönüştürülmüş enformasyondur. (Sancı, 2000).

- Bilgi; tecrübe, bağlam, yorum ve tepkiyle birleştirilmiş enformasyondur. Karar ve uygulamaya hazır bir enformasyon şeklidir. (Davenport ve Prusak, 1998)
- Bilgi yeni tecrübeleri ve enformasyonu değerlendirmek ve kapsama almak için bir çerçeve sunan çerçeveli tecrübe, değerler, bağlamsal enformasyon ve uzman anlayışlarının sıvı bir karışımıdır. (Davenport ve Prusak, 1998)

Yukarıda verilmiş olan tanımların çeşitliliği bilginin ne olduğu konusunda üzerinde kesin olara uzlaşmış bir fikir olmamasından ve bilgi kavramının soyutluğundan kaynaklanmaktadır.

Çoğu insanın bilginini veri ve enformasyondan daha geniş, daha derin ve daha zengin olduğu yönünde sezgisel bir kamsı vardır. İnsanlar "bilgili birey"den bahsederler ve o nesne hakkında titiz, haberdar ve güvenilir kavrayış sahibi birini, eğilimli ve zeki birini kastederler. Bilgili birey veya gruplar tarafından üretilmiş olsa da "bilgili" veya "bilgi dolu" bir notluk, defter veya veritabanından bahsetmezler.

Bilgi, bilenlerin akıllarında ortaya çıkar ve kullanılır. Organizasyonlarda, genellikle sadece dokümanlar ve ambarlarda değil organizasyonel rutinler, süreçler, pratikler ve normlarda yerleşiktir.

Enformasyonun veriden türediği gibi, bilgi de enformasyondan türer. Enformasyon bilgiye dönüşecekse tüm işi insanlar yapmalıdır. Bu dönüşüm için yine Davenport ve Prusak'ın çalışması kullanışlı yöntemler sunmaktadır: (Davenport ve Prusak, 1998)

- Karşılaştırma: bir durum hakkındaki enformasyon, bildiğimiz diğer durumlarla nasıl benzerlik ve farklar belirtiyor?
- Sonuçlar: enformasyonun karar ve hareketler (davranışlar) üzerine ne etkileri var?
- Bağlantılar: bu bilgi parçası diğerleriyle nasıl ilişkilidir?
- Konuşma: diğer insanlar bu enformasyon hakkında ne düşünüyor?

Açıkça bu bilgi yaratıcı aktiviteler, insanların içinde ve arasında oluyor. Veriyi kayıt ve işlemlerde, enformasyonu mesajlarda buluyorken bilgiyi bireylerden veya bilenler grubundan, bazen de organizasyonel rutinlerden ediniriz. Kitap ve dokümanlar gibi yapılandırılmış ortamlarla ve konuşmadan çıraklığa kadar değişen insan insana ilişkilerle dağıtılır.

Bilginin diğerk anlamları, veri ve enformasyondan farklılaştırma eğiliminde olanları, gerçeği yansıtması ve dolayısıyla hareket için temel oluşturmasıdır.

Enformasyonun değeri ayrıca alıcının önceki bilgilerine de bağlıdır. Eğer bir konu hakkında hiçbir bilginiz yoksa o konuda bir veriden anlam çıkarmak imkansızca yakın zordur. Tersine bir konuyu ne kadar bilirsek, hakkındaki verileri anlamaya o kadar yatkın oluruz.

Tüm bu yaklaşımları değerlendirdikten sonra bilgi kavramına ilişkin özgün bir tanımlama sunulmaktadır:

Bilgi, yorumlama, test etme, kullanma ve önceki bilgilerle karşılaştırma yollarıyla işlenerek değer sistemine katılan ve her an kullanılabilir halde tutulan enformasyondur.

3.1.3.2. Veri-Enformasyon-Bilgi Karşılaştırması

Veri, enformasyon ve bilgi gibi sözcükler aynı olguyu tarif etmek için gevşekçe kullanıldığından bunlar arasındaki farkları ortaya koymak da en az bilginin kendisini tanımlamak kadar önemlidir.

Bu kavramlar birbirleriyle yakından ilişkilidir fakat aynı şeyi ifade etmediklerini önceki bölümdeki açıklamalar ortaya koymaktadır. Şimdi ise veri, enformasyon ve bilgi kavramlarını aynı anda açıklamaya çalışalım:

Verinin en basit tanımı olarak “olaylar hakkındaki kesikli objektif niteliklerdir” diyebiliriz.(Yavuz, 2001)

Verinin kendine has bir anlamı yoktur. Veriler enformasyon üretiminin hammaddesidir. Veriler sınıflandırılır, özetlenir, analiz edilir ve yorumlanarak enformasyon haline getirilir.

Enformasyon ya doküman ya sesli ya da görsel ileti formunda bir mesajdır. Enformasyonun amacı alıcının yargılaması ve karar vermesine yardımcı olmaktır. Verinin aksine enformasyon, yorum içerir ve bu yorum enformasyonun alıcısı tarafından kendi görüş ve deneyimi doğrultusunda sentezlenerek aksiyona imkan tanıyan “bilgi” haline gelir.

Veri, enformasyon ve bilgi birbirlerini destekleyen akraba kavramlardır (Dinçmen, 2000).

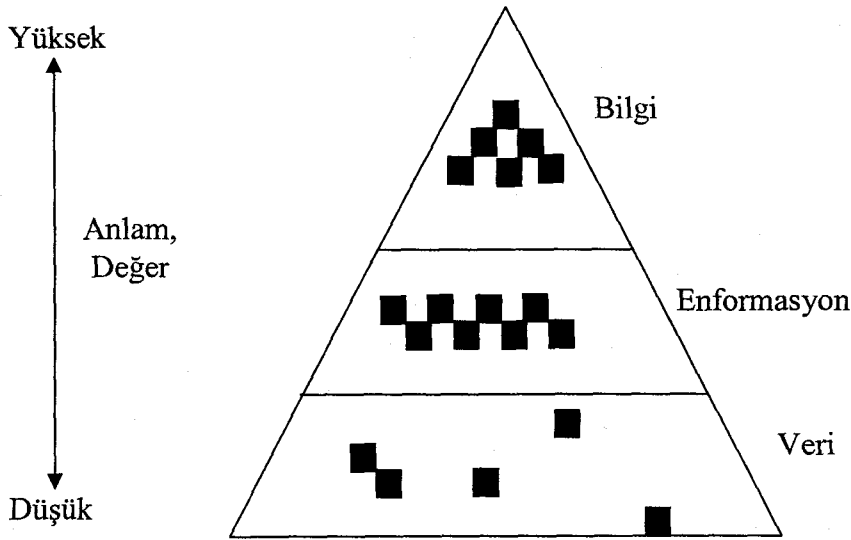
Bir örnek üzerinde bu üç kavram arasındaki farkları ve dönüşümleri açıklayalım.

Aşağıda (Çizelge 1) veri-enformasyon-bilgi arasındaki farklılıkları gösteren bir örnek verilmiştir.

Çizelge1. veri-enformasyon-bilgi arasındaki farklılıklara örnek (KPMG Management Consulting Report)

Veri	Tren kalkış saatlerini içeren bir tablo (kullanılabilir hale gelmesi için analiz edilmesi gerekir)
Enformasyon	Trenin gitmek istediğimiz yere hareketini bildiren bir anons (belirli bir anlama sahiptir)
Bilgi	Bu trenin gitmek istediğimiz yere ilk varacak tren olup olmadığını (tren aktarma yapabilir veya ekspres gidebilir) bilmek (iç görü ve deneyime dayanır)

“10.15” bir veri olup, “Tren saat 10.15’de kalkıyor” ifadesi bir enformasyondur. Bu enformasyonun bir kişi için “bilgi” olması, benimsenmesi, sahiplenilmesi ve kullanılmasıyla gerçekleşmektedir. Diğer bir deyişle bir kişi sürekli 10.15 trenini kullanıyorsa, bu tren onun için bir anlam taşıyorsa “Tren 10.15’de kalkıyor” ifadesi o kişi için artık bir bilgidir. Özdeş şekilde, bir şirketin pazarlama faaliyetleri ile ilgili bir enformasyon bu bölümde çalışanlar için aynı zamanda bir “bilgi” olabileceği gibi, örneğin üretim bölümü çalışanları için yalnızca bir “enformasyon” olmanın ötesine geçemeyebilir (Dinçmen, 2000). Aşağıda veri-enformasyon-bilgi dönüşümü anlam ve değer yönünden şekil.3.1de verilmiştir.



Şekil 3.1. Veri - Enformasyon - Bilgi

Bilgi, veri ve enformasyona kıyasla daha anlamlı olduğundan ve böylece aksiyona olanak sağladığından daha değerlidir.

Diğer birkaç örnek ayırımın pekişmesini sağlayacaktır:

"Bugün hava sıcaklığı 35°C'dir" ifadesi bir veridir. İfade haline getirilmeden veri tabanında saklanabilir olan haliyle sadece "35" olarak alabiliriz. Tek başına bir anlamı yoktur. "Bu sıcaklık yılın bu dönemi için normalin üzerindedir" ifadesi ise bir enformasyondur. Veriye anlam katılmış, bir karşılaştırma yapılmıştır. "Hava sıcaklığı böyle devam ederse kayak gezisini ertelememiz gerekebilir" ifadesi ise yorumlanarak ve önceki bilgilerle (bir kayak gezisinin düzenlenmiş olduğu, hava sıcaklığının yüksek olması durumunda kayak gezisinin anlamlı olmayacağı, vs.) bir arada ele alınarak her an kullanılabilir bir değer haline getirilmiştir.

Bir diğer örnek de üretimden seçilebilir. Örneğin özdeş olması beklenen bir parti imalat parçasının kritik boyutunun ölçüm dizisini düşünelim, bu ham veridir. Sistemin bir bölümünün bir zaman noktasındaki durumuna ilişkin bir fotoğraftır. Eğer bu veriler bir kontrol diyagramı üzerine çizilirse, o parçaların üretim süreçleri hakkında enformasyon sağlamış olurlar. Ölçülerin bir eğilimi olabilir, proses kontrol limitinin dışında olabilir, izin verilen toleransın dışında olabilir ya da hiçbir tarif edilebilir kalıp göstermeyebilir. Bunların tamamı enformasyondur, bilgi değil. Süreç hakkında bilgi "kontrol diyagramı böyle görüldüğü zaman A makinesinin kalibrasyona ihtiyacı vardır" (nedensel ilişki ve kuralcı karar) ya da "Kontrol diyagramı yeni bir partinin ilk saati için kontrol altında olduğu zaman, genellikle o vardiyanın sonuna kadar aynı kalır" (kestirim) gibi ifadeler olabilir.(Yavuz, 2001)

3.2. Bilginin Çeşitleri

"Bilgi Yönetimi" konusunda uygulamalara girişecek organizasyonların bilginin niteliğindeki farklılığı göz önüne almamaları halinde başarısızlığa uğramaları, iş başarıları açısından somut bir gelişme elde edememeleri muhtemeldir.

Bilgi bilgidir, nasıl birbirinden farklı olabilir şeklinde bir soru akla gelebilir.

"Bilgi Yönetimi" alanındaki tartışmalar bilginin iki farklı türünün olduğunu ortaya koymaktadır:

3.2.1 Açık Bilgi

Formal ve sistematik bir yapıya sahip, kelimeler, matematiksel formüller ve sayılarla kolayca ifade edilebilir, kolayca iletilebilir ve dokümante edilebilir bilgi. Bu kapsamda organizasyonlarda açık bilgi aşağıdaki şekillerde bulunur:

- ✓ Veri Tabanları
- ✓ Prezentasyonlar
- ✓ Organizasyon Şeması, El Kitapları, Prosedürler
- ✓ Raporlar
- ✓ Ürün ve Üretime Yönelik Teknik Dokümantasyon
- ✓ Ve benzeri..

3.2.2.Örtülü Bilgi

Yüksek oranda kişisel olan, kelimeler, matematiksel formüller ve sayılarla ifade edilmesi güç ve bu nedenle kolayca iletilemeyen ve dokümante edilemeyen bilgiye örtülü bilgi denir.

Bu kapsamda organizasyonlarda örtülü bilgi aşağıdaki şekillerde bulunur:

- Çalışanlar
- Organizasyonel Kültür ve Pratikler

Örtülü bilgi kavramını ilk ortaya atan Michael Polanyi "Söyleyebildiklerimizden bilebiliriz" demiş ve en basitinden bisiklet sürmeye ilişkin bilginin tarif edilmesinin dahi güçlülüğünü iddia etmiştir. Gerçekten de bisiklet sürme konusunda bir başkasına verebileceğimiz bilgiler o kişinin bisikleti bizim kadar iyi sürebilmesini ve hatta bisikleti sürebilmesini bile sağlamayabilir.

Organizasyonlarda bilgi yaratımı açısından örtülü bilgiyi açık bilgiye oranla daha üstün tutan Nonaka ve Takeuchi (1995) de söz konusu bilginin göz ardı edilmesinin organizasyonların çevrelerini değiştirebilme potansiyelini çöpe atmakla eş anlamlı olduğunu iddia etmektedir.

Nonaka ve Takeuchi'nin görüşleri "Bilgi Yönetimi"ni geçmişte son derece popüler hale gelmiş olan "Yönetim Enformasyon Sistemleri" akımından ayıran en önemli temelin örtülü bilginin varlığının kabulünden geçtiğini göstermektedir.

Örtülü bilginin ortaya çıkarılmasında insan kaynakları bölümünün önemli rolü vardır. İnsan kaynakları öğrenmeyi ve bilgi edinilmeyi hızlandırma, firmanın stratejik hedeflerine ulaşması için insan sermayesini yaratma aşamasında rol oynamaktadır. Strateji kuramcısı Henry Mintzberg bu konuda “Örgütlerin stratejik veri bankaları aslında bilgisayarların kapasitesi değil yöneticilerin beyinleridir” demiştir.(Finerty, 1998)

3.3. Bilgi Dönüşümü

Bilgi yaratımı süreci döngüsel bir süreçtir. Örtülü ve açık bilgi iletişimi sayesinde karşılıklı etkileşime girerek dönüşüm geçirebilirler ve yeni bilginin yaratılmasına olanak sağlarlar.

Yeni bilginin yaratımı için ön şart olan bu döngü sosyal yanı ağır basan bir süreçtir. Bireysel düzeyde bilgi yaratımı dahi kendini söz konusu sosyolojik boyuttan arındıramaz. Çünkü birey dahi dış çevresini algılama sürecinde çevresiyle sosyal bir etkileşim içerisinde.

Bilginin örtülü ve açık bilgi arasındaki bu etkileşim ve dönüşüm sonucu ortaya çıktığı hipotezi dört farklı tipte bilgi dönüşümünü öngörmemizi gerektirir.

Aşağıda, bilgi yaratımının motorunu oluşturan bu dört tip bilgi dönüşümü şematize edilerek verilmiştir (çizelge 3.3).

Çizelge 3.3 Bilgi dönüşümü tipleri (Nokata ve Takeuchi, 1995)

	ÖRTÜLÜ BİLGİ	AÇIK BİLGİ
ÖRTÜLÜ BİLGİ	SOSYALLEŞTİRME	DIŞSALLAŞTIRMA
AÇIK BİLGİ	İÇSELLEŞTİRME	KOMBİNASYON

• Sosyalleştirme

Deneyimlerin paylaşımı yoluyla yeni örtülü bilginin oluşumunu anlatır. Örtülü bilginin elde edilmesinde anahtar faktör deneyimlerin paylaşılması ve ortak zihinsel modellerin, kavrayışların geliştirilmesidir.

Kişilerin sahip olduğu farklı örtülü bilgiler karşılıklı etkileşim sonucu yeni örtülü bilgilerin oluşmasını sağlar. Oluşturulan bu ortak zihinsel modeller ise grup üyelerinin ortak dili konuşarak ortak amaçlara yönelmelerine yardımcı olur. (Nokata ve Takeuchi, 1995)

• Dışsallaştırma

Dışsallaştırma örtülü bilginin açık kavramlarla ifade edilmesini anlatır. Bir düşünceyi kavramsallaştırırken genelde kelimelerden yararlanırız ama zaman zaman kelimelerin yetersiz kaldığı durumlarla karşılaşırız.

Örtülü bilginin açık hale getirilmesinde de mecaz anlatımlar, analogiler ve modellemeler önemli bir yer tutar. (Nokata ve Takeuchi, 1995)

• Kombinasyon

Kombinasyon farklı farklı açık bilgilerin bir sistem çerçevesinde entegre edilmesi işlemidir. Varolan bilginin yeniden sınıflandırılması, eklemeler yapılması vasıtasıyla yeni bilgiler ortaya çıkabilir. Örneğin üst yönetimin vizyona yönelik hedeflerinin alt kademe yöneticiler tarafından uygun bir şekilde yeniden düzenlenmesi ve alt kademenin kavrayışına uygun hale getirilmesi kombinasyona örnek verilebilir. (Nokata ve Takeuchi, 1995)

• İçselleştirme

İçselleştirme açık bilginin örtülü bilgiye dönüşmesini ifade etmektedir. Deneyerek öğrenme ile yakından ilişkilidir. Açık bilginin örtülü bilgiye dönüşebilmesi için dokümantasyon ve organizasyonel yayılım önemlidir. Bu şekilde çalışanlar yeni bilgiyi elde ederler ve deneyimleme yoluyla bu bilgiyi içselleştirerek örtülü bilgiye dönüştürebilirler. (Nokata ve Takeuchi, 1995)

3.4. Bilgi Yönetiminin Tanımı

"Bilgi Yönetimi" ya da "Entelektüel Sermaye Yönetimi" modern yönetim uygulamalarının kaçınılmaz olarak ortaya çıkan ve büyüyen alanlarından bir tanesidir. Bununla birlikte, Bilgi Yönetiminin tam olarak ne olduğu konusunda somut bir tanıma henüz varılamamıştır.

Bilgi Yönetimi teriminin kökleri Peter Drucker (1998) tarafından geliştirilen "Bilgi İşçisi" kavramına ve Drucker'ın bu işçi türünün organizasyonlara hakim olacağı yönündeki inancına dayanıyor. Neden? İki temel nedenden ötürü, birincisi gün geçtikçe insanların yerini akıllı ve esnek makineler alıyor ve el işi kayboluyor. İkincisi iş ortamları öyle hızlı değişiyor ki firmaların hayatta kalabilmeleri ve gelişebilmeleri için kalan çalışanların ne yaptıklarını ve niçin yaptıklarını sürekli düşünecek ve eleştirecek yeterlilikte olmaları gerekiyor. Yani iş gerekleri fiziksel olmaktan uzaklaşıp zihinsel hale geliyor.

Bilgi Yönetimi ile ilgili birbirinden farklı çok sayıda bakış açısı ve yaklaşım olmasına rağmen bunların tamamı bilginin yönetilmesi gereken değerli bir kaynak olduğu ve bilgi yönetiminin esasının doğru bilgiyi doğru zamanda doğru formatta doğru kişiye iletme stratejisini belirlemek ve uygulamak olduğu görüşü etrafında toplanıyor.

Aşağıda gerek iş dünyası, gerek danışmanlık şirketleri gerekse akademisyenlerin "Bilgi Yönetimi"ne yönelik yaptığı tarifler verilmiştir.

- "Bilgi Yönetimi organizasyonel değer ve müşteri değeri yaratımına yönelik bilginin yaratımı ve organizasyon içi akışını mümkün kılan strateji ve süreçlerin bütünüdür." APQC
- "Bilgi Yönetimi, organizasyonda enformasyon ve uzmanlığın lokalizasyonu, organizasyonu, yayılımı ve kullanımı sürecidir. Bilgi Yönetimi Sürecinin dört anahtar mümkün kılıcısı vardır: Liderlik; kültür, Teknoloji, Ölçüm", APQC
- "Organizasyonların bilgiyi elde etmesi, analiz etmesi, uygulaması ve tekrar kullanabilmesi yoluyla daha hızlı, daha becerikli ve daha iyi kararlar almalarını ve rekabetçi avantaj elde etmelerini sağlayan sistematikler bütünü" Ernst & Young
- "Organizasyonun bilgi ihtiyaçlarının karşılanmasını garantileyen ve organizasyonun mevcut bilgi varlıklarının sonuna kadar kullanımı amaçlayan yönetim süreci." (Karl,1997)
- Bilgi yönetimi bilgileri yönetmenin ötesinde, bilgiyi geliştirme, koruma, kullanma ve paylaşmadan oluşan süreçlerin yönetimi ile ilgilidir. Yani bilgi yönetimi ulaşılabılır ve gerekli bilgileri, bu bilgilerin kullanımı için gerekli olan işlemlerin tanımlanmasını ve analizini kapsar.[4]

- "Bilgi Yönetimi organizasyonel hedeflerin gerçekleştirilmesi için mevcut ve ihtiyaç duyulan bilgilerin belirlenerek bilgi varlıklarını geliştirici faaliyetlerin planlanması ve kontrolüdür." (Robert M. Taylor – KPMG)
- "Bilginin elde edilmesi, kaydedilmesi, kullanılıp geliştirilmesi ve güncelliğini kaybettiğinde de arşivlenmesi işlemlerinin doğru ve ekonomik olarak gerçekleştirilmesi." (Dinçmen, 1997)
- Bilgi yönetimi, derhal kullanılabilir bilgi haline getirmek için enformasyonu işlemek, rafine etmek, yakalamak, analiz etmek, yorumlamak, organize etmek, ifade etmek ve kontrol etmek için kullanılan sistem veya sistemler kümesidir. (Drucker, 1998)
- Bir organizasyona yönelik bilgi yönetimi, organizasyonun kendisinin ve başkalarının deneyimlerinden bilgi elde etmesi ve bu bilginin organizasyonun misyonunu yerine getirmesi için kullanılması amacıyla gerçekleştirdiği faaliyetleri kapsar. Bu faaliyetler teknoloji, organizasyonel altyapılar ve varolan bilgi düzeyini yükseltme ya da yeni bilgiler yaratmaya yönelik stratejilerce yönlendirilir. Burada kritik olan nokta, ilgili sistemde yer alan unsurların (organizasyon, insan, bilgisayar ya da bütünleşik insan bilgisayar sistemleri) öğrenme, problem çözme ve karar vermeye yönelik olarak bilgiye ulaşma, bilgiyi saklama ve bilgidен yararlanma becerilerinin geliştirilmesidir.
- Bilgi ortaya çıkar. Kaydedilir, saklanır, kullanılır, geliştirilir ve güncelliğini kaybettiğinde arşive kaldırılır. "Bilgi Yönetimi" dendiğinde, bu aşamaların doğru ve ekonomik bir biçimde gerçekleştirilmesi kastedilmektedir.

Bu tanımlar ışığında, Bilgi yönetimi, genel olarak, bir organizasyonun başarısında önemli bir rol oynayan bilginin geliştirilmesi, korunması ve kullanılmasına yönelik sistematik bir yaklaşım ve bir organizasyonun entelektüel varlıklarının müşteriye değer yaratmak ve rekabet üstünlüğü sağlamak amacıyla kullanılması olarak tanımlanabilir.

Tüm bu tanımlamadan da anlaşılacağı gibi, Bilgi Yönetimi, "Teknolojinin bir parçası " ya da "bilgisayarla ilgili bir konu" değildir. Bilgi Yönetiminin bilgisinin keşfedilmesi ya da yaratılması, yayılması ve kullanılmasına yönelik tüm süreçleri kapsadığını düşünürse, bilginin teknolojik bir kavramdan çok daha öte bir şey olduğunu ve bunun bileşenlerinin gerçekleştirilen her türlü işin içinde var olduğunu kabul etmek gerekir. Bunun sonucunda gelinen nokta ise, bir organizasyonun Entelektüel varlıklarını (gerek kaydedilmiş durumdaki açık bilgiler, gerekse organizasyon üyelerinin bilgi ve becerileri) daha yüksek bir üretkenlik düzeyine, yani değerlere ve artan rekabet gücüne dönüştüren bir stratejidir. Yöneticilerden

çalışanlara kadar organizasyondaki tüm bireylere, ortak bir varlık olarak ne şekilde beceri üreteceklerini ve bunları en yararlı hale getireceklerini öğretir.

3.5. Açık ve Örtülü Bilginin Yönetimi

Sonuçta bilgi yönetimi kayıtlı (açık) ve örtülü bilgi açısından farklılık göstermektedir. Kayıtlı bilginin yönetiminde canlıların yaşam döngüsüne özdeş bir çevrim göze çarpmaktadır. Bu çevrimde bir anlamda doğma, büyüme, üreme, yaşlanma ve yok olma aşamalarını görmek söz konusudur. Canlılarda tamamen yok olma yerine diğer canlılara kaynak oluşturma söz konusu olduğunda, bilgi için de son aşamada diğer bilgilere kaynak oluşturma göze çarpmaktadır. Kayıtlı bilgi çevriminin aşamaları şu şekilde sıralanır:

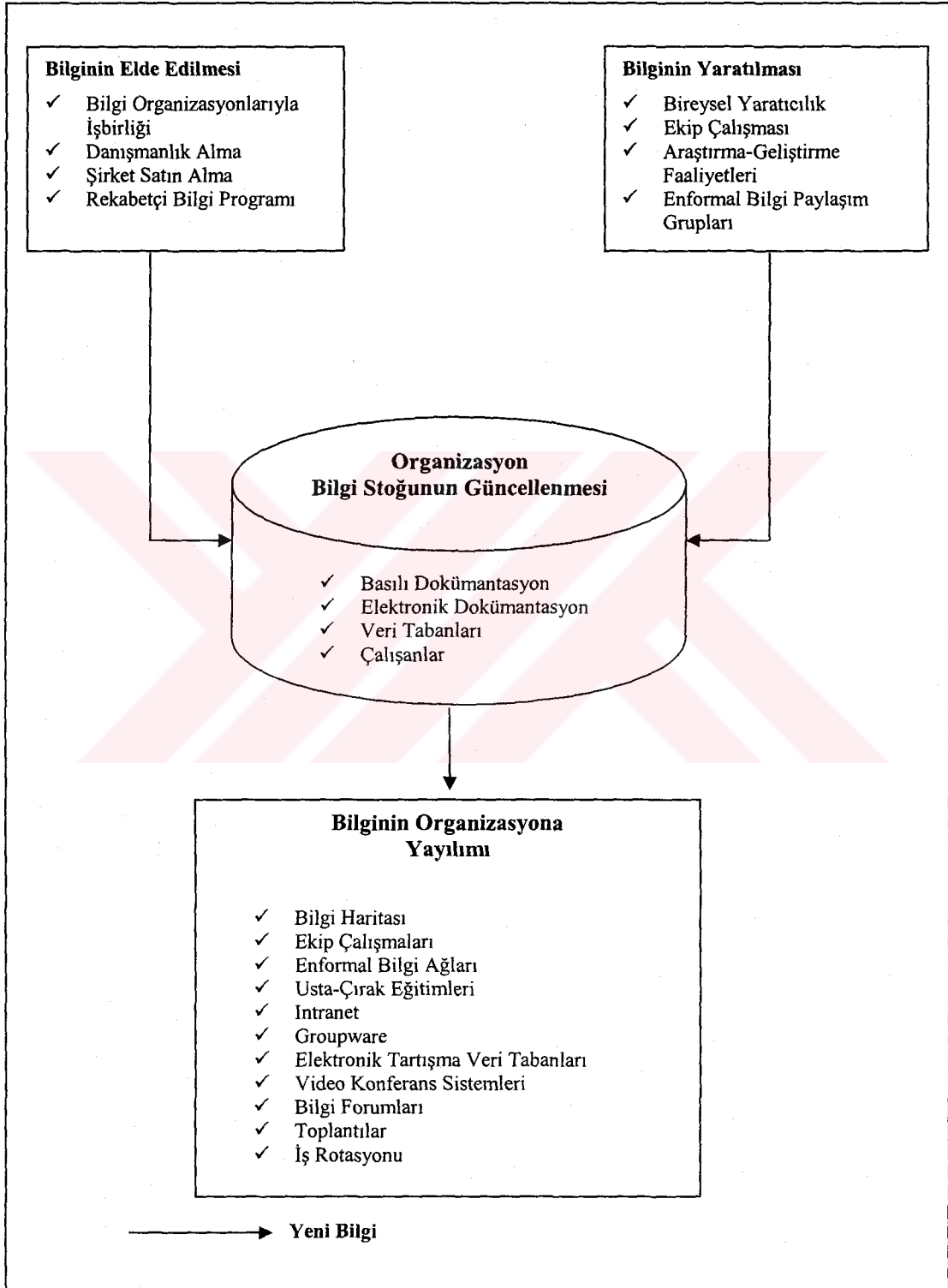
- Yeni bilgi gereksiniminin yaratılması, doğması
- Gereksinim duyulan yeni bilginin aranması ve bulunması
- Bulunan yeni bilginin belli bir şekilde (metin, formül vs.) kayıt altına alınması
- Kaydedilen yeni bilginin uygun bir ortamda saklanması
- Yeni bilginin kullanılması
- Yeni bilginin diğer kullanıcılara, çalışanlara aktarılması
- Yeni bilginin araştırma geliştirme faaliyetleri ile geliştirilmesi
- Yeni bilginin günlük iş hayatında artık kullanılmayacaksa arşive kaldırılması

Belirtilen bu aşamalar bir zincirin halkaları gibi görülmeli ve her aşamaya eşit önem verilmelidir. Herhangi bir aşamanın göz ardı edilmesi durumunda bilgi çevrimi kopmakta ve gerçekleşmemektedir. Örneğin kaydedilen bilginin uygun ortamda saklanması (4.adım) gerçekleşmezse bu bilginin kullanılması da mümkün olmaz. Sekiz adımdan oluşan bu çevrimin, işletmedeki her birey, takım, bölüm tarafından gerçekleştirilmesi ile o işletmede bilgi yönetiminden bahsetmek mümkün olacaktır. Bu çevrimin işletmede sürekli olarak gerçekleşmesi için işletmenin belli bir düzeyde yönetsel ve teknolojik beceri ve kapasiteye sahip olması gerekmektedir.

Örtülü bilginin yönetiminde ise ilk aşamada birey, takım, bölüm ve şirket bazında bu tür bilginin kayıtlı (açık) bilgi haline gelebilmesi için yapılan çalışmalar karşımıza çıkar. Kayıtlı hale gelen örtülü bilgi şirkette yayıldığı zaman birey, takım, bölüm ve şirket bazında yeni

örtülü bilgilerin gelişmesine neden olur. Gelişen örtülü bilgilerin de kayıt altına alınma ve yayılma çabalarıyla işletmedeki örtülü bilgi miktarı artar (Dinçmen, 2000).

3.6. Bilgi Yönetim Modeli



Şekil 3.6. Bilgi yönetimi alt sistemleri (Meral, 1999)

"Bilgi Yönetimi Alt Sistemleri"nin etkileşimini gösteren şekil 3.6'da oluşturulan model ileride anlatılacak olan sistematiklerin entegrasyonu ile ortaya konmuştur. Söz konusu modelde alt sistemlerin işleyişindeki mümkün kılıcılar da detaylandırılmıştır.

3.7. Bilgi Yönetiminin Alt Sistemleri

Bilgi günümüz organizasyonları için finansal kaynaklar, pazar payları, teknoloji gibi geleneksel şirket varlıklarına oranla stratejik bir varlık haline gelmektedir.

Organizasyonların kültürleri, operasyonları, sistemleri ve süreçleri bilgi ve deneyime dayalıdır. Müşterilere daha iyi, farklı servis ve ürünler sunabilmenin yolu çalışanların ve organizasyonel süreçlerin geliştirilmesinden, bu ise organizasyonun sahip olduğu bilgi varlıkları stoğunun zenginliğinden geçmektedir.

Bu bölümde organizasyonlarda "Bilgi Yönetimi"nin bütünselliği açısından önemli olan aşağıdaki alt sistemlere değinilecektir:

- Bilginin Elde Edilmesi ve Üretimi
- Bilginin Depolanması ve Bilgiye Ulaşım
- Bilginin Organizasyonel Yayılımı

Organizasyonlarda "Bilgi Yönetimi"nin bütünselliği ve dolayısıyla başarısı tüm bu alt sistemlerin etkin yönetimine bağlıdır.

Benzer şekilde Davenport vd.(2001) lerine göre bilgi yönetimi süreci üçe ayrılır:

1. Bilginin üretilmesi
2. Bilginin sıralanması
3. Bilginin aktarılması

3.7.1. Bilginin Elde Edilmesi ve Üretimi

Organizasyonlarda "Bilgi Üretimi" ile organizasyonun bilgi varlıkları stoğunun zenginleştirilmesi kastedilir. Bilgi varlıkları stoğunun zenginleşmesi ya organizasyonun yeni bilgi üretimi ile ya da organizasyonun çeşitli kaynakları kullanarak bilgi elde etmesi ile sağlanır. Elde edilen bilginin mutlaka yeni yaratılmış olması gerekmez, kuruluş için yeni olması yeter. Bilgiyi elde etmenin en doğrudan ve genellikle en etkili yolu onu satın almaktır,

yani bilgiye sahip olan bir kuruluşu satın almak ya da bilgili insanları işe almak vb. Bilgi elde etmenin çok çeşitli yolları vardır:

- Satın Alma Yoluyla Bilgi Elde Edilmesi
- Bilgi Organizasyonlarıyla İşbirliği ile Bilgi Elde Edilmesi
- Araştırma - Geliştirme Birimleri ile Bilgili Üretimi
- Ekip Çalışması ile Bilgi Üretimi
- Kendi Kendine Organize Olan Bilgi Paylaşım Ağları ile Bilgi Üretimi

3.7.2. Bilginin Depolanması ve Bilgiye Ulaşım

Organizasyonlar gerek dış çevreden elde ettikleri gerekse kendi içlerinde yarattıkları yeni bilgileri çalışanlarının kullanımına sunarak aksiyonda bulunmak ve/veya yeni bilgi yaratımında kullanabilmek için öncelikle bu bilgileri kayıt altına almak ve bilgi stoğunu güncellemek zorundadırlar.

Aksi takdirde elde edilen bilginin kaybolması veya bilginin organizasyon geneline yayılamaması sorunuyla karşı karşıya kalacaklardır.

Günümüzde organizasyonlarda bilgi genel olarak üç şekilde bulunur:

- Basılı Dokümanlardaki Yapısal Bilgi
- Elektronik doküman ve Veri Tabanlarındaki Yapısal Bilgi
- Çalışanların Hafızasındaki Örtülü Bilgi

3.7.2.1. Örtülü Bilginin Depolanması

Organizasyonların günlük çekeceği nokta örtülü bilginin depolanması alanında yaşanacaktır. Yapısal hale getirilmesi ve dolayısıyla depolanması oldukça güç olan bu tür bilginin organizasyonel bilgi stoğuna alınabilmesi ya da en azından bireylerin organizasyondan ayrılması ile söz konusu bilginin kaybolmasının önüne geçilmesi için uygulanabilecek yöntemler oldukça kısıtlıdır.

3.7.2.2. Açık Bilginin Depolanması

Açık ve yapısal bilginin basılı doküman, elektronik doküman veya veri tabanlarında depolanması ise örtülü bilginin depolanmasına göre oldukça kolaydır.

Organizasyonların etkin bilgi güncellemesi yapabilmeleri öncelikle basılı doküman veya elektronik doküman arasında tercih yapmalarını gerektirmektedir.

Günümüzde enformasyon teknolojilerindeki gelişmeler bilginin elektronik ortamda depolanmasını, ihtiyaç duyulduğunda tekrar kullanımı ve güncellenmesi açısından basılı dokümanlara oranla daha avantajlı kılmaktadır.

3.7.3. Bilgiye Ulaşım

Bilgi ambarları bilginin kayıt altına alınmasına odaklanırken bilgiye erişim amacıyla organizasyonlar kendi "Bilgi Haritaları"nı oluşturmaktadırlar.

Bu noktada "Bilgi Haritaları" kavramının açılımını yapmanın yerinde olacaktır:

• Bilgi Haritaları

"Organizasyon Bilgi Haritası" organizasyonda mevcut bilginin lokasyonu hakkında çalışanlara rehberlik eder.

"Bilgi Haritası" bilgiyi ihtiva eden bir "Bilgi Ambarı" değildir, adından da anlaşılacağı üzere bilgi kullanıcılarına aradıkları bilgiyi hangi dokümandan, veri tabanından ya da kişiden sağlayabileceklerine dair fikir verir.

"Bilgi Haritası" oluşturulurken öncelikle organizasyonun sahip olduğu bilgilerin ve lokasyonunun belirlenmesi gerekir.

İkinci aşamada yapılması gereken organizasyonel bilginin şematize edilmesi ve organizasyon çalışanlarının kullanımını için yayınlanmasıdır.

"Bilgi Haritası"nın ek bir yararı da organizasyon bilgi stokunu ortaya koyması ve organizasyonun ek hangi bilgilere ihtiyaç duyduğunu belirlemede yardımcı olmasıdır.

Organizasyonlar "Bilgi Haritası" geliştirme projelerinde sıklıkla anketlere başvururlar. Bu anketlerde aşağıdaki iki soruya cevap aranır:

- Çalışanın sahip olduğu bilgiler nelerdir?
- Çalışan işini yaparken hangi bilgilere ihtiyaç duymaktadır?

"Bilgi Haritaları"nın çalışanların kullanımına sunulmasında enformasyon teknolojilerinden yararlanılması revizyon ve arama kolaylığı açısından yerinde bir karar olacaktır.

Özellikle web tabanlı Intranet teknolojisi "Organizasyon Bilgi Haritaları"nın yayınlanması için ideal bir ortamdır.

3.7.4. Bilginin Organizasyonel Yayılımı

"Bilgi Yönetimi"nin kritik safhalarından biri de bilginin transferidir.

Organizasyonlar sürekli olarak bilgi transferinin gerçekleştiği yerlerdir. Çalışanlar arası sürekli bir bilgi değişimi söz konusudur. Fakat bu transferler genelde yerel kalmakta ve organizasyon geneline yayılamamaktadır.

Çalışanlar belirli bir konuda bilgisi en fazla olan kişiyi bilmediklerinden kendilerine yardımcı olabilecek en yakınlarındakilerden bilgi alma eğilimindedirler. Bu ise yapılan işlerin eksik veya yanlış bilgilere dayanılarak yapılması sonucunu getirmektedir.

Ayrıca organizasyonlar büyüdükçe aranılan bilginin yakınlarda bir yerlerde bulunabilmesi ve çalışanın bilgiyi nerede bulacağına dair ön görüşünün başarılı çıkması olasılığı azalmaktadır.

Bu noktada bir önceki bölümde ele alınan "Bilgi Haritaları"nın hazırlanmasının çalışanların bilgi sahibi kişilere ulaşım ve ardından bilgi transferi için atılması gereken ilk adım olabilir.

Bilginin transferinde hangi yöntemlerin kullanılabileceğini yine bilginin niteliği belirlemektedir.

Açık ve yapısal bilginin basılı veya elektronik olarak dokümanite edilip manuel veya veri tabanları, bilgi bankaları, intranet ve groupware gibi enformasyon teknolojileri vasıtasıyla ulaşımı ve transferi garanti alınırken, örtülü bilginin transferi ise daha çok beşeri unsurlara bağlıdır. (Davenport ve Prusak, 2001)

Örtülü bilginin transferinde organizasyonlar şu yöntemlere başvururlar.

- Deneyimli Çalışanların Örtülü Bilgilerini Deneyimsiz Çalışanlara Aktarmaları
- Video-Konferans gibi Multi-Medya Teknolojilerinden Yararlanma
- Ekip Çalışmaları
- Enformal Bilgi Ağları
- Elektronik Tartışma Veri Tabanları
- Bilgi Paylaşımı Amaçlı Forumlar
- Toplantılar
- İş Rotasyonu

Bilgi transferinin beşeri unsurlarla yakından ilişkili olması konunun hassasiyetini artırmaktadır. Organizasyonların bilgi paylaşımı ve dolayısıyla transferini etkin kılabilmesi için alabilecekleri önlemler olarak aşağıdaki maddeleri verebiliriz.

- Bilginin paylaşımına iş stratejileri arasında yer vermek
- Bilgi paylaşımının destekleyici promosyon sistemleri kurmak
- Çalışanları "Bilgi Yönetimi" konusunda bilinçlendirmek
- Bilgi paylaşımına yönelik görsel enformasyon teknolojilerinin kullanılması
- Çalışanların enformasyon teknolojilerinin kullanımına yönelik olarak eğitilmesi.

Shell firması bilgi yönetimi uygulamalarını kendi bünyesinde oluşturabilmek için yatay bir örgütte kendi kendini yöneten takımlar oluşturma yoluna gitmiştir. Bu altyapı da veritabanından çok daha fazlasını gerektirmiştir. Birçok firma bilgiyi başkalarına aktaracağı bir paket olarak görmektedir. Bu durumda ise firma yapısı ve süreci daha çok bilgiyi tutan veri tabanları gibi işlev görmektedir. Yapı ya da süreç ne olursa olsun, firma çalışanları öğrenileni paylaşmadıkça firmaya hiçbir değer sağlamaz.(Finerty, 1998)

3. 8. Bilgi Yönetiminin Başarısına Etki Eden Faktörler

Organizasyonlarda "Bilgi Yönetimi"nin başarılı olabilmesi için gereken şartlar sadece teknolojik yatırımlar ve üst yönetimden bir kaç kişinin veya "Bilgi Yöneticisi"nin şahsi gayretleri ile sınırlı değildir. Aşağıda belirtilen şartların her birinin "Bilgi Yönetimi" uygulamalarını başlatacak organizasyonlar için önemi vardır (Serin, 2003)

• Bilgi Odaklı Organizasyonel Kültür

"Bilgi Yönetimi"ni bünyelerinde uygulayacak olan organizasyonların öncelikle ele almaları gereken konu çalışan portföyüdür. Organizasyonlar eleman işe alma esnasında mümkün olduğunca genetik çeşitliliği sağlamak durumundadırlar. Genetik çeşitliliğin sağlanması için psiko-sosyal testler, örnek olay incelemelerinin yararlı olacaktır. Genetik çeşitliliğin sağlanması özellikle bilgi yaratımı sürecinde organizasyona avantaj sağlaması açısından önemlidir. Yöneticilere düşen görev ise çalışanların bilgi arama ve paylaşımı için kendilerine zaman serbestisi sağlamaktır.

Bilgi Odaklı bir kültür yaratmada ikinci önemli konu bilgi paylaşımının ileride çalışanın işinden olması sonucuna götürmeyeceğinin üst yönetimce belirgin bir şekilde ifadesidir. Üst yönetim çalışanlara güven vermelidir.

Çalışanları bilgi paylaşmamaya iten diğer bir sebep organizasyon kültürünün mevcut bilgiye ekleme yapılarak elde edilen gelişmelere değer vermeme halidir.

Projelerin başarısında atlanmaması gereken diğer bir konu organizasyonun yönetim yapısına uygun projelendirilmedir. Merkezîyetçi kültüre sahip organizasyonlarda projeyi tabandakilerin sorumluluğuna vermek projeyi riske sokabilir. Tersine merkezîyetçilikten uzak bir organizasyonda da projeyi sıkı bir şekilde merkezden yürütmeye çalışmak projenin benimsenmemesine neden olabilir.

• Teknolojik ve Organizasyonel Alt Yapı

Enformasyon teknolojileri ve organizasyonel alt yapı bilgi yönetiminin iki mümkün kılıcıdır.

Organizasyonda günümüz enformasyon teknolojilerinin mevcudiyeti ve çalışanların bu teknolojileri kullanma becerisi projelerin başarısını kolaylaştıracaktır. Teknolojik altyapıda dikkat edilmesi gereken bir detay ise çalışanların bilgi işlem ve iletişimde ortak araçları kullanıyor olmalıdır.

Organizasyonel alt yapı ile kastettiğim ise bilgi yönetiminin yerleşebilmesi için en azından başlangıç aşamasında gereken yeni görev ve sorumlulukların oluşturulmasıdır.

• Üst Yönetim Desteği

Nasıl ki Toplam Kalite Yönetimi veya ISO 9000 Kalite Sistemleri'nin yerleştirilmesinde üst yönetimin desteği gerekiyorsa, "Bilgi Yönetimi"nin organizasyona yayılabilmesi de üst yönetimin desteği şarttır. Üst yönetimin desteği şu şekillerde olabilir.:

- "Bilgi Yönetimi"nin organizasyonun başarısı için önemini çalışanlara hissettirmek.
- "Bilgi Yönetimi" faaliyetleri ve projeleri için ihtiyaç duyulan teknolojik ve organizasyonel altyapının kurulması için gereken kaynakları sağlamak.
- Organizasyon için önemli bilgilerin neler olduğunu belirlemek ve projelerin bu konulara yoğunlaşmasını sağlamak.

• Bilgi Yönetiminin Getirilerinin Ölçülmesi

Sonuçta ticari organizasyonların tümü kâr odaklıdır. Bu nedenle uygulamaya alınan her inisiyatifin organizasyona getirisinin ölçülmesi inisiyatifin devamlılığı açısından önemlidir.

"Bilgi Yönetimi" uygulamalarının getirisini süreç performans göstergelerine bağlı olarak ifade etmekte ve üst yönetime periyodik olarak raporlamakta yarar vardır.

• Bilgi Yönetimi Projeleri'ne Süreç Perspektifinden Bakış

Bilgi Yönetimi uygulamalarının etkileyeceği iş süreçleri olacaktır. Bu nedenle proje yöneticileri süreç yönetimine hakim olmalıdır. Proje yürütülürken müşterinin belirlenmesi, müşteri memnuniyeti için gerekenlerin tespiti gibi adımlar öncelikle ele alınmalıdır.

• Ortak Dilin Geliştirilmesi

"Bilgi Yönetimi"nin başarısı organizasyondaki her çalışanın aynı dili konuşmasına bağlıdır. Bu nedenle "Bilgi Yönetimi" alanındaki terimlerin organizasyon için ne anlam ifade ettiği belirlenmeli ve enformasyon teknolojilerinden yararlanarak tüm organizasyonun bilinçlenmesi sağlanmalıdır.

• Çalışanların Motivasyonu

"Bilgi Yönetimi"nin başarısı çalışanların katılımından geçer. Organizasyonlar bilgi paylaşımını sağlayıcı motivasyon sistemlerini oluşturmalarıdır. Performans değerlendirme ve ücretlendirme sistemleri ile tanıma ve takdir sistemlerinin "Bilgi Yönetimi" destekler şekilde yapılandırılması gerekmektedir.

3. 9. Bilgi Yönetimi Proje Yöneticilerinin Niteliği

Bilgi Yönetiminin organizasyonlarda yerleşebilmesi spesifik bilgi yapılarının yönetimi için yürütülecek projelerin başarısına bağlıdır (Dinçmen, 1998). Bu projelerin yönetimini üstlenecek kişilerin

- Proje Yönetimi
- Değişim Yönetimi
- Teknoloji Yönetimi

konularında deneyim sahibi olmaları projenin sağlıklı yürütülebilmesi açısından önemlidir. Projenin yürütülmesi esansında yöneticinin üstleneceği görevler şunlardır:

- Proje Hedeflerinin Geliştirilmesi
- Ekiplerin Kurulması ve Yönetimi
- Müşteri (İç-Dış) Beklentilerinin Belirlenmesi
- Proje Bütçesi ve Termine Uyumun Gözetilmesi
- Projede Karşılaşılan Problemlerin Tanımlanması ve Çözümü

3.10. Bilgi Yönetiminin Sistemik Prosesi

Elde edilebilir en iyi veri ve saygın gurular ve uygulayıcıların raporlarına göre; APQC bilgi yönetiminin sistemik prosesini şu şekilde tasarlamıştır.

- Önemli enformasyonu, alınan dersleri ve örtük bilgiyi tanımla.
- Çalışanları bildiklerini paylaşmak ve "yeni bilgi"yi oluşturmak için serbest bırak.
- En iyi uygulamaları ve yararlı olayları yakala ve bunları diğer kişilerin de gelecekte kullanabilmesi için bir formda toparla.
- Veriyi, enformasyonu ve öğrenilenleri, ihtiyacı olan ya da olabilecek kişilere ilet.

3.11. Bilgi Yönetiminin Prensipleri

- Bilgi Yönetimi pahalıdır.

Bilgi işletmenin varlıklarından biridir. Fakat, diğerlerine göre daha fazla yatırım gerektirebilir. Bu yatırım; bilgiyi tutma, dokümanlarını yaratma, düzenleme ve değer ekleme için uğraş, bilgi sınıflandırma yaklaşımlarını geliştirme, bilişim teknolojisi için gerekli altyapı tesisleri geliştirilmesi, bilgiyi paylaşmak, oluşturmak ve kullanmak üzere personel eğitimi gibi yatırımları içerir. (Aksoy, 2000)

- Etkin bilgi yönetimi insan ve teknolojinin melez bir çözümünü önerir.

Günümüzde bilgisayarların, yazılımların ve kurulan ağları çok yetenekli olduğunu inkar edilmemelidir. Bir çok aktiviteyi insanlardan daha hızlı ve daha hatasız bir şekilde gerçekleştirebilirler. İnsanlar ise, bilgi yönetimi konusunda hem daha pahalı hem de

tartışılabilirlerdir. Fakat; belirli bilgi tarzlarına sahip olmaları onları teknolojidenden daha öteye taşımaktadır. Bilgi yönetimi insan kavramıyla iç içedir ve birbirinden ayrılması mümkün değildir. İnsan oğlunun bugüne kadar ki bilgiyi yönetme çabası ve başarısı yadsınamayacak kadar büyüktür.

- Bilgi Yönetimi yüksek düzeyde politiktir. Bu prensip;bilginin güç olduğu gerçeği ile ilişkilidir.
- Bilgi yönetimi, bilgi yöneticilerini gerektirir.
- Bilgi yönetimi modellerden çok planlar için, hiyerarşiden çok pazar için fayda sağlamak için vardır.
- Bilgi paylaşımı ve kullanımı genelde doğal davranışlar değildir.
- Bilgiye erişim bilgi yönetimi için bir başlangıç değildir, daha ziyade içeriğindedir.
- Bilginin yönetimi kişiler ya da kurumlar için asla sona eren bir davranış değildir.
- Bilgi yönetimi; bilgi iş proseslerinin geliştirilmesidir.
- Bilgi yönetimi, bir bilgi akışı gerektirir.

3.12. Bilgi Yönetiminin Önemi ve Faydaları

Bilgi Yönetimi; kritik uzmanlığın organizasyon içinde kalması ve emeklilik, küçülme veya çalışan çıkışları gibi durumlarda organizasyondaki kritik bilginin korunmasını içerir. Bu ise; gelişmiş karar verme tarafından sağlanabilir. Bilgi yönetimi, etkili kararlar için gerekli olan bilginin çeşidini ve kalitesini belirler, ulaşılması gerektiği anda erişimi sağlamaya yönelik olarak çalışır. Böylece karar verme evresinde daha hızlı ve daha büyük kararlar alabilmeyi sağlar. (Aksoy, 1998)

Bilgi yönetimi, daha esnek olmayı ve kolay adaptasyonu sağlar. Böylece çalışanlar, kendi işlerini daha iyi benimser, yeni çözümler üretmeye çalışır. Yüksek motivasyon, daha az doğrudan müdahale, daha az engelle çalışmak çalışanın verimini ve hevesini de artırır.

Bilgi yönetimi, insan üzerine yatırım yaptığı için, fayda geri dönüş yüzdesi yüksektir. Etkin bir bilgi yönetiminde; dersler öğrenilmiş, süreç dokümantasyonu ve kabuller belirtilmiş olduğundan, işletmenin karşısına çıkan fırsatları değerlendirmesi ve herhangi bir şekilde

karşısına çıkabilecek tehlikelerden erkenden haberdar olabilmelerini sağlar. Yani; kişilerin fırsat ve tehlikeleri kaçırmamasına engel olmak için, onları eğitir. (Aksoy, 1998)

Bilgi yönetimi rekabet avantajını artırır. Bilgi boşluklarının tanımlanmasını yapar, fark edilemeyen parçaları kazanmak için planlarını biçimlendirir.

Bilgi yönetimi entelektüel düzenin bileşenlerinin korumasını da sağlar. Bunlar patent, telif hakkı, lisans gibi değerlerini korumak için de çalışır. bunlar; işletmelerin korumaları gereken entelektüel sermayelerindedir.

3. 13. Bilgi Yönetimi Stratejileri

Bilgi yönetimi kompleks bir kavramdır. Organizasyonun amaçları için bilgiyi mümkün kılması için gereken her şeyi içerir. Bunlar; sistemlerdeki ve proseslerdeki kilit bilgiler, motivasyon için özendirici ödülleri uygulama ve işi yeni bilgilerle donatmak için ittifak kurma gibi aktivitelerdir. Etkin bir bilgi yönetimi; teknoloji insan kaynakları uygulamaları, organizasyonel yapı ve kültür gibi organizasyon bileşenlerinin bir kombinasyonunu gerektirir. Burada amaç, doğru zamanda doğru bilginin kullanımınıdır.

Bir çok firma, kültürel konuları göz ardı ederek bilgi intranetler, ana depolar ve diğer sistemleri uygulamış, bunlar için yoğun çalışmalar yapmış, fakat tüm bu çabaların karşısında küçük gelişmeler görmüşlerdir. İşletmelerde çok çabuk değişen teknolojiye karşın davranışları değişimi daha yavaş gerçekleşmektedir. Bu ikisinin etkili bir uyumu ile teknolojinin işletme içinde sürekli geliştirilmesi ve elde edilen davranışların işletme içinde kalıcı tutulmasını çalışılmalıdır.

Doğal olarak, bu dengeyi sağlayan, bilgi yönetimi üzerine yatırım yapan şirketler şimdinin kazanan şirketleri olmuşlardır. APQC'in bir araştırmasına göre; genel bilgi yönetimi stratejileri şunlardır:

- İş Stratejisi Olarak Bilgi Yönetimi,
- Bilgi Transferi ve En İyi Pratikler,
- Müşteri Odaklı Bilgi,
- Bilgi İçin Kişisel Sorumluluk,
- Entelektüel Varlık Yönetimi,
- İnovasyon ve Bilgi Yaratımı.

Bazı firmalar, bilgi yönetimini bir iş stratejisi olarak ele almakta ve uzun süreli büyüme planları ve rekabet kabiliyeti için hayati bir unsur olarak görmektedirler. Bu firmalar; bilgiyi genellikle bir ürün olarak görmektedirler. Şirketler; bilgi yönetimini, kendisinin verimlilik ve fizibil olmasında olumlu bir etkisi olduğu inancıdan dolayı sıkı bir şekilde takip etmektedirler.

Katılımcılar arasında en yaygın olan görüş, bilginin transferi ve pratikler stratejisidir. Bu strateji operasyonları geliştirdiği gibi, onların ürünle ve/veya hizmetler içine iyice yerleştirilmesini sağlarlar. Bilginin elde edilmesini, organize edilmesini, yeniden yapılandırılmasını depolanmasını, akılda tutulmasını ve dağıtımını içerir. Şirketler bu tür stratejilerin kendilerini geliştireceğini, zaman ve maliyet arasında faydalı bir dönüşüme yol açacağını ve satışları artıracığını düşünmektedir.

Müşteri Odaklı Bilgi stratejisi ise; bilgiyi yakalama, geliştirme ve transferini gerçekleştirme üzerine dayalıdır. Müşterinin ihtiyaçlarını, özelliklerini ve işlerini öğrenmeyi ve buna göre hareket etmeyi esas alır. Böyle stratejilerin en büyük kazanım sağladığı yer ise, doğal olarak satışlardır.

Şirketler kişisel sorumluluk kurmaya teşebbüs ediyorsa, bu bireyler desteklenmeli ve onlara sorumlulukları tanımlanmalıdır. Kişiler; kendi bilgilerinin tanımlanması, oluşturulması ve genişletilmesinden sorumludurlar. Aynı zamanda sahip oldukları bu bilgi varlıklarını da paylaşmalıdırlar.

Entelektüel varlık yönetim stratejisi işletme için kaldıraç gücü olan varlıklar üzerine odaklanmıştır. Bu varlıklar; patentler, teknolojiler, operasyonlar, yönetim uygulamaları, müşteri ilişkileri, organizasyonel ayarlamalar, ve diğer yapısal bilgi varlıklarıdır. Bu strateji, yenilemeyi, organize etmeyi, değerlemeyi, güvende tutmayı, pazar ve uygunluğu arttırmak üzerine odaklanmıştır.

Son strateji olan yenilikçilik ve bilgi yaratımı, basit ve uygulanabilir gelişim araştırma ve geliştirmeleri üzerine bilgi yaratılmasını vurgular, bu stratejiyi savunan şirketler, yenilikçiliği büyümenin merkezi olarak görmekte ve pazardaki rekabet değerlerini bilgi ve uzmanlığın sağladığına inanmaktadır.

3.14. Bilgi Yönetimi Projelerinde Başarıyı Getiren Unsurlar

Başarılı projelerde 9 önemli unsura rastlanmaktadır:

1. Bilgiye yönelik bir kültür
2. Teknik ve kurumsal bir altyapı
3. yönetimin desteği
4. Ekonomik değer ya da başarı ile bağlantılı olma
5. Sürece yönelme
6. Berrak bir vizyon, açık ve anlaşılır bir dil
7. Yabana atılmayacak motivasyon unsurları
8. Bilginin bir parça biçimlendirilmiş olması
9. Çok sayıda bilgi aktarma kanalı

1. Bilgiye yönelik bir kültür

Olumlu bir bilgi kültürü yaratmak son derece önemlidir. Sıfırdan yaratılması son derece güç olan kültür koşulunun bir kaç farklı bileşeni vardır:

- Bilgi konusunda olumlu bir yaklaşım: çalışanlar zeki ve öğrenmeye meraklıdır, keşfetme isteği ve özgürlüklerine sahiptirler, bilgi yaratmaya yönelik çabaları yöneticileri tarafından takdir edilir.
- Bilginin önünde engel olmaması: insanlar şirkete dargın değildir ve bilgilerini paylaşmanın işlerini kaybetmelerine engel olacağından korkmazlar.
- Bilgi yönetimi projesinin türü şirket kültürüne uygundur. (Davenport, Thomas H. & Prusak; Laurence, 2001)

2. Teknik ve kurumsal bir altyapı

Bilgi yönetimi projeleri hem teknolojik hem de kurumsal açıdan daha geniş altyapının avantajlarından yararlandıklarında başarı olasılıkları artacaktır. Teknolojik altyapı kısmen Lotus Notes ve World Wide Web gibi bilgiye yönelik teknolojileri kapsamaktadır. Eğer bu araçlar ve bunları kullanabilen insanlar şirkette zaten varsa çalışmaların sürdürülmesi de kolaylaşacaktır. Kurumsal altyapı ise görevler, organizasyon yapıları, beceriler dizisi oluşturulup tek tek projelerin bunlardan yararlanmasını sağlayarak oluşturulur. Bu yeni

görevler ve yapılanmalar her ne kadar pahalıya mal oluyorsa da her yeni proje bunlardan yararlanabilir, destek alabilir ve böylece daha hızlı ilerleyebilir.

3. Üst yönetimin desteği

Hemen hemen diğer tüm değişim programları gibi bilgi yönetimi projeleri de üst yönetimin desteğinden yararlanır. Diğerlerine göre düşünmeye ve öğrenmeye daha yatkın olan yöneticiler bilgi yönetimi çalışmalarına önderlik etmektedirler. Yararlı olacak destek biçimleri aşağıda anlatılmaktadır:

- Kuruluşa bilgi yönetiminin ve kurumsal öğrenmenin kuruluşun başarısını açısından son derece önemli olduklarına ilişkin mesajlar vermek
- Yolu açmak ve altyapı için fon yaratmak
- Şirket için en önemli bilgi türünün hangisi olduğunu açıklığa kavuşturmak

4. Ekonomik değer ya da başarı ile bağlantılı olma

Pahalı bir iş olabilen bilgi yönetimi bir şekilde ekonomik bir değer getirmeli veya şirketin kendi sektöründe başarılı olmasını sağlamalıdır. İyi bir bilgi yönetiminin en büyük yararı tasarruf edilen ya da kazanılan paradır. "Bilgi Şirketlerinde" müşteriler nezdinde başarı kazanmanın anahtarı bilgi olduğundan projelerin getirileri gerçekten de ölçülebilir. Öte yandan, daha geleneksel işlerde elde edilen yararın daha gözle görülür biçimde ortaya konması gerekebilir.

5. Sürece yönelme

Bilgi yöneticisi müşterisini iyi tanımalı, müşterinin tatmin düzeyini bilmeli ve verilen hizmetlerin verimliliğini ve kalitesini iyi izlemelidir.

6. Berrak bir vizyon, açık ve anlaşılır bir dil

Vizyonun berrak, terminolojinin açık ve anlaşılır olması iyi bir bilgi yönetimi için olmazsa olmaz koşullardır. Başarılı bilgi yönetimi projeleri farklı şekilde yorumlanabilen belli terim ve kavramları dışarıda tutarak bu ilkeyi gerçekleştirmişlerdir.

7. Yabana atılmayacak motivasyon unsurları

İnsanların yaptıkları işe ve benliklerine sıkı sıkıya bağlı olan bilgi kolay kolay ortaya çıkmaz ve hareket etmez. Bu yüzden çalışanlar bilgi yaratım, onu paylaşma ve ondan yararlanma konularında motive edilmelidir. Bir şirketin başarısı çalışanlarına sağladığı uzun vadeli teşvik unsurlarına bağlı olabilir. Bu nedenle, bilgiye ilişkin davranışlara yönelik motivasyon

yaklaşımlarının değerlendirme ve ücretlendirme sisteminin diğer bölümlerine de bağlı uzun vadeli teşvikleri içermesi gerekmektedir.

8. Bilginin bir parça biçimlendirilmiş olması

Bilgi doğal halinde akışkan ve kullanıcıya da sıkı sıkıya bağlı olduğundan kategorileri ve anlamları sıkça değişir. Bir bilgi deposu tümünden biçimsiz ise amacına hizmet etmesi pek mümkün olmayacaktır. Bu nedenle, başarılı bilgi yönetimi projeleri çok fazla olmasa da bir dereceye kadar bilginin biçimlenmiş olmasından yarar görürler. Bilginin biçimi her zaman kullanım şeklini yansıtmalı ve her bilgi yöneticisi şirketin bilgi tabanını sık sık yeniden tanımlamaya hazır olmalıdır.

9. Çok sayıda bilgi aktarma kanalı

Bilgi birbirini güçlendiren çok sayıda kanal aracılığı ile aktarılır. Bilgi depolarına katkıda bulunan insanların sık sık bir araya geldikleri toplantılarda güven ilişkileri kurulur, bilginin biçimlendirilmesi için seçenekler gelişir, zor konular aydınlığa kavuşturulur.

3.15. Bir bilgi Yönetimi Sisteminin Kurulması

Bilgi yönetimi hakkında konuşulduğunda konu genellikle oldukça soyut ve felsefi bir yöne kayar. Ama işin gerçek yaşam boyutunda bütçeler, zaman sınırları, ofis politikaları kurumsal liderlik gibi konular söz konusudur. Bilgi yönetimi projelerinin amacı bilgiyi uygulamaya geçirmek; insanları, teknolojiyi ve bilgi içeriğini belli bir biçime bağlayarak kurumsal bir hedefe ulaşmaktır. Bu projeler iş dünyasında yaygın bir biçimde yürütülmektedir.

Bilgi yönetimi yapan danışmanlık firmasının tercihinine göre farklılıklar olsa bile genel adımlar ana hatlarıyla aşağıdaki şekildedir: (Arthur Andersen, 2002)

1) Analiz

- Araştırma
- Anketler
- Gerekli bilgi yönetim analizleri

2) Dizayn

- Bilgi yönetimi kategori ve komitelerin belirlenmesi
- Alt bilgi kategorilerinin belirlenmesi

- Bilgi yönetimi sisteminin strateji, proses, teknoloji, kültür ve organizasyonun dizaynı

3) Kontrol

Bu aşamaların ayrıntılı şekline örnek olarak aşağıdaki basamaklar verilebilir: (Arthur Andersen, 2002)

I. Şirketin bilgi Yönetimi Mevcut Durumun İncelenmesi

1. İş Analiz Modeli
2. Bilgi Yönetimi Değerlendirme Anketi
3. Değer Zinciri Analizi
4. Kritik Konular.

II. Şirketin Bilgi Yönetimi Sistemi

1. Süreç - Bilgi Yönetimi Süreci
2. Şirket Bilgi Haritası

III. Şirketin Bilgi Yönetimi Organizasyonu

1. İlgili Grupları Tasarımı
2. Şirket İlgili Gruplarının Kapsamı
3. Önerilen İlgili Grupları Tespiti

IV. Stratejik Önceliklendirmeler

V. Uygulama Aşaması Tasarımı

1. Önem ve Yapılabilirlik
2. Uygulama Planı
 - Proje Planı
 - İlgili grupları Organizasyonu
 - Kültür ve İletişim
 - Teknik Altyapı
 - İçerik - Bilgi Yönetimi Süreci
 - Performans Göstergeleri

İlk aşama şirkette sistemin bilgi yönetimi için hangi aşama olduğunun incelenmesini içerir. Bunun ile ilgili çalışmalar konu ile ilgili anket yapılması, değer zinciri analizi, kritik konuların saptanması, vb. kapsar. İkinci aşamada ise birinci aşamada yapılan değerlendirmelere göre bilgi haritaları oluşturulur. Bilgi haritalarında yer alan bilgi kategorileri; Müşteri Bilgisi, Ürün Bilgisi, Sektör / Pazar / Rekabet Bilgisi, İşbirliği Bilgisi, Demirbaş Bilgisi, Şirket/Organizasyon Bilgisi gibi kategorileri kapsayabilir. Her bilgi kategorisi ile ilgili ayrıntılı çalışmalar yaparak ayrı ayrı hedefleri, yapılması gereken ve bilgi ihtiyaçları belirlenir. Üçüncü aşama olarak bilgi kategorilerine göre ilgi grupları oluşturulur ve önem ve yapılabilirlik düzeyleri incelenerek öncelikli olarak oluşturulacak ilgi grupları saptanır. Uygulama aşaması tasarımında önem ve yapılabilirlik düzeyleri de göz önüne alınarak bir uygulama planı oluşturulur ve bu plana göre ilgi grubu organizasyonları yapılır. (bilgi yönetimi sponsorları, bilgi yöneticisi, bilgi liderleri, bilgi koordinatörleri, bilgi mimarları ve bilgi çalışanları). Ayrıca ilgi grupları için uygulanabilecek teknik donanım alternatifleri belirlenerek şirkete önerisi yapılır.

3.16. Bilgi Yönetiminde Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri

Bilgi yönetimi çevrimi bir organizasyonda uygulanmaya başlandığında sorunlarla karşılaşmaktadır ve karşılaşılan bu problemler aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir:

3.16.1. Bilgi Tanımlanmasına Bağlı Sorunlar

- Bilgilerin organizasyonlarda kim veya kimler tarafından üretildiğinin bilinmemesi
- Bilgilerin organizasyonlarda kim veya kimler tarafından kullanıldığının ve değer kattığının bilinmemesi
- Sahip olunan mevcut bilgilerin özelliklerinin bilinmemesi
- Organizasyonlardaki örtülü bilgilerin açık bilgiye dönüştürülmesinde karşılaşılan sorunların varlığını

3.16.2. Bilginin Sermayeleştirilmesine Bağlı Sorunlar

- Süreç, metodoloji ve/veya ürünlerdeki standardizasyon eksikliği
- Deneyim aktarılmasında kural ve prosedür eksikliği
- proje yönetiminin entegre edilmemiş olması

- Bilgilerin toplanma ve hafızada depolanma zorluğu
- Şirkette başlıca konu uzmanları ile değerli (tek) bilgilere sahip olanları yitirme / kaybetme
- Bilginin saklanması için gerekli maliyetin önemi
- Her şeye sürekli sıfırdan başlama eğilimi
- Bir sorumlunun atanmamış olması
- Kullanılan destek araçlarının uyumsuzluğu

3.16.3. Bilgi Erişime Bağlı Sorunlar

- Geçmiş bilgilerin eksik ya da kötü standartlaştırılmış olması
- Güncelleştirmenin iyi yapılmamış olması
- Arşivlerin ve sınıflandırma planının tanımının kötü olması ya da hiç olmaması.

3.16.4. Bilginin Aktarımına Bağlı Sorunlar

- Proje içi ve projeler arası iletişim eksikliği
- Bilgilerin güç ve yetki için özellikle saklanması
- Bazı aktörlerin egoistliği durumu etkilemesi
- Karşılaşılan zorluk ve başarısızlıkların unutulması
- Öğrenmeden çok kişisel görüşe sahip olma
- Kullanılan bilgi dağıtma modellerinin uyumsuzluğu
- Eğitim planı eksikliği
- Projenin gerçekleşmesi boyunca (başlıca en önemli) aktörlerin arz ya da entegrasyonu

Bilgi yönetimi uygulamasındaki problemler aşamalara göre ise aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir:

- Bilginin kullanımı ve bilginin uygulanışı
- Kullanım alışkanlığı
- Artı değerlerin tanınması.
- Bilginin dağıtımı ve transferi

- Bilginin uygunluğu
- Dağıtımı
- Bilgi taleplerine yönelim (zaman, yer, kişi)
- Bilginin depolanması
- Bilgi insan odaklıdır
- Bilgi kaynaklarının çeşitliliği
- Bilginin Yapımı
- Kısa dönemli ihtiyaçlar (dış bilgi tedariki)
- Stratejik ihtiyaçlar (iç bilgi tedariki)
- Uygun bilginin ve bilgi ihtiyacının tanımlanması
- İç ve dış bilgi kaynaklarının belirsizliği

3.17. Çözüm Yöntemleri

Bilgi yönetimi sürecindeki bu problemler, dolayısıyla ilgi gösterilmesi gereken noktalar ve çözümleri şu şekilde açıklanabilir.

- Kim neyi biliyor?
- Kim hangi projede çalışıyor?
- Veya şirket dışında bu bilgiyi kim biliyor?
- Bir çalışanın daha önce başkası tarafından çözülmüş bir probleme yeniden karşı karşıya gelmesi hangi sıklıkta oluyor?

Bu ve benzeri durumlar bilginin belirsizliği olarak tanımlanabilir. Bunun gibi tipik sorunlar cevaplanmadığı takdirde kaynakların gereksiz kullanımına yol açabilir.

- Bilgi ihtiyaçları tanımlandığı zaman ise diğer adım bilginin yapımıdır. Bilgi içeride (örneğin eğitim programları) geliştirebilir veya dışarıdan firmalar ve insanlar aracılığıyla elde edilebilir.
- Uygun bilginin kaybolma olasılığına karşı (örneğin işten ayrılma) bilginin depolanması gerekir.

- Bilginin tekrarlanması olasılığını azaltmak için bilginin dağıtılması lazımdır.
- Bilgi kişilerin kullanımına uygun hale gelse bile, asıl problem kişiyi kullanmaya motive etmek olduğundan bilgiye açık kültürün oluşturulması gerekir. (Yavuz,2001)

Birçok kişi bilgi yönetimini somut bilgi dokümanlarından ibaret sanmaktadır. Yaratılan her şeyin bilgisayarda veritabanına aktarılması imkansızdır, zaten mantıklı da değildir. Yaratılan her dokümanın büyük bir bilgi bankasında depolanmasına çalışmak yerine, firmalar yönetim yapılarını tekrar gözden geçirmelidirler. Sonra, firma içindeki liderler, bilgi paylaşımını engelleyen kültürel engellerin belirlenmesi ve bunların ortadan kaldırılması aşamasında aktif rol oynamalıdır. (Koprowski, 2000)



4. BİLGİSAYARLA BÜTÜNLEŞİK ÜRETİM SİSTEMLERİ

Bu bölümde eşzamanlı mühendislik ve bilgi yönetiminin bilgisayarla bütünleşik üretim sistemleri içindeki işlevi anlatılacaktır. Aslında bu üç konu da birbirini barındıran ve iç içe düşünülmesi gereken kavramlardır. Bu yakın ilişki de ortaya konulacaktır. Ancak öncelikle ana hatlarıyla “bilgisayarla bütünleşik üretim sistemleri” açıklanacaktır.

4.1. Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sistemleri

Ürünlerin hızlı değişimi sonucunda, her şey müşteri ve piyasada yer tutmak ile müşterilerin özel isteklerinin karşılanması etrafında dönmektedir. Bu hedeflere ulaşabilmek için firmanın ürün ve tip çeşitliliğine uygun bir üretim programına sahip olması gerekir. Bunun yolu da küçük serili üretimden geçmektedir ve üretim sisteminin esnek ve üretken olma zorunluluğudur. Bu esnekliğe ve dolayısıyla hıza, işletmeler sistemlerine bilgisayarları katarak ve otomasyonu sağlayarak ulaşmaya çalışmışlardır. Hızlı uyum, otomasyonu gerçekleştiren bilgi taşıyıcılarının üzerindeki bilgilerin değiştirilebilme özelliğinden kaynaklanmaktadır. Küçük serili üretimin ekonomikliği ise bilgisayar destekli tasarım ve imalata bağlıdır. Bu durum, Bilgisayar Bütünleşik Üretim (CIM: Computer Integrated Manufacturing) kavramını ortaya koyar(Dinçmen, 1992)

Bilgisayarla bütünleşik üretim (BBÜ) sistemleri ürün tasarım aşamasından bitmiş ürün elde edinceye kadar ihtiyaç duyulan tüm faaliyetleri göz önüne alır ve koordine eder. Yönetim, pazarlama, araştırma-geliştirme, tasarım, üretim, finansman ve personel gibi işletmeye ait fonksiyonel alanları kapsayabilir. Ayrıca tedarikçiler ve müşterileri de sistem içine alabilir. Sadece üretim faaliyetlerini değil tüm organizasyonel faaliyetler bilgisayarla bütünleşik hale getirilebilir.

Birbiriyle ilişki içinde olacak tüm birimlerin bilgi akışını kullanan bir sistem olduğuna göre BBÜ bir bilgi teknolojisi olarak da düşünülebilir. (Dinçmen, 1995)

4.2. Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sisteminin Tanımı

Genel olarak bilgisayar sistemleri ile işletme fonksiyonlarının entegrasyonu anlamındadır. Ayres'e göre BBÜ; mamül, proses, ve iş hedeflerinde başarı sağlamak amacıyla doğru bilgiyi,

gereken yere ve gerektiği zamanda temin ederek, üretime bilgisayar teknolojisinin uygulanması olarak tarif edilebilir.(Önüt, 2000)

Harhen ve Browne, bilgisayarla bütünleşik imalatı “üretim sisteminin toplam işleyişini yönetmek için bilgisayara dayalı üretim teknolojisi ile karar destek sistemlerinin bütünleşik bir uygulamasıdır” şeklinde tanımlamışlardır.

Öncelikle Bilgisayarla Bütünleşik Üretim ve Bilgisayarla Bütünleşik İmalat kavramlarının karıştırılmamasına özen göstermek gerekir. Sınırlarının “imalat” faaliyetlerini aşması nedeniyle Bilgisayarla Bütünleşik İmalat anlamına gelen ve fakat Bilgisayarla Bütünleşik Üretim olarak bir çok yerde kullanılan “Computer Added Manufacturing(CIM) kavramını yanlış bulanlar da vardır (Eraslan, 2001).

Brownie vd.(1988)ne göre, Bilgisayarla Bütünleşik İmalat (CIM), firmanın belirlediği hedeflerine ulaşabilmesi için, üretimlerine bilgisayar teknolojisinin bütünleşik bir şekilde uygulanmasını ifade eder. Üretimde insan gücünün yerini makinenin kullanımının aldığı 1775’li yıllarda başlayan, 1960’larda insan kontrolünün NC / CNC makinelerine devredilmesiyle ve 1970’lerde FMS ve CAD / CAM sistemlerinin devreye girmesiyle devam eden otomasyon, günümüzde bilgisayarla bütünleşik imalat adı altında, tüm bu ve diğer yeni bilgisayar destekli teknolojilerin kullanımı ile üretim süreçlerine uygulanmaktadır.

Bilgisayarla Bütünleşik İmalat, işletmelere hem operasyonel açıdan, hem de teknik açıdan uygulanabilmektedir. Teknolojinin operasyonel yanı sıra daha çok üretim planlama ve kontrol sistemlerine hitap ederken, teknik ve mühendislik aktiviteleri içeren yanı sıra bilgisayar destekli tasarım ve imalat ile karakterize edilir. Özet olarak Bilgisayarla Bütünleşik İmalat, bir ürünün tasarımından teslim edilmesine kadar olan koordine edilmiş bir faaliyetler bütünü olarak görülebilir (Brownie vd. , 1988).

BBÜ sisteminin uygulanmasının anlamı, çok sayıda teknolojinin ele alınması, bunların birbirleriyle entegre edilmesi ve sonuçta entegre bir sistemin tek bir teknolojiden daha üstün olmasıdır (Önüt, 2000).

4.3. Yeni Teknolojiler Olarak Bilgisayar Bütünleşik Üretim Sistemleri

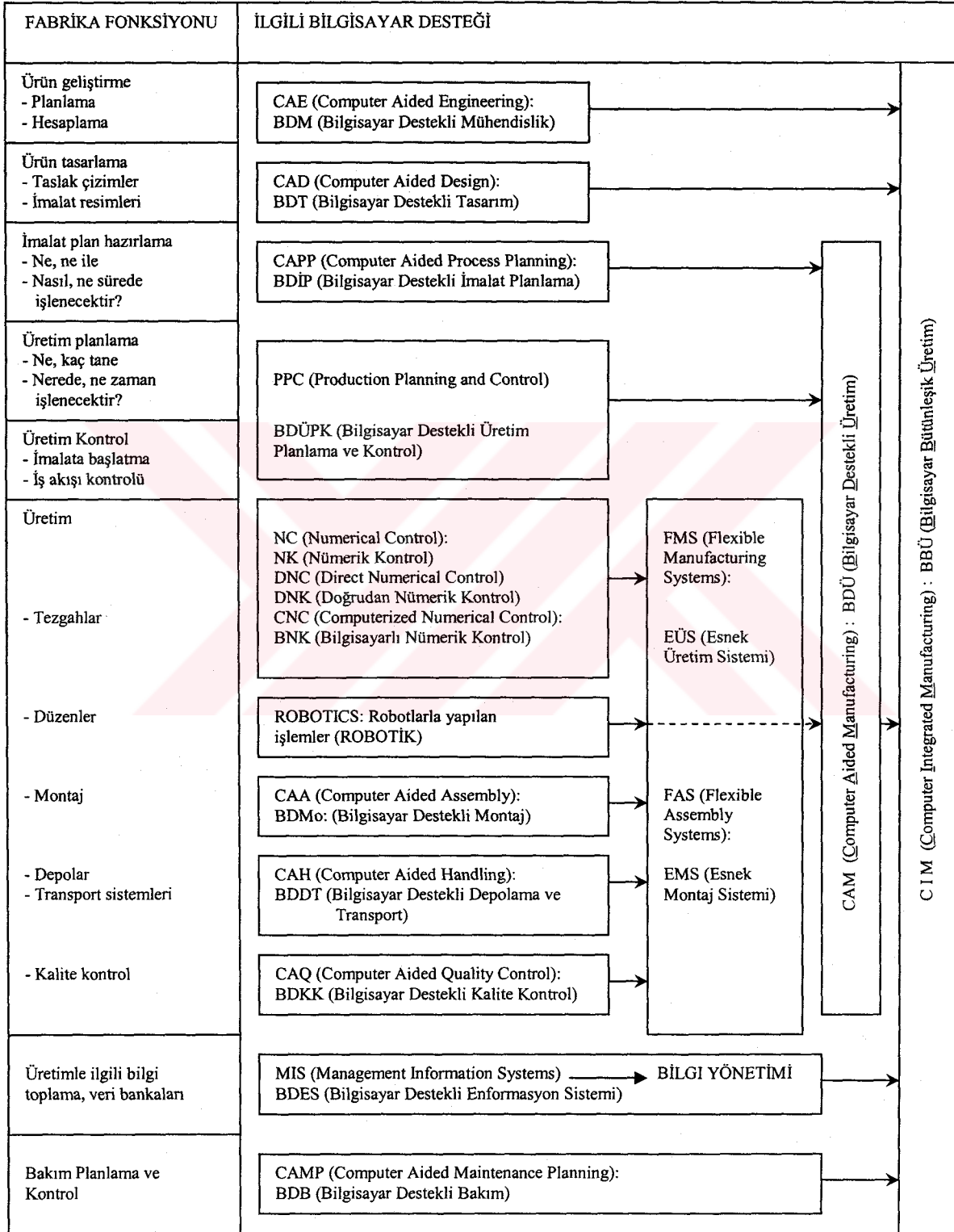
Bir fabrikadaki üretim akışı içinde kullanılan bilgisayar desteği ile ilgili uluslararası düzeyde bir dizi kavramın geliştiği ve bu kavramların günlük fabrika yaşantısında sıkça tekrar edildiği gözlenmektedir.

Herhangi bir ürünün oluşmasında ilk önemli fonksiyon ürün geliştirme içinde planlama ve gerekli mühendislik hesaplarının yapılmasıdır. Bilgisayar Destekli Mühendislik (BDM) (CAE:Computer Aided Engineering) burada kullanılan ilgili kavramdır. Ürünün ekran karşısında prensip olarak tasarlanması ve özellikle mukavemet, ısı, titreşim gibi mühendislik hesaplarının yapılması bu, kavram çerçevesinde gerçekleşmektedir. Mühendislik hesapları sonucunda ürünün teknik boyutları ve geometrisinin belirlenmesinden sonra imalat resimlerinin oluşturduğu Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT) (CAD:Computer Aided Design) aşaması gelmektedir. Burada da yeni çizimlerin oluşturulması, eski çizimler üzerinde tadilat yapılması ve arşivleme işlemleri yanında bilgisayar tarafından yönlendirilen çiziciler (plotter) tarafından resimlerin dökümü işlemleri yürütülmektedir. Çizimleri hazır olan iş parçalarının nasıl, hangi tezgahlarda, ne tür düzenlerin kullanılmasıyla hangi sürelerde işleneceğinin ise Bilgisayar Destekli İmalat Planı (BDİP) (CAP:Computer Aided Planning) paketleri yardımıyla ele alındığı bilinmektedir. Bu paketlerin çıkışları çeşitli atölyelere iş emirleri ve iş takip kartları olarak dağıtılmaktadır. Ürünün elde edilmesinde bundan sonraki halka üretim planlama ve kontrol fonksiyonu olmaktadır. Bu amaçla yapılacak işlemlerde Bilgisayar Destekli Üretim Planlama ve Kontrol (BDÜPK) ("CA"PPC:Computer Aided Production Planning and Kontrol) kavramı göze çarpmaktadır. Atölyelerde yürütülen işlemler ile piyasadan satın alınacak malzemenin miktar ve zaman açısından izlenmesi bu fonksiyon ile bilgisayarlardan faydalanılarak yürütülmektedir. Buradaki önemli amaç işlemlerin öngörüldüğü gibi tamamlanması ve ürünün müşteriye söz verilen zamanda teslim edilmesidir.

Üretim aşamasına gelindiğinde ise yerleşmiş birçok kavram ile bilgisayarın kullanılması ifade edilmektedir. Atölyelerde bulunan tezgahların otomatik olarak yönlendirilmelerinde Nümerik Kontrol (NK) (NC:Numerical Control), Doğrudan Nümerik Kontrol (DNK) (DNC:Direct Numerical Control) ve Bilgisayarlı Nümerik Kontrol (BNK) (CNC:Computerized Numerical Control) yerleşmiş ve yaygın kullanılan kavramlardır. Bu kavramların teknik özelliklerine burada ayrıntılı girilmeyecektir. Ancak belirtilen kavramlar ile iş parçalarının programlanmaları ve bu programların tezgahları kontrol eden bilgisayarlara yüklenmeleri ile otomatik olarak işlenmeleri söz konusudur. Diğer tarafta tezgahlara veya paletlere iş parçalarını, takımları bağlayan veya çözen, çeşitli montaj işlemlerini yapan robotların çalışmaları, genel anlamda robot kullanımı ile bu konudaki araştırmalar ROBOTICS kavramı ile uluslararası literatürde yer almaktadır. Özellikle robotların kullanıldığı montaj işlerinde bilgisayarın yer alması Bilgisayar Destekli Montaj (BDMo) (CAA:Computer Aided Assembly) olarak adlandırılmaktadır. Bilgisayar Yönetimindeki robotlar bugün sanayinin

birçok alanında kullanılmaya başlanmıştır. Otomobil montajının gerçekleştirildiği hatlarda karoseri punta kaynağı işlemlerinin yapılması, boyama atölyelerinde çeşitli tiplerdeki yüzeylerin daldırma veya püskürtme yoluyla boyanmalarında, taşıyıcı döner bantlar üzerinde değişik iş parçalarının düş yüzeylerinin taşlanması ve daha birçok alanda robotlar artık vazgeçilemeyecek görevler üstlenmişlerdir. Özellikle çalışma ortamlarının insan sağlığına uygun olmadığı yerlerde veya kalifiye elemanların zor bulunduğu bölgelerde robotlar giderek insanın yerini almaktadırlar. İş parçalarının, takımların mamul ve yarı mamullerin fabrika içinde taşınmalarında, depolanmalarında veya bir araca yüklenip indirilmelerinde Bilgisayar Destekli Depolama ve Taşıma (BDDT) (CAH:Computer Aided Handling) kavramı giderek yerleşmektedir. Burada özellikle içinde insansız forkliftlerin çalıştığı yüksek raflama sistemleri montaj hatlarının beslenmesinde ve malzeme dağıtım depolarındaki işlemlerin ekonomik gerçekleşmesinde kendilerinden sıkça söz ettirmektedirler. Elde edilen üründe veya parça işlemleri sırasında yürütülen kalite kontrolünde bilgisayar kullanımı Bilgisayar Destekli Kalite Kontrolü (BDKK) (CAQ: Computer Aided Quality “Control”) adı altında ifade edilmektedir. Tezgahların, çeşitli düzenlerin, depo ve malzeme taşıma sistemleriyle kalite kontrolün birlikte bir bütün olarak bilgisayar tarafından kumanda edildiği ünite şeklindeki üretim sistemlerine ise Esnek Üretim Sistemleri (EÜS) (FMS: Flexible Manufacturing Systems) adı verilmektedir. Aynı şekilde özellikle montaj işlerinin bilgisayar desteğinde bir ünite tarafından yapılması için geliştirilmiş olan yapılar Esnek Montaj Sistemleri (EMS) (FAS:Flexible Assembly Systems) olarak isimlendirilirler. Üretim alanında görülen bu bilgisayar desteği, üretim öncesi şubelerdeki bilgi işleme desteği olan bilgisayar destekli imalat planlama, bilgisayar destekli üretim planlama ve kontrol ile birlikte Bilgisayar Destekli Üretim (BDÜ) (CAM: Computer Aided Manufacturing) adını almaktadır. CAE, CAD ve CAM dışında üretimde “Destek Sistemler” olarak da adlandırılan bilgi toplama, değerlendirme ve saklama fonksiyonlarının yerine gelmesinde kullanılan yazılım anketleri Bilgisayar Destekli Enformasyon Sistemleri (BDES) (MIS: Management Information Systems) olarak bilinmektedir. Burada bir adım ileri gidilerek MIS’e “zeka” veya bir başka deyişle “örtülü bilgi” ekleyerek “bilgi yönetimi sistemini” kurarak daha değerli olan bilginin daha etkin akışını sağlayacağız. Nihayet fabrikadaki her türlü sistemin; binalar, araçlar, tezgahlar, çevre vs. nin bakımının planlanması ve bakımın uygulanmasında bilgisayarın giderek yoğun bir şekilde kullanıldığını görmekteyiz. Bilgisayar Destekli Bakım “Planlama” (BDB) (CAMP: Computer Aided Maintenance Planning) olarak adlandırılan bu işlemlerin yanında bu çerçeveye girebilecek bilgisayar destekleri de söz konusu olabilecektir. Yukarıda açıklanan fabrika fonksiyonlarındaki bilgisayar desteği topluca Bilgisayar Bütünleşik Üretim

(CIM: Computer Integrated Manufacturing) olarak adlandırılmaktadır. Burada tanımlanan kavramlarla ilgili olarak literatürde çok kez "CAX" tanımı yapılmakta ve x yerine gelecek harf veya harfler ile (E,D,P,H,M, Q vs.) ilgili bilgisayar desteği ifade edilmektedir (Dinçmen, 1999). Anlatılanların gösterimi şekil 4.3.'deki gibidir.



Şekil.4.3. BBÜ'nün bileşenleri ve işleyişi (Dinçmen, 1999)

4.4. Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sisteminin Elemanları

Bilgisayarla bütünleşik üretim sistemini oluşturan sistemler, ortak veri tabanı kullanan etkin birimlerdir. Bu sistemi yapısal olarak beş ana gruba ayırabiliriz: Bunlar; bilgisayar destekli fonksiyonlar, bilgisayar sistemi, giriş-çıkış üniteleri, robotlar, malzeme taşıma sistemlerinden oluşmaktadır (Önüt, 2000).

1.*Bilgisayar Destekli Fonksiyonlar*: Bilgisayar kontrollü takım tezgahları, robotlar ve malzeme iletimi cihazlarından başka diğer programlanabilir cihazlar da bütünleşik üretim için büyük önem taşırlar. Bunlar çeşitli bilgisayar destekli gruplar içinde yer alırlar. En önemli gruplar bilgisayar destekli mühendislik(CAE), bilgisayar destekli tasarım(CAD), bilgisayar destekli test(CAI), bilgisayar destekli üretimdir(CAM) ve bilgisayar destekli proses planlama(CAPP)dır. Bu fonksiyonlar planlama, çizelgeleme, satın alma, envanter kontrolü, yükleme ve taşıma gibi üretimde gerekli olan tüm faaliyetleri bünyelerinde bulundurlar. Fabrika içinde tezgahlar ya bilgisayar tarafından direkt olarak, ya da hiyerarşik yapıdaki bilgisayarlar tarafından gruplar halinde kontrol edilirler. Bu sistem, bilgisayar destekli üretim olarak adlandırılır. Bilgisayar destekli tasarım ise tasarım mühendisine, imal edilecek parçaların geliştirilmesi aşamasında yardımcı olur. Bu iki sistemin birbiri ile bağlantısı ise bilgisayarla bütünleşik üretimin en önemli elemanı olan Bilgisayar Destekli Tasarım ve Bilgisayar destekli Üretim fonksiyonunu oluşturur. Bu fonksiyonları daha açık anlatmaya çalışalım:

- **Bilgisayar Destekli Tasarım**: Bilgisayar destekli tasarım (CAD), bir ürün tasarımının yapılması, değiştirilmesi, analizi veya optimizasyonu faaliyetlerinin bilgisayarlar aracılığı ile yürütülmesini sağlayan bir uygulamadır. Dizayn amacına yönelik olarak, bilgisayar donanım ve yazılımındaki teknolojiyi, sistem analizini, mühendislik spesifikasyonlarını ve bilgisayar tabanlı sistemlerin kullanımını sağlayan bir disiplindir. Sadece yeni dizaynlar yapılması ile sınırlı değildir; analiz yapma, sonuçları hesaplama, simulasyon ve optimizasyon konuları ile de ilgilidir. Tüm bunlar fizibil ve optimal dizayn için gereklidir.

CAD, geometrik modelleme, mühendislik analizleri, kinematik ve otomatik çizim olmak üzere dört kategoride toplanır. Bunlardan geometrik modelleme CAD/CAM sistemlerinin en önemli konusudur; diğer birçok CAD/CAM fonksiyonları başlangıçta geometrik verilere dayanır. Geometrik model yaratıldıktan sonra CAD sistemleri ile direkt olarak analiz, ağırlık hesabı, hacim, yüzey alanı, eylemsizlik momenti ve ağırlık merkezi hesapları yapılabilir.

Çizimin kinematik gösterim ve animasyonu yapıldıktan sonra ölçümce boyutlandırmada otomatik olarak yapılır (Eraslan, 2001)

CAD donanımı genellikle bir interaktif grafik dizayn istasyonu, metodu uygulayan alet, grafik terminali, girdi aletleri ve hardcopy çıktı aletlerinden oluşur. Metodu uygulayan alet, genellikle programları harekete geçiren sistem bilgisayarlarıdır. Girdi aletleri ışık kalemi, sayıları dijitalize eden kartuş, joystick, klavye; hardcopy çıktısı ise printer ya da plotterdir. CAD yazılımı ise, ürün tasarımı için kullanılabilir çeşitli grafik veya paket programlarından oluşur (Stark, 1988).

- Bilgisayar Destekli Üretim (CAM – Computer Aided Manufacturing)

Bilgisayar Destekli Üretim (CAM), üretim süreçlerinin planlanması, izlenmesi ve kontrol edilmesi için bilgisayar sistemlerinin kullanımını kapsamayan bir uygulamadır. CAM sistemi, bilgisayar destekli proses planlama, sayısal kontrollü (NC) makineler, işlem planlama, robotik, montaj, test ve üretim yönetiminin kapsar. (Narasimhan et.al., 1995).

- Bilgisayar Destekli Proses Planlama (CAPP – Computer Aided Process Planning)

Bilgisayar Destekli Proses Planlama veya CAPP, belirli bir parçayı üretebilmek için gereken teknolojik planın yapılması ve geliştirilmesini destekleyen bir bilgisayar uygulamasıdır. Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) ve Bilgisayar Destekli Üretim (CAM) arasında anahtar bir ara yüz olma niteliğini taşıması açısından, CIM sisteminde oldukça önemli bir yere sahiptir. CAPP ile geliştirilen plan, söz konusu parçayı üretebilmek için yapılması gerekli işlemlerin sıralarını, bu işlemlerde kullanılacak olan makinelerin tanımını ve işlem sürelerini içerir. Özel işlemler ve hazırlık prosedürleri de ayrıca tanımlanmıştır.

CAPP sistemlerini geliştirmek için iki tür yaklaşım kullanılır:

(1) Değişken yaklaşım: Değişken yaklaşımda proses planı, standart veya benzer başka bir planın kullanımıyla hazırlanır. Ana bileşik parçanın proses planı bilgisayarda saklanır, sonraki parçalar için de bu plan kullanılır.

(2) Üretken yaklaşım: Bu yaklaşım, proses planının üretim veri tabanındaki bilgilerin kullanımı yoluyla yapılmasını içerir. Ancak planın hazırlanabilmesi için planlanması düşünülen parçanın ayrıntılı tanımı, mevcut çeşitli üretim işlemleri ve bu işlemlerin kapasiteleri gibi bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. (Browne et. al., 1988)

2. Bilgisayar Sistemi: Bilgisayarla bütünleşik üretim yapısı içinde bulunabilecek bilgisayar tipleri ana sistemler, mini bilgisayarlar, mikro bilgisayarlar, kişisel bilgisayarlar, programlanabilir otomasyon cihazları, bilgisayar nümerik kontrollü tezgahlar, robot kontrolcüler ve iş istasyonlarıdır. Bu farklı bilgisayar tipleri için çeşitli iletişim standartları geliştirilmiştir. Değişik yazılım ve donanım tiplerini birbirleri ile standart hale getirmek için bazı teknikler oluşturulmuş ve uluslararası standartlar meydana getirilmiştir. Bunlar, Üretim Otomasyonu Protokolü (MAP), Teknik Ofis Protokolü (TOP) ve Temel Grafik Değişim Spesifikasyonu (IGES) standartlarıdır. Üretim otomasyon protokolü, farklı satıcılar tarafından geliştirilen otomasyona yönelik üretim sistemleri arasında uygunluk sağlamak amacıyla oluşturulmuştur. Bu modelin amacı, üretim otomasyonu için tam bir bütünleşme sağlamaktır. Geliştirilen MAP ile kullanıcı, işletme içindeki herhangi bir bilgisayardan sisteme müdahale edebilir. TOP, büro içinde bütünleşme sağlamak amacıyla geliştirilmiş bir standarttır. MAP, üretim prosesleri arasındaki bütünleşme için geliştirilirken, TOP, genel iş yönetiminde bütünleşme sağlar. Bu protokol dosya transferi, dosya yönetimi, dosya erişimi, mesaj iletimi ve veri tabanı yönetimi amacıyla geliştirilmiştir. IGES, MAP ve TOP standartlarından çok daha fazla kısıtlara sahiptir ve bilgisayar destekli tasarım ve çizim (BDTÇ) sistemlerinin arasında iletişim sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. IGES spesifikasyonun esas yapısı, birbiri ile bağlantılı iki BDTÇ sistemi arasında düzenlenmiş bir aktarıcı olmasıdır. Sistemler bilgileri birbirlerine bu aktarıcı yardımı ile iletirler. Bu iletim IGES formatı ile yapılır. Daha sonra bu bilgi tekrar BDTÇ sistemi tarafından kullanılabilir formata dönüştürülür(Önüt, 2000)

3. Giriş-Çıkış Üniteleri: Üretim içinde bilgisayarlarla birlikte yazıcılar, klavyeler, monitörler ve çizicilerin yanı sıra, çeşitli giriş ve çıkış cihazları ile, bunlar arasında arabirim oluşturacak bir yapıya da ihtiyaç vardır. Bunlar kullanıcıdan aldıkları komutları dijital sinyallere çevirirler ya da tersini yaparlar. Giriş-Çıkış cihazları elektronik, elektromekanik ya da mekanik olabilirler. Motorlar, pompalar ve diğer güç merkezleri, AC/DC motorlar, servo motorlar ve senkro motorlar, görsel algılayıcılar, sesli algılayıcılar, fiziki algılayıcılar, veri giriş terminalleri, bar kod okuyucuları kullanıcılar ve çeşitli teçhizatlar arasında giriş-çıkış görevini yaparlar. Bu fonksiyon, veri girişi için insana daha az bağımlı bir sistemin geliştirilmesine imkân tanır.

4. Robotlar: Bilgisayarla bütünleşik üretim yapısı içinde robotlar en önemli elemanları oluştururlar. Robot, çeşitli işleri yerine getirmek üzere, değişik programlar yardımıyla malzeme, parça, takım ya da özel cihazları taşımak ya da hareket ettirmek amacıyla tasarlanan, yeniden programlanabilir, çok fonksiyonlu bir cihazdır. Robotların Bilgisayarla

bütünleşik üretimde üretken olarak kullanılmaları yanında, ayrıca insanlar için güç olan işlerde de çalıştırılmaları uygundur(Önüt, 2000)

Robot uygulamaları başlıca otomotiv, elektrik, elektronik ve mekanik olmak üzere endüstrinin hemen her alanında görülebilir. Endüstride robot kullanımının başlıca nedenleri aşağıda görülebilir (Browne et.al., 1988):

- İşçilik maliyetini azaltmak
- Tehlikeli ve riskli yerlerde çalışanların yerini almak
- Daha esnek bir üretim sistemi sağlamak
- Daha tutarlı bir kalite kontrol sağlamak
- Çıktı miktarını artırmak
- Vasıflı işçilik sıkıntısını karşılayabilmek

5. *Malzeme Taşıma Sistemleri*: İşletmelerde malzemenin geldiği, stoklandığı ve kontrol edildiği alanlar vardır. Malzeme iletim sistemlerinin ana fonksiyonları takımları ve iş parçalarını takım tezgahına getirmek ve götürmektir. Bilgisayarla bütünleşik üretimde minimum düzeyde yarı mamul envanteri bulundurulması istendiğinden, etkin bir malzeme iletimi sistemi, bilgisayar kontrolü ile başarılabilir. Çok çeşitli malzeme iletim teçhizatı vardır. Bunlar; yükleme ve boşaltma amaçlı olup, çoğunlukla robotlardır. Konveyör ve otomatik kılavuzlu araçlar gibi taşıyıcılar, malzeme iletimi teçhizatının önemli bir kısmını oluştururlar(Önüt, 2000)

Otomatik Depolama ve Çekme Sistemleri (AS/RS – Automatic Storage and Retrieval Systems), malzemelerin depolama ve çekme işlemlerini bilgisayar kontrolü altında otomatik vinçler kullanarak gerçekleştiren sistemlerdir. Sistem, genellikle bar kod teknolojisini kullanarak, gelen her malzeme için uygun bir depolama yeri tespit eder ve vinci o yere doğru yönlendirir. Herhangi bir malzeme isteği olduğu zaman da, bilgisayar o malzemenin nerede depolandığını belirleyerek, vinci o malzemeyi getirmek üzere harekete geçirir. AS/RS'lerin geleneksel depo yöntemlerine göre şu üstünlükleri vardır :

- İyileştirilmiş yer kullanım yüzdesi
- Azaltılmış direkt işçilik maliyeti
- %100'e yakın bir stok ölçüm doğruluğu

- Daha az enerji tüketimi
- Azaltılmış ürün hasarı
- Geliştirilmiş müşteri hizmeti

Malzeme temin edilen birimlere “Zeki Ambarlar” -otomatik depolama ve çekme sistemleri anlamında- denebilir.

Ayrıca BBÜ, mamul üretimi için gerek duyulan tüm malzemelerin temini ile ilgilidir. Bunun içine maliyet muhasebesi, üretim planlama ve atölye düzeyinde kontrol fonksiyonlarını içine alır (Önüt, 1999).

Yukarıda bahsedilen beş bileşen bir ağ yapısı şeklinde veri yönetimi ve iletişimi ile bütünleştirilebilir.

4.5. Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sisteminin Amacı

Daha önceden de bahsedildiği üzere, BBÜ sisteminin uygulanmasının anlamı, çok sayıda teknolojinin ele alınması, bunların birbirleriyle entegre edilmesi ve sonuçta entegre bir sistemin tek bir teknolojiden daha üstün olmasıdır. Bir ürünün üretiminde, mevcut ve entegre edilen teknolojilerin birleşimi BBÜ'nün temel amacıdır.

Klasik üretim sistemlerinden farklı olarak BBÜ sisteminde, tek tek fonksiyonları veya iş istasyonlarını optimize etmek yerine tüm üretim operasyonu bir bütün olarak optimize edilir. Böylece BBÜ sistemi, kendi içinde hiyerarşik bir yönetim sistemini kullanmaktadır. Hammaddenin işletmeye girmesi ve üretim prosesinden sonra mamul ürün haline dönüşmesi, klasik bir yaklaşımdır. Oysa BBÜ sisteminde, bilgisayar ve ortak veri tabanlarının kullanılmasıyla tasarım, sipariş verilmesi, hammadde kontrolü, tezgahların işletilmesi, iş programlarının oluşturulması, muayene ve malzeme taşıma işlemleri daha seri ve etkin olarak yapılmaktadır.

Ayrıca, piyasa ve satış tahminlerinin yapılması, finansal tablo ve bilançoların oluşturulması, personel yönetimi ve diğer üretim dışı işler tamamen entegre bir BBÜ sistemi ile yapılabilmektedir.

Bir BBÜ sisteminin potansiyel amaçlarını şöyle sıralayabiliriz:

- Müşteri servisini arttırmak
- Kaliteyi geliştirmek

- Yeni ürünlerle pazarlama süresini azaltmak
- Akış zamanını azaltmak
- Ürün temin sürelerini azaltmak
- Envanter düzeyini azaltmak
- Üretim programlama performansını arttırmak
- Daha fazla esneklik
- Rekabeti arttırmak
- Toplam maliyeti düşürmek
- Daha fazla uzun-dönemli kar elde etmek
- Müşteri temin süresini kısaltmak
- Üretim prodüktivitesini arttırmak
- Yarı mamul envanterini azaltmak

Üretim yatırımlarında, klasik ve modern (BBÜ) yaklaşımlar arasında önemli farklılıklar vardır. Çizelge 4.5’de, BBÜ sisteminden önceki klasik üretim yapısında ve BBÜ sisteminin uygulanmasında göz önüne alınan faktörler karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.5 Klasik ve modern (BBÜ) yaklaşımın karşılaştırılması

ORTAM	BBÜ’den Önce	BBÜ
Yatırım alanı	Ünite	Sistem*
Yatırım Ölçeği	Küçük	Büyük
Teçhizat Ömrü	Kısa	Uzun*
Geri Ödeme Süresi	Kısa	Uzun*
Kar Alanı	Departman	İşletme
Risk Değeri	Düşük	Yüksek
Adaptasyon	Sınırlı	Geniş

*Yatırım alanı “sistem” olmalıdır. Çünkü tüm sistemde kurulması avantajlıdır(ya da önce modül modül olarak kurulur sonra sisteme yayılır). Teçhizat ömrü uzun çünkü bakımlar zamanında yapılır. Dezavantajı ise BBÜ sistemi kurulması pahalı olduğundan geri ödeme süresi uzundur.

4.6. Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sisteminin Avantajları

Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sisteminin avantajları sadece sermaye alanında değil, BBÜ sisteminin tüm fonksiyonlarını kapsamaktadır. Aşağıda sıralanan avantajlar, sadece para tasarruf alanlarından ziyade BBÜ'nün tüm fonksiyonlarını kapsamaktadırlar. BBÜ maliyetleri çeşitli yollarla azaltır;

- Hammadde kullanımını azaltır.
- Bakım harcamalarını düşürür.
- Sermaye harcamalarını azaltır.
- İşçilik maliyetlerinde düşme.
- Daha küçük üretim süreleri sağlar.
- Daha esnek üretim sağlar.
- Daha etkin malzeme akışı oluşturur.
- Atölye düzeyinde daha iyi kontrol sağlar.
- Üretim kalitesini artırır.
- Bilginin anında elde edilmesini sağlar.
- Üretim hatalarını azaltır.
- Sonradan olabilecek tasarım değişikliklerine uyum yeteneği sağlar.

Çizelge 4.6, bir üretim operasyonu esnasında BBÜ uygulayarak sağlanan potansiyel kazançları göstermektedir:

Çizelge 4.6. BBÜ'nün potansiyel kazançları (Önüt, 2000)

Fonksiyon	Kazançlar
Personel maliyetlerinde azalma	%5-%15
Mühendislik tasarım maliyetlerinde azalma	%15-%30
Genel temin süresinde azalma	%30-%60
Yarı mamulde azalma	%30-%60
Genel üretim artışı	%40-%70
Sermaye Büyümesi	%200-%300
Ürün kalitesi	%220-%300
Mühendislik prodüktivitesi	%300-%350

Aşağıda BBÜ sisteminin üç temel faydasından söz edilecektir. Bunlar pazar payı, üretim maliyetleri ve firma yönetimi ile ilgilidir [3]

i. Pazar payının artırılması:

Günümüze giderek daha da belirginleşen bir şey varsa o da her büyük işletme hem pazarlama, hem de üretiminin başarılı olması için global stratejiler belirlemek zorunda olduğudur. Uluslararası rekabet; ürün dizaynı, kalitesi ve fiyatı gibi pazar payını etkileyen konularda standartlar oluşturmuştur. CIM, pazarlama ve üretim stratejilerinde anahtar unsur olarak kullanıldığında geleneksel bir "servis fonksiyonu" veya "maddi bir külfet" olmaktan çıkıp, bir kar merkezi haline gelebilir. Bu kar merkezinin sağlayacağı rekabet faktörleri aşağıda belirtilmiştir:

a. Sürüm zamanını (hayat seyrini) azaltarak rekabet: Bir sistemin üretime olan en büyük katkısı sürüm zamanını azaltmasıdır. Son yıllarda ürünün giderek daha kompleks bir yapı alması, ürün ömrünü oldukça kısaltmış, sürüm zamanını ise azaltmıştır. Rakip firmalar, yeni ürünleriyle bir sıçrama yaparak firmanın aleyhine ve maliyetine pazar payı kazanır. Doğru tasarlanmış bir CIM sistemi ile bu problem sürüm zamanları azaltılarak önemli ölçüde giderilebilir.

b. Esnek Üretim Sistemleri - Flexible Manufacturing Systems (FMS): FMS sistemleri ile birleştirilen CIM, kuvvetli bir rekabet silahı olarak kullanılabilir. FMS ve CAD/CAM sistemleri, üreticiye bir ürünü daha küçük miktarlarda üretmesini ekonomik hale getirir. Bu sayede düzeltme ve tamir gibi temel maliyetleri her değişik ürün için düşük bir seviyeye getirir çünkü çok değişik ürünler için aynı üretim cihazları kullanılır.

c. Tedarikçilerle üretici firma arasındaki ilişkileri geliştirir:

- Üretici firma, tedarikçilerine kendi sistemleriyle uyumlu CAD sistemi alma zorunluluğu getirir.
- Tedarikçi firma, üretici firmaya uygun CAD terminalleri sağlayarak iletişim kurar.

Birinci durumda üretici maliyetlerini düşürmüş, ikinci durumda ise tedarikçi firma üreticiye bağlı kalarak rakiplerine karşı bir engel koymuş olur.

ii. Üretim maliyetlerinin azaltılması:

Otomasyona geçmiş firmaları incelersek, tüm otomasyon yatırımlarının %80'inin üretim bölümündeki temel cihazlar ile ilgili olduğunu görürüz. Fakat çoğu üründe, mühendislik kararları üretim maliyetlerinin en büyük belirleyicisidirler. Bu etki sürekli artmaya devam edecektir çünkü ürün ömrü ve pazar belirleme faktörleri birim zaman başına toplam mühendislik çalışma eforunu artıracaktır.

Mühendisliğin üretim maliyetlerindeki rolünden dolayı, mühendislerin en iyi mümkün kararları almaları en az sürede sağlayacak teknik ve sistemlerin geliştirilmesi üzerine dikkatleri çekmemiz gerekir. Bu da ancak iyi bir dizayn kapasitesine sahip, doğru bilgiye çabuk erişimi sağlayan "expert sistemleri" (insan gibi karar verme kapasitesine sahip olan sistemler) kurmak ile sağlanabilir. Diğer rekabet sistemleri gibi, bu sistemlerin de etkili olabilmeleri için belirli bir plana göre geliştirilmeleri gerekir.

Üretim maliyetleri açısından CIM ile sistemi ıskarta ve tamir oranları, makine kullanımı, düşük stok ve verimlilik alanlarında oldukça etkili kazançlar sağlanabilir.

iii. Kapsamlı firma yönetimi:

CIM, firmayı yeni yönere sevkeden hem ürün, hem de prosesleri dizayn etme ve kurma imkanını verir; bunu da daha kısa bir sürüm zamanında yapar. Ayrıca sistemde yer alan geliştirilmiş iletişim ağı ile sistem firmanın yapabilecekleri ve yapamayacakları hakkında gelişmiş bir bilgi sağlar.

Bahsedilen tüm bu stratejik faktörlerin amacı işletmenin stratejik planlamasının tamamen bilgisayara devredilmesi değildir. Bilgisayarla bu planlama için daha fazla bilgiyi daha hızlı sağlamada etkili bir araç olmaya devam edecekler fakat asıl kararları verecek olan yine insan olacaktır [3].

4.7. BBÜ için Operasyonel Akış

Klasik olarak nitelendirebileceğimiz üretim yapan bir işletmede uygulanacak BBÜ sisteminin operasyonel akışı genel olarak Şekil 4.7’de de gösterildiği üzere şu sırada olacaktır:

1, 2: Tüm planlamalar bilinen müşteri siparişleri ve satış tahminlerine uygun olarak yapılmalıdır.

3 : Yönetim kararları

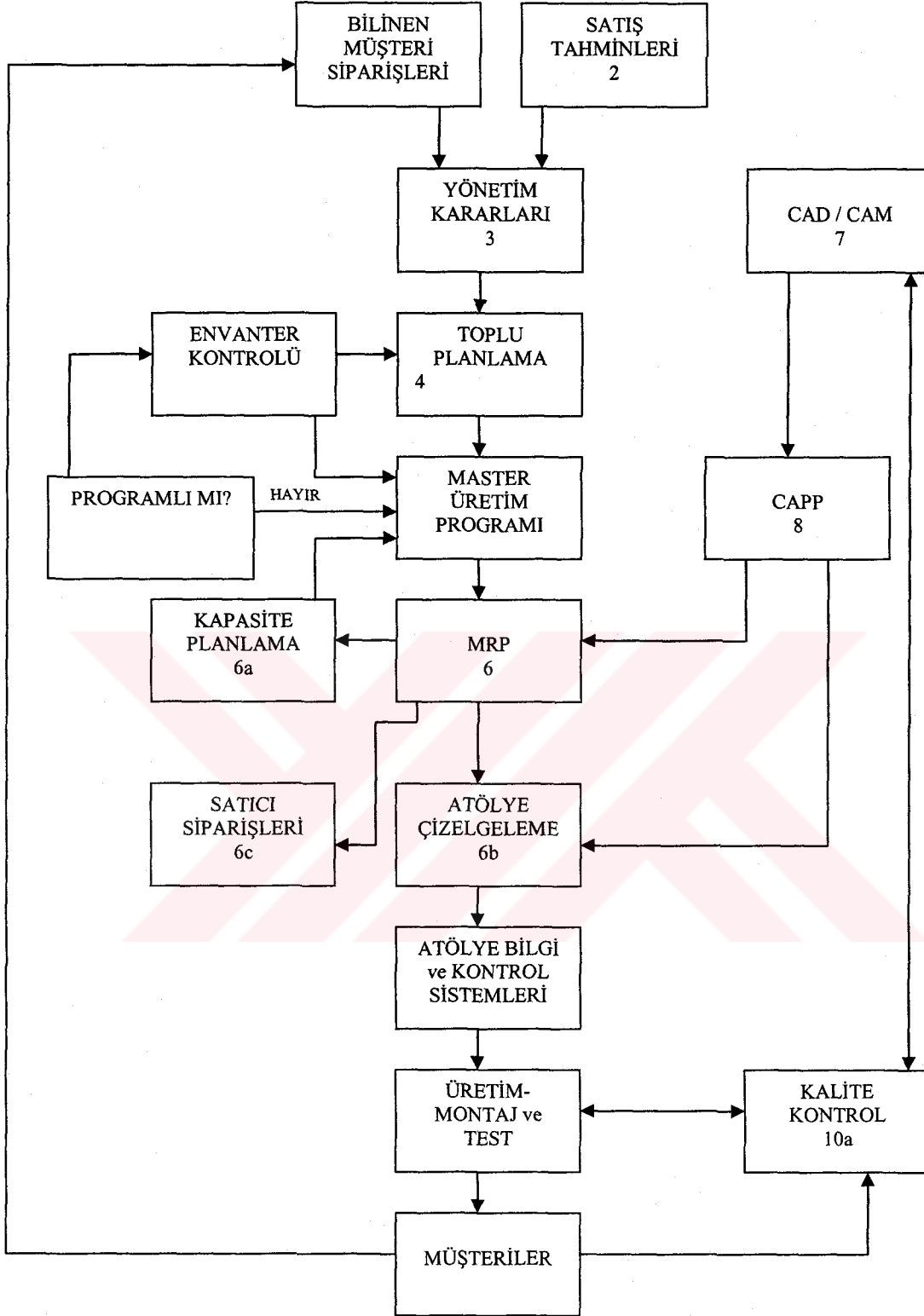
4 : Toplu üretim planlama fonksiyonu, uzun dönemli gereksinimleri kapsayacak şekilde hangi ürün miktarlarının hangi zaman periyotları ile üretilebileceğini belirlemektir. Bu faaliyetin sonuçları ana üretim programı ya da master program olarak adlandırılır. Bu son ürün için yapılan bir programdır.

5 : Master üretim programı o anki mevcut durumdan etkilenir. Bunlar içinde satıcılardan gelen teslimatlar, atölyedeki güçlükler, kapasite programları gibi problemler vardır.

6 : MRP, tasarım (7) ve proses planlama (8) dan gelen temin süresi ve malzeme listeleri bileşenleri ile birlikte son ürünler için gereksinim duyulan tüm elemanların mevcut envanter düzeylerini göz önüne alarak gerekli planlamaları yapar. Çıkan sonuçları ya üretim emri olarak atölyeye yollar ya da dışarıdan üretilmesi veya satın alınması amacıyla satıcılarla temas kurulur.

7 : Bilgisayar destekli tasarım ve mühendislik

8 : Bilgisayar destekli proses planlama, bir parçanın üretimi için gerek duyulan operasyonların sırası, operasyonlar için gerekli süreler, tezgah ve takım seçimleri gibi fonksiyonları içine alır.



Şekil 4.7. CIM için operasyonel akış. (Önüt, 2000)

4.8. Bilgisayarla ve İnsanla Bütünleşik Üretim-İnsanın Rolü

BBÜ'nün başarılı bir şekilde uygulanması için insan ve organizasyonel faktörlerin beraber göz önüne alınması önemlidir. Çalışanların katkısı olmadan en mükemmel teknolojiler bile üstünlük sağlayacak ürünler elde edemez.

CIM ve gelişmiş üretim teknolojilerinin yol açtığı bazı başarısızlıkların insani ve organizasyonel faktörlerin ihmal edilmesinden dolayı ortaya çıktığı anlaşılmıştır. Bunun yanı sıra BBÜ'nün en çok kullanıldığı Esnek Üretim Sistemi'nin etkin bir şekilde yürütülebilmesi teknolojiden daha çok nitelikli insana bağlıdır. Bu da Bilgisayar ve İnsanla Bütünleşik Üretim kavramını ortaya çıkardı.

İnsanla Bütünleşik Üretim (İBÜ) elde edilene kadar, BBÜ'nün tam olarak oluşamayacağını belirtmiştir. Bunun anlamı, bilgisayarların ve şebekelerin; insan kabiliyeti, esneklik ve yaratıcılığı tamamlayan araçlar olduğudur. Buradaki temel nokta, şebeke ve bilgisayarlar kullanarak farklı insan organizasyonlarınca gerçekleştirilen işleri entegre etmektir. (Savolainen, 1988)

4.8.1 BBÜ elemanlarının İnsan Unsuru Göz Önüne Alınarak Tasarlanması

80'li yılların başında "sistemin üretkenliği yalnızca operatöre bağlı değildir, fakat insan unsuru gelişmiş üretim teknolojilerinde esneklik için geçerlidir" görüşüne dayanılarak ortaya çıkmıştır. İnsan merkezli gelişmiş üretim teknolojilerinin belirgin kuralları yoktur fakat çeşitli özelliklere sahiptir :

- ✓ Kullanıcıların mevcut becerileri göz önüne alınmalı
- ✓ Kullanıcıların öğrenmesi ve becerilerini geliştirmesini sağlamalı
- ✓ İşin bileşenlerinin planlanması, yönetimi ve denetlenmesi faaliyetlerini entegre etmeli
- ✓ Kullanıcılar arasındaki sosyal iletişim ve etkileşimi arttırmalı
- ✓ Düzenli, güvenli ve etkin bir çalışma ortamı sağlamalı

4.8.2.BBÜ'de robotların rolü

Robotlar BBÜ sisteminde önemli bir role sahiptir.ve esnek otomasyon için gerekli bir unsurdur. Amerikan Robot enstitüsüne göre robotun tanımı şu şekilde yapılmıştır: "Robot, çok çeşitli işleri yapmak için, çeşitli programlanmış hareketlerle, malzemeler, parçalar,

takımlar veya özel araçları taşımak için tasarlanmış yeniden programlanabilir çok fonksiyonlu manipülatörlerdir”.

Robotların BBÜ’de prodüktif olarak kullanılmaları yanında, ayrıca insanlar için güç olan işlerde de çalıştırılmaları uygundur. BBÜ sistemi, içinde insan ve robot kullanımının bir kombinasyonu olmalıdır. İnsan ve robot kombinasyonunun işletmelerdeki kullanım oranı, ürün tipindeki değişikliklerin 2 ile 100, üretim hacminin 50 ile 50.000 arasında olduğu endüstrilerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Önüt, 2000).

İnsan montaj işçisi ile endüstriyel robot montaj sisteminin birbirleriyle karşılaştırılması çizelge 4.8.’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. İnsan ve robotun özelliklerinin karşılaştırılması (Önüt, 2000)

Özellikler	İNSAN	ROBOT
Kaabiliyet-Hareket serbestlik derecesi	22	6
Parçaları tanıma ve anlama	Yüksek	Orta
İş çevrimi-vardiya süresi	4 saat	Sınırsız
Güvenilirlik	%85	%95
Çıktı kalitesi	%85	%90
Yeni prosese adaptasyon	Hızlı	Yavaş

4.9. BBÜ Seçimi

BBÜ, doğru seçildiğinde çok faydalı olabilir. Ancak karar vermek zordur. Bu sebeple, anahtar teslim(turnkey) projeleri önerilebilir. Bu, BBÜ sisteminin gerekli yazılım ve donanımın belirlenmesi ile çalıştırılması için gerekli tüm ünitelerin ve eğitimin başka bir uzman firma tarafından sağlanması anlamına gelmektedir. İhtiyaç duyulan sistemi alırken dikkate edilmesi gereken noktalar şunlardır (Eraslan, 2001):

1. Sistemin maliyeti ve ödeme koşulları
2. İşletme giderleri
3. Servis ve destek hizmetleri

4. Sistemin kalitesi ve güvenilirliği
5. Teslim ve işletmeye alma çalışmaları.

Özellikle servis ve destek sağlanması ile ilgili başlıklar önemlidir. Bunlar;

1. Hardware bakımı
2. Software bakımı
3. Başlangıç ve sürekli eğitim
4. Yedek parça desteği
5. Arıza tespiti ve giderilme süresidir.



5. EŞZAMANLI MÜHENDİSLİK VE BİLGİ YÖNETİMİ YAKLAŞIMLARININ BBÜ SİSTEMLERİ İÇİNDEKİ ROLÜ

“BBÜ için operasyonel akışta” görüldüğü üzere her ne kadar BBÜ sisteminin kullanılması ile bahsedilen amaçlara ulaşılsa da, bu sistemin daha hızlı, daha etkin çalışmasını sağlayabiliriz. Örneğin karar alma aşamasını “duvar üzerinden” değil de eş zamanlı olarak yapabiliriz. Bilgi yönetimi ile, kararların ortak veri tabanları vs..lerin kullanımı ile eş zamanlı alınmasını, alınan kararların makinelere, çalışanlara de daha hızlı şekilde iletilmesini sağlayabiliriz.

Başarılı bir ürünün üretimi için gerekli veri ve bilgileri sağlayan bilgi-işlem faaliyetleri CAD (Computer Aided Design) ve CAM'dir (Computer Aided Manufacturing). Bilgisayarla bütünleşik imalat sistemleri, (CIM: Computer Integrated Manufacturing) ise hem CAD hem de CAM'in aynı sistemde kullanılmasıyla ortaya çıkar. CIM'i oluşturan bu unsurlara esnek imalat sistemleri, grup teknolojisi/hücreli imalat, bilgisayar sayısal denetimli tezgahlar(NC), bilgisayar destekli süreç planlaması, otomatik malzeme taşıma yerleştirme ve stoklama sistemleri, robotlar tam zamanında üretim sistemleri(JIT), imalat kaynakları planlaması(MRP-II) eklenebilir (Eraslan, 2001).

Bilgisayarla bütünleşik imalat, tüm bu unsurların bir araya gelmesiyle bilgi akışının otomasyonunu ve bilgi teknolojisiyle fabrika otomasyonunun birleştirilmesini gerektirir. Otomasyonun ilk adımı sayısal denetim teknolojisinde tezgah ya da makine düzeyindedir. Ancak bu sadece fiziksel boyuttan ibarettir. İşte bu noktada o sisteme ruh katacak, can verecek damarlardaki kan misali bir bilgi akışına, başka bir ifadeyle bir bilişim sistemine ihtiyaç doğmaktadır. Bu ideal bir durumdur ve bunu gerçekleştirmiş tesislere geleceğin fabrikası ya da “toplam fabrika otomasyonu” denmektedir.

Bu sistem sayesinde; bilgisayar destekli tasarım / bilgisayar destekli imalat, proses kontrol, imalat kaynakları planlaması, grup teknolojisi sistemleri, finansal raporlama sistemleri, pazarlama, sipariş kabul, bakım sistemleri arasında bağlantı kurulmakta ve bütünleştirilmektedir. Daha önceden de verildiği üzere Harhen ve Browne (1988), bilgisayarla bütünleşik üretimi “üretim sisteminin toplam işleyişini yönetmek için bilgisayara dayalı üretim teknolojisi ile karar destek sistemlerinin bütünleşik bir uygulamasıdır.” şeklinde tanımlamışlardır. Üretim sisteminin toplam işleyişini ise ürün tasarımıyla başlayan, üretim ile devam eden, dağıtımla son bulan ve stok yönetimiyle finansal yönetimi içeren bir süreç olarak kabul etmişlerdir.

Tüm personelin aynı veri tabanındaki bilgileri kullanarak çalışması ve karar vermesi önemli maliyet tasarrufları sağlar. Maliyeti, unsurlarının tümünün aynı anda kurulup kurulmadığına, işletmenin büyüklüğüne, satın alınacak araçların sayısına, kalitesine, esnekliğine, robot kullanılıp kullanılmamasına, kullanılacak bilgi iletişim sisteminin niteliğine bağlı olarak değişecektir.

Bilgisayarla bütünleşik imalat, ileri teknolojiye dayalı sistemler kullanılarak;

- ürün ve süreç tasarımı
- planlama/denetim ve
- üretim süreçleri

gibi üretimle ilgili üç boyutun ve diğer işletme fonksiyonlarının koordineli bir şekilde yerine getirilmesini sağlayan bir bilgi teknolojisi şeklinde tanımlanabilir. Bilgisayarla bütünleşik imalat sistemi içinde, siparişe başlayan ve tamamlanmış ürünün gönderilmesiyle son bulan faaliyetler zincirinde, bir faaliyetin çıktısı, bir sonrakinin girdisini oluşturur.

Örneğin bilgisayar destekli süreç planlaması sisteminde, ürün tasarımlarından hareket edilerek işlemlere ilişkin talimatlar oluşturulur ve bunlar direk sayısal denetimli tezgahlara elektronik olarak iletilir. Bilgisayarla bütünleşik imalat sisteminde tüm üretim araçları diğerleriyle ve malzeme taşıma sistemleriyle bağlantılı olarak çalışır. Böyle bir ortamda bir bilgisayar destekli tasarım terminalinde tasarım değişikliği yapıldığı takdirde birkaç dakika sonra o değişikliğe göre üretilmiş bir ürünün sistemden çıkması mümkün olacaktır. Tabii ki bunun sağlanması için eş zamanlı mühendislik uygulaması ile desteklenmiş etkin bir bilgi yönetimi uygun olacaktır.

Buraya kadarki açıklamalardan da anlaşılabilceği gibi, bilgisayara dayalı bilgi sistemlerinin ; robotlar, sayısal denetimli tezgahlar, otomatik olarak yönlendirilmiş araçlar gibi ileri teknoloji ürünü araçlarla birleştirilmesi ve böylelikle dünya pazarlarında rekabet etme yeteneğine sahip tesisler yaratılması mümkündür.

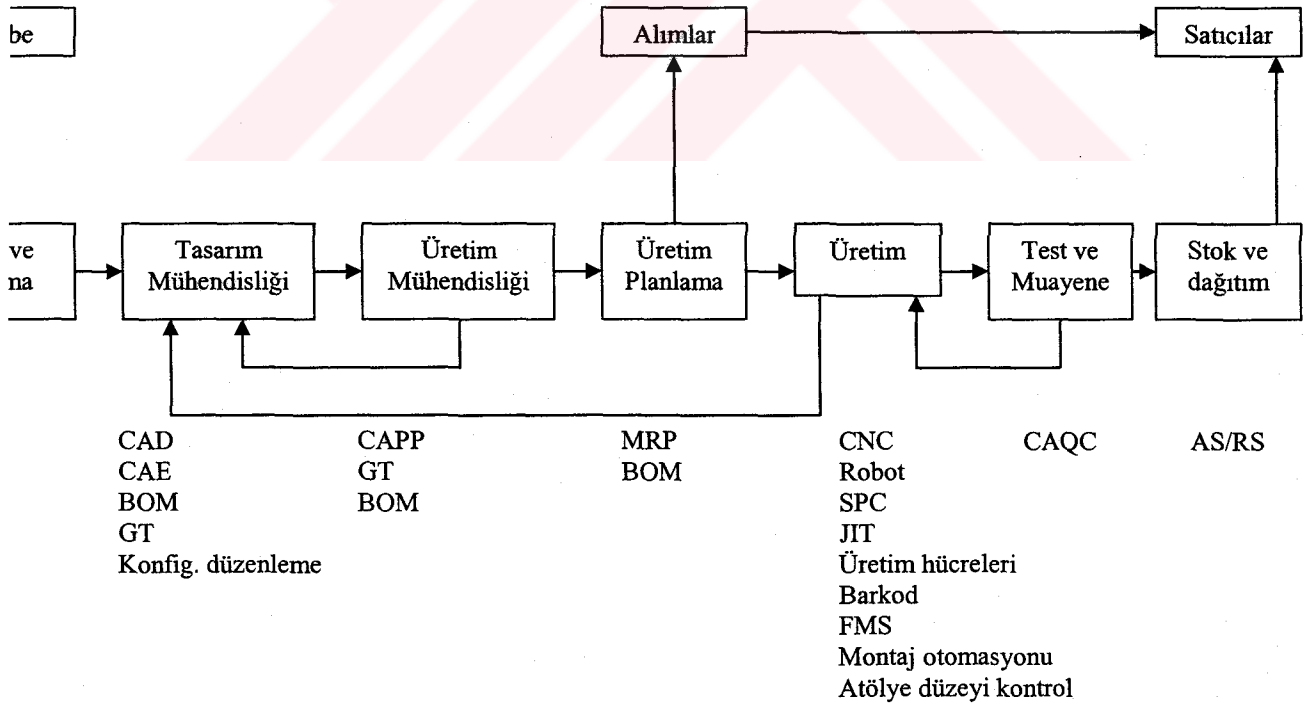
Özellikle makine takımları üreten ve savunma endüstrisinde yer alan birçok işletme, bilgisayar sayısal denetimli ve direkt sayısal denetimli tezgahları otomatik malzeme taşıma araçlarıyla birleştirmeyi başarmış durumdadır. Bu işletmelerde tüm bu araçlar bilgisayar denetimi altında çalışmaktadır. Elektronik bilgi akışıyla ileri teknoloji ürünü makine ve araçlar arasında iletişim kurulmuş ve böylelikle, unsurları birbirleriyle bütünleşmiş sistemler oluşturulmuştur. Parçaların iş merkezleri içindeki ve arasındaki hareketi, takım değişiklikleri,

makinelerin işleme, parçaların muayenesi ve hatanın düzeltilmesi otomatik hale getirilmiştir. Ayrıca ürünlerin üretimine yol gösteren, karşılaşılan aksaklıkları teşhis eden ve bunları gidermek için önlem alan bilgisayara dayalı uzman sistemlerin kullanıldığı daha karmaşık sistemler de geliştirilmiştir (Schmenner, 1990).

Bilgisayarla bütünleşik üretim ortamında, uzman kişilerin “bilgi”sinin kurallar halinde programlara aktarılması ve veritabanlarının oluşturulması ile kendi kendine karar verebilecek düzeyde zeki sistemler de oluşturulabilir (Eraslan, 2001).

5.1. Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sisteminin Yapısı

Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sisteminde, üretim prosesinde bulunan kademelerin her biri kendi içinde bir özelliğe sahiptir ve diğer kademelerle yapısal olarak bağlantılıdır. Temel üretim sürecindeki işlemleri Şekil 5.1.1’de görmek mümkündür. Şekilde görülen, genel üretim sürecinde yer alan çeşitli işlemlerin BBÜ sistemlerine esas oluşturacak veri akış diyagramı ise Şekil 5.1.2’de olduğu gibidir. Bu diyagram, üretim aktivitelerinden hangilerinin hangileriyle iletişim kurması gerektiğini ve işletme içi ortak bir veri tabanının (*data base*) veri akışını göstermektedir.



Şekil 5.1.1. Temel üretim sürecindeki işlemler (Bedworth.,1991, akt.:Önüt, 2000).

Yukarıdaki şekildeki kısaltmaların açılımı şöyledir:

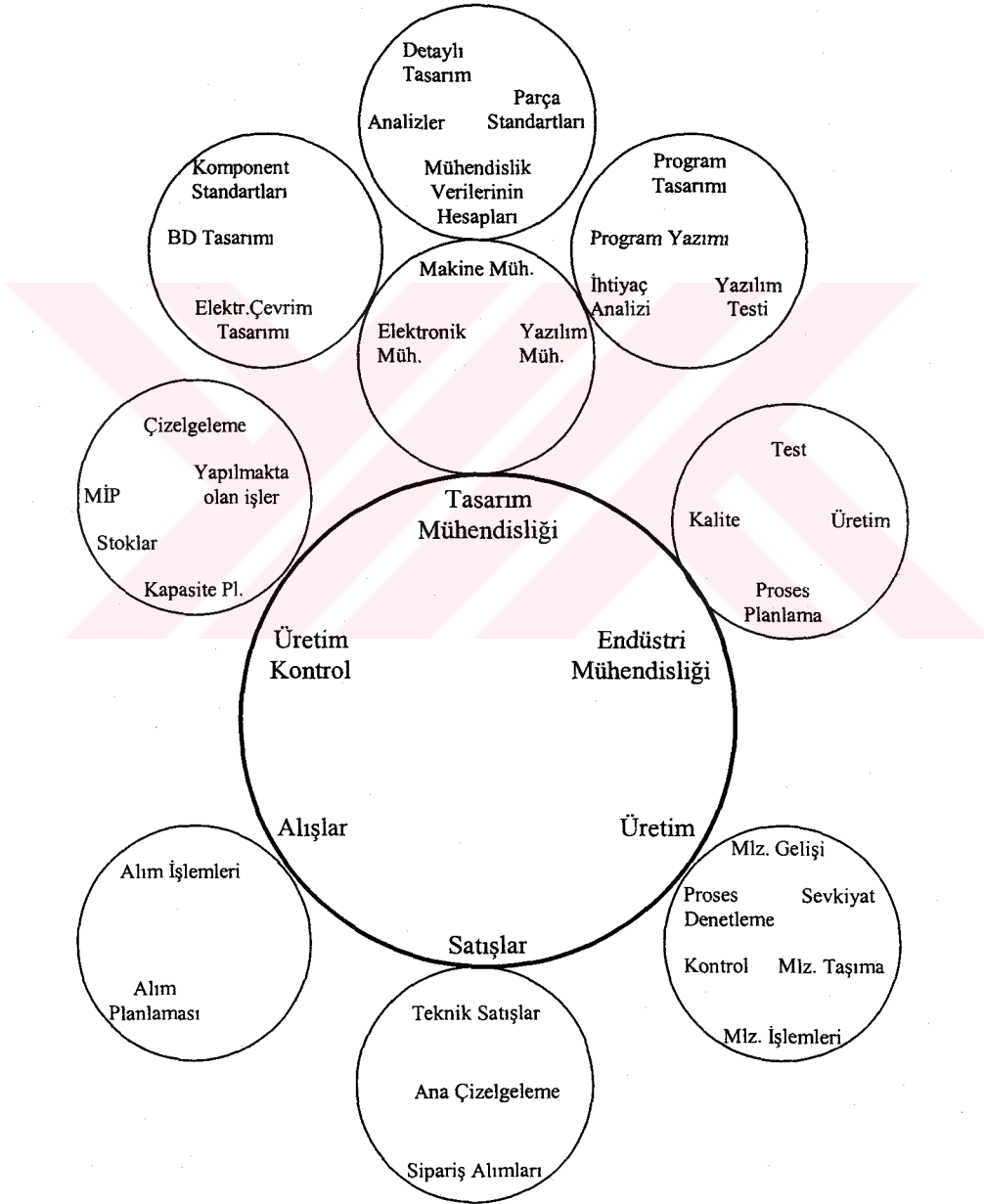
BOM (*Bill of Material*) Malzeme Listesi

GT (*Group Technology*) Grup Teknolojisi

SPC (*Statistical Process Control*) İstatistiksel Proses Kontrolü

CAQC (*Computer Aided Quality Control*) Bilgisayar Destekli Kalite Kontrol

AS/RS (*Automatic Storage/Retrieval System*) Otomatik Depolama/Taşıma Sistemleri

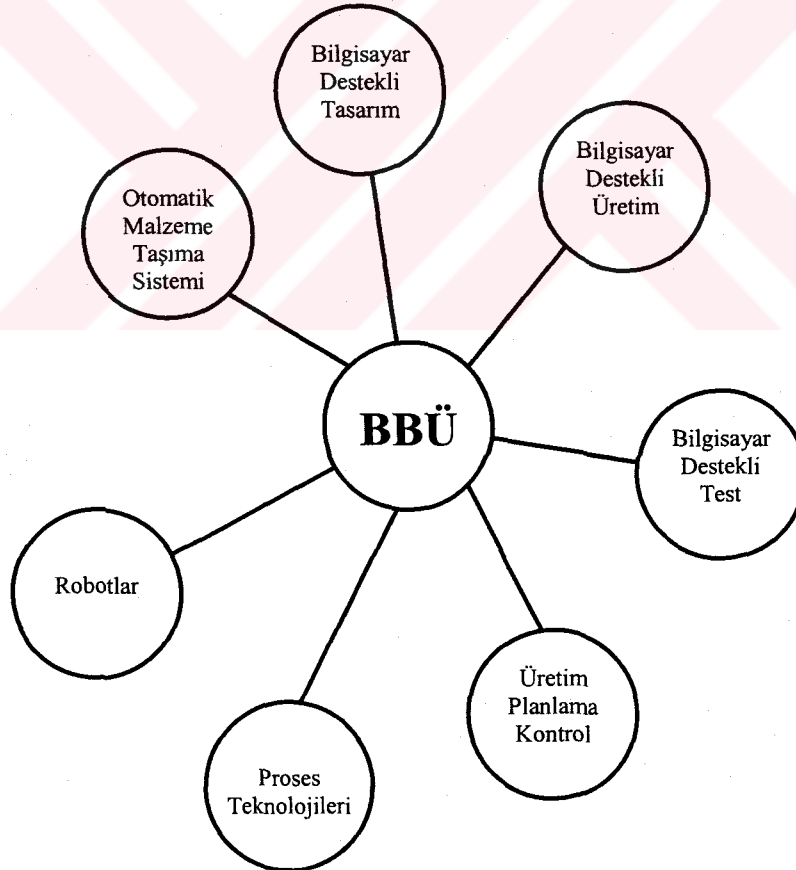


Şekil 5.1.2. BBÜ sistemlerinde bütünlük veri akışı (Morgan, 1988, akt.:Önüt, 2000)

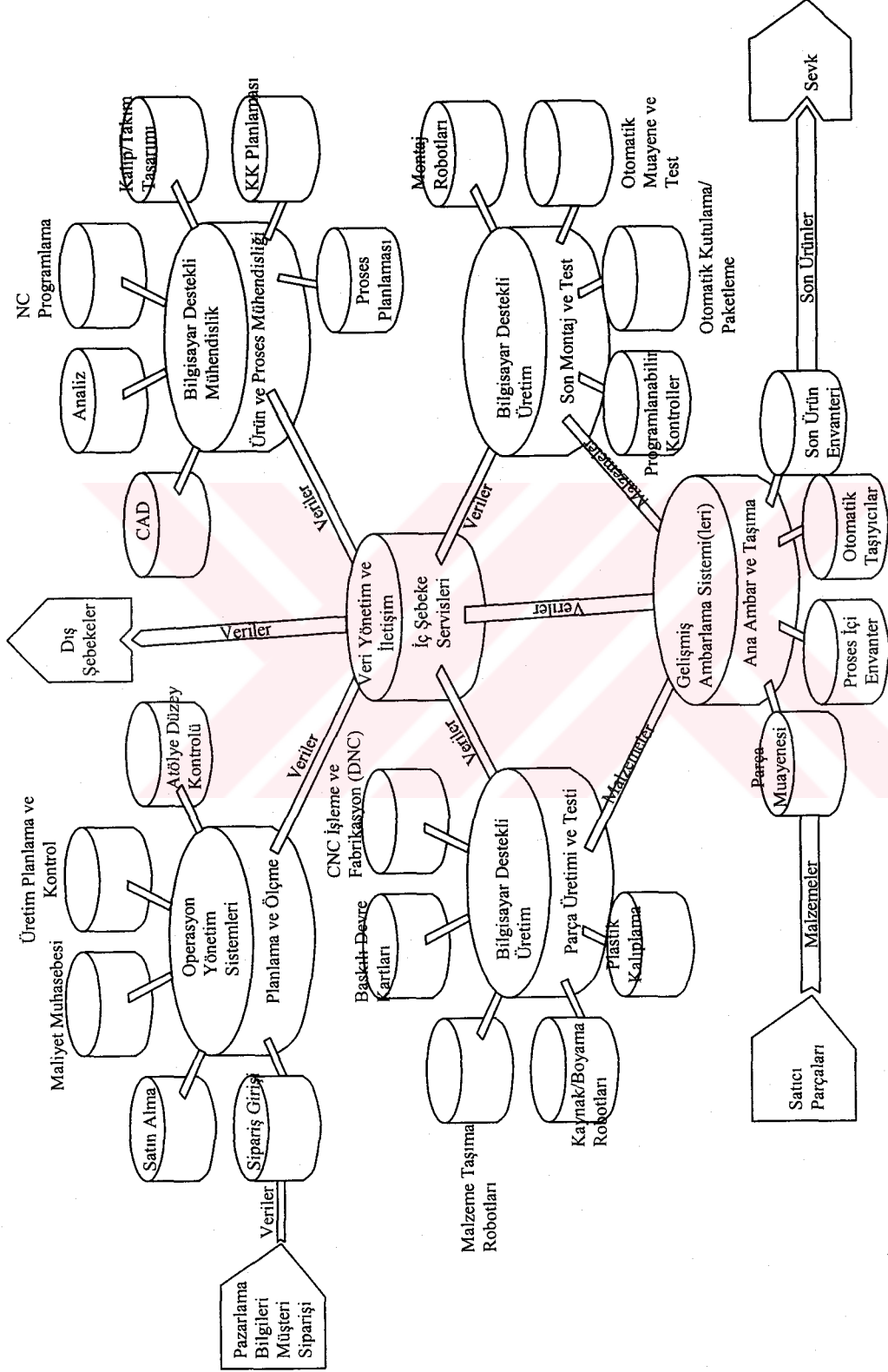
BBÜ uygulamalarında ortak veri tabanlarının kullanılması, kumanda ve kontrolün de tek bir ana merkezden yani ortak kullanılan bilgisayardan yapılması gerektiğini çağrıştırırsa da işletme içinde de dağıtılmış bir yönetim ve kontrol sistemi kullanmak şarttır. Zaten önceden de belirtildiği gibi BBÜ sistemleri işletme içinde dağıtılmış bütün üretim fonksiyonlarındaki veri işleme (data processing) sistemlerinin iletişim şebekeleriyle bütünleştirilmesi (integration) demektir. Fakat unutulmamalıdır ki, sadece endüstriyel bir bilgisayar şebekesi BBÜ sistemi anlamına gelmez. Sistemlerin dağıtılmış (distributed) olması iki ana nedenle gereklidir:

- Bütün üretim fonksiyonlarını içinde bulunduran tek bir sistemin uygulanmasının çok zor oluşu,
- Belirli işlerde daha yoğun ve detaylı sistemlerin kullanılma zorunluluğu.

BBÜ sistemleri yukarıda anlatıldığı doğrultuda genel olarak Şekil 5.1.3'de görülen yazılım ve donanım teknolojilerinden meydana gelir.



Şekil 5.1.3. BBÜ sistemlerini meydana getiren teknolojiler (Cowan, 1986, akt.:Önüt, 2000).



Şekil 5.1.4. BBÜ sistemlerinin yapısı [Bedworth vd.1991, akt.: Önut, 2000].

İşletme aktivitelerini optimize etmek için mevcut teknoloji ve iş gücünün bilgisayarlarla bütünleştirildiği BBÜ sistemleri, sipariştten teslimat sonrasına kadar bütün işletme fonksiyonlarını kapsar. Böyle bir BBÜ sisteminin yapısı Şekil 5.1.4’de görülmektedir.

Ayrı ayrı fonksiyonlar kendi içlerinde bilgisayar sistemleri ile desteklenmiş gerekli teknoloji ile donatılmış olmasına rağmen bu fonksiyonların birbirleri arasında ortak veri paylaşımının olmaması genel üretim sürecini yavaşlatacak ve birçok işin farklı bölümlerde tekrar edilmesine neden olacaktır. Burada yapılması gereken bilgi yönetimi uygulamaları ve teknik desteğin de sağlanmasıyla tüm işletme birimleri arasında veri ve bilgi akışının sağlanmasıdır. Bilgi alışverişinin en iyi yapıldığı ortam ise -bir beyin fırtınası uygulaması gibi- eş zamanlı olarak tüm birimlerin etkileşimli olarak düşündükleri ve iletişim yaşadıkları bir ortamdır(özellikle karar alma aşamalarında).

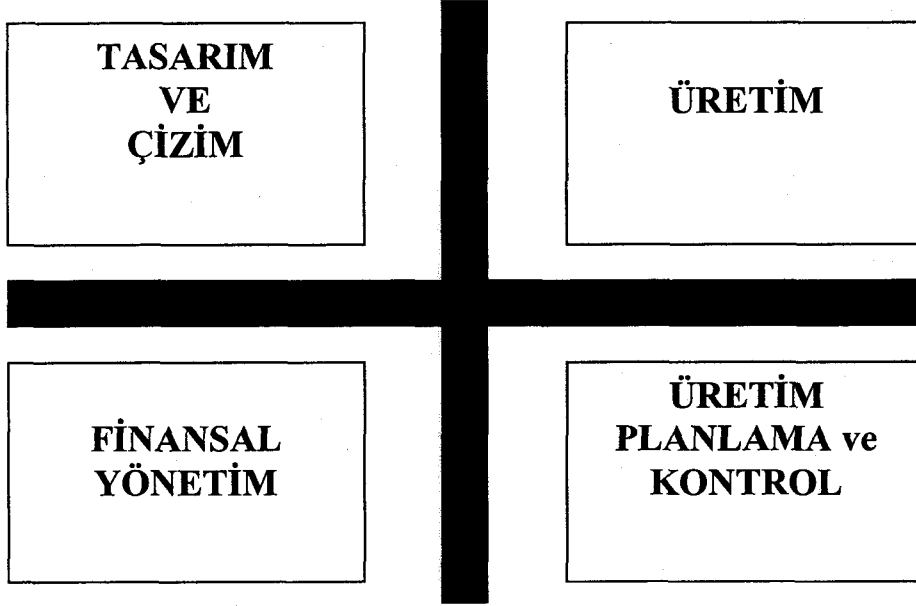
Birbiriyle ilişki içinde olacak tüm birimlerin bilgi akışını kullanan bir sistem olduğuna göre BBÜ bir bilgi teknolojisi olarak da düşünülebilir.

Önceki bölümde belirtildiği üzere BBÜ sisteminde üretim araçları ile üretim kontrol ve yönetiminin bilgisayarla ve birbirleriyle bütünleşik olması bilgi akışının daha hızlı ve sağlıklı olmasını sağlar.

5. 2.Geleneksel Organizasyonda İletişim

İyi bir iletişim sisteminin kurulması etkin bir organizasyonun temelini oluşturur. Geleneksel tasarım ve üretim prosedürlerinde bölümler, birbirleri arasında minimum ilişki kuracakları şekilde izole edilmişlerdir. Bilgi transferi çok zaman alıcıdır. Sistem her türlü çizim ve kaydedilmiş veri için çok miktarda tekrar gerektirir, bu da oldukça zaman alıcı ve hataya sevk edicidir. Şekil 5.2.1’ de çizim ve tasarım, üretim, üretim kontrol ve finansal yönetim bölümleri izole edilmiş hücreler şeklinde düzenlenmiştir.

Buna karşılık bir diğer yaklaşım ise, bu hücrelerin kendi bilgisayar imkanlarına sahip bölümler şeklinde düşünülmesidir. Fakat bu durumda da farklı sistemler arasında direk bir iletişim bağı yoktur. Bu yaklaşım bölüm içinde yüksek verimlilik ve etkinlik meydana getirebilir. Fakat komple bir ürün geliştirme prosesi için yeterli değildir (Şekil 5.2.2). Aslında klasik anlamda eski düşüncelerin yeni teknolojiye uygulanmaya çalışılma şeklindedir. Her bölüm kendi ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde bir bilgisayar destekli sistem oluşturmaya çalışmaktadır.

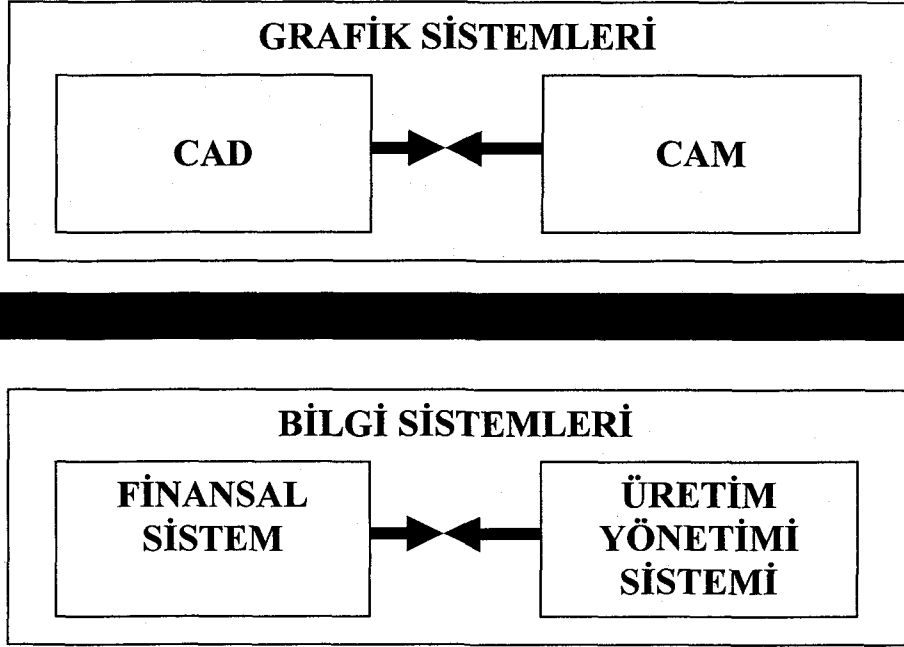


Şekil 5.2.1. Geleneksel izole edilmiş bölüm yaklaşımı(Önüt, 2000).

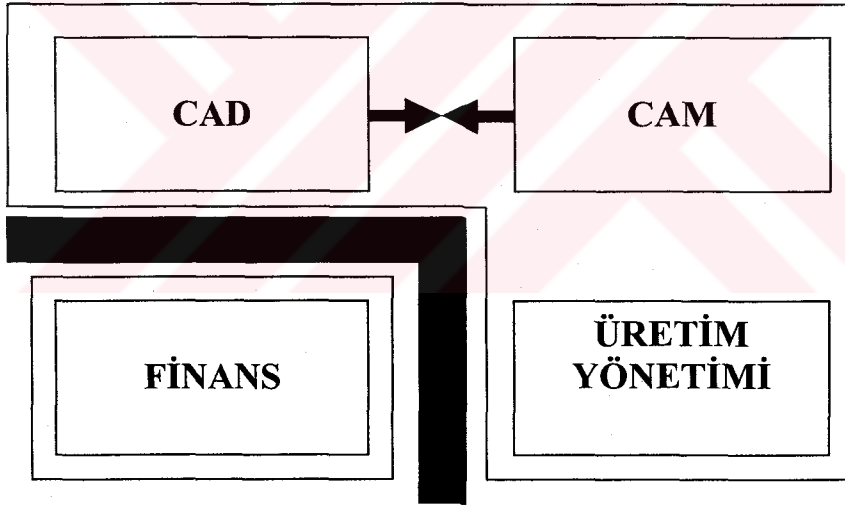


Şekil 5.2.2. Bilgisayarlarla donatılmış, birbirinden izole edilmiş bölüm yaklaşımı.

İdeal bir iletişim ortamı, eğer bilgisayar destekli sistemler bütünleşik bir yapı altında birbirleri ile birleştirilirse ortaya çıkmış olurlar. En önemli bağlantı Şekil 5.3.1 den de görüleceği gibi tasarım ve üretim arasındadır. Bu yüzden CAD çizim programları ile CNC üretim teçhizatı arasında direkt ilişki kuran bir CAD/CAM sistemi oluşturulur. Buna karşılık, bu durumda grafik sistemleri ve bilgi sistemleri ya da mühendislik sistemleri ve finans sistemleri olmak üzere iki ayrı bölüm ortaya çıkar ki, bunların arasında da bir iletişim kurmak gerekli hale gelir (Şekil 5.3.2).



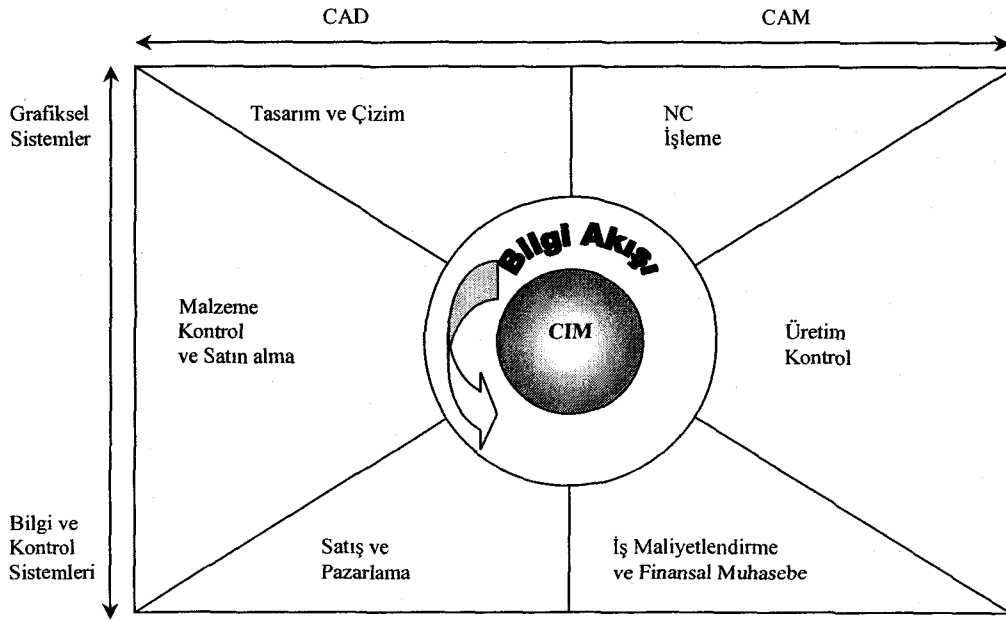
Şekil 5.3.1 Grafik ve bilgi sistemleri



Şekil 5.3.2. Finans ve mühendislik sistemleri.

Şekil 5.3.4. daki ideal bir CIM sisteminde CAD/CAM ve finans sistemleri, ortak bir bilgi sistemi bünyesinde birbirleri ile bağlanmıştır. Etkin bir bilgi akışı ile, tasarım mühendisleri hammadde maliyetleri, işleme metotları gibi hususlarda günlük veya anlık bilgiye ulaşabilirler, üretim mühendisleri kompleks projeleri anında kontrol etme imkanına sahip olabilirler ya da muhasebeciler her türlü maliyet bilgisine anında erişebilirler

Eşzamanlı Mühendislik Bölümlerinde duvarların kalkmasından ve bilgi iletiminin veya paylaşımının ortak, aynı anda olması gerektiğini açıklamıştık. Etkin bir CIM sistemi de bu anlayışı temel olarak almalıdır.



Şekil 5.3.4 CIM'in prensibi (Önüt, 2000)

5.4. BBÜ'de Veri Tabanı Yönetim Sistemi (DBMS)

CADCAM veri tabanı, tasarımdan diğer uygulama alanlarına kadar üretimle ilgili verilerin bir toplamını içerir. Veri tabanı yönetim sistemi (DBMS) karmaşık bir program yapısındadır ve veri saklama, sıralama, arama ve güncelleştirme gibi imkanlar sağlayan uygun programları bünyesinde barındırır. Etkin veri yönetimi bir DBMS'nin ve dolayısıyla CAD/CAM prosesinin en önemli unsurudur. İyi bir DBMS'da (Önüt, 2000);

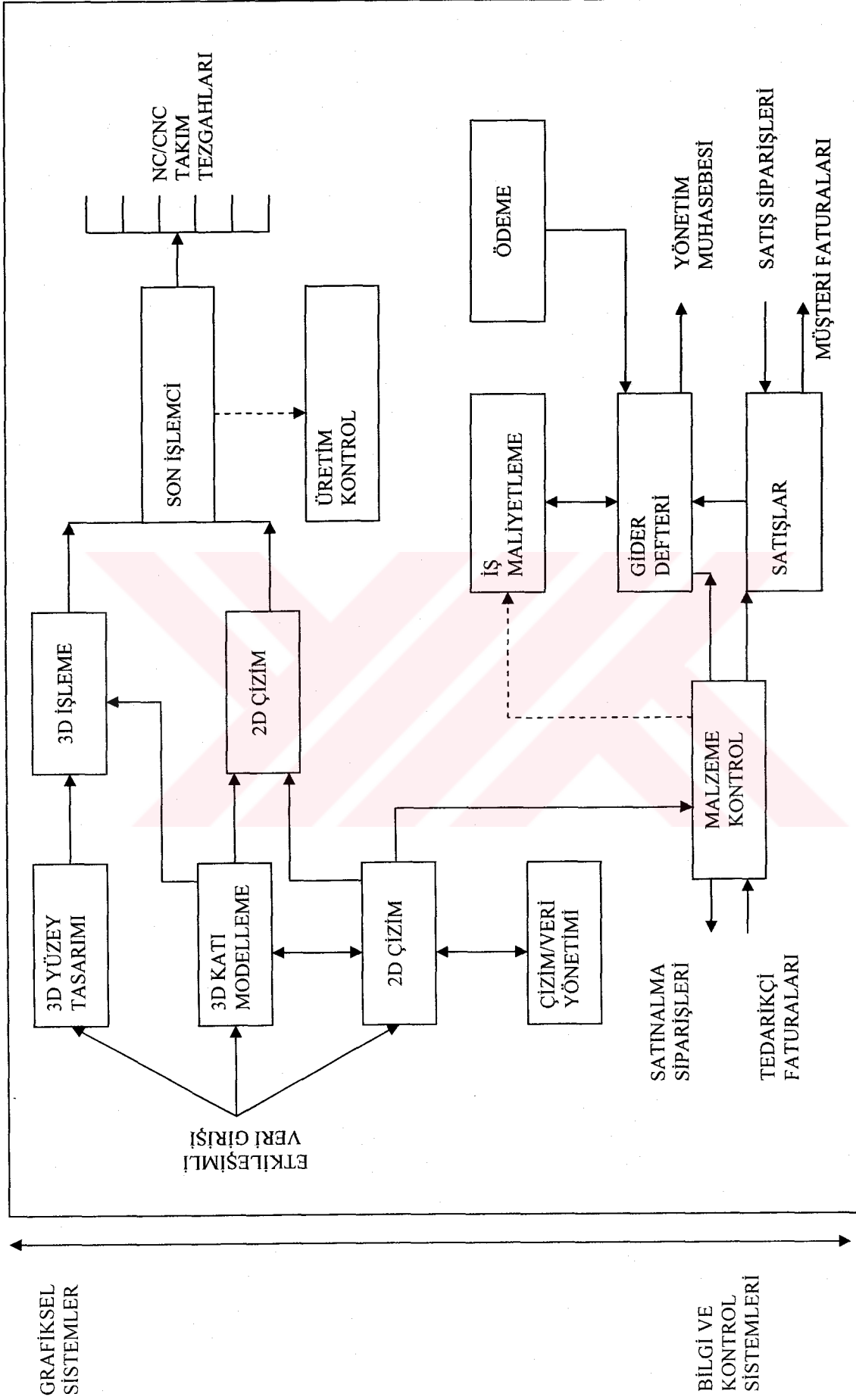
- Üretimle ilgili tüm veriler herkes tarafından kolayca erişilebilir olmalı,
- Verilerin tümü güvenilir ve kolaylıkla güncelleştirilebilir olmalıdır.

Şekil 5.3.4 de görüldüğü gibi bilgi akışı ilgili bölümlerin ortasında cereyan eder ve BBÜ'nün de temelinde de bilgi yönetiminin uygulanması yatar. Yukarı da bahsedildiği üzere veri akışının etkin olması, etkin "bilgi"yi oluşturacaktır. Bilginin oluşturulması aşaması ve daha sonra paylaşılması aşaması "eş zamanlı" olursa daha hızlı ve esnek bir yapıda bir BBÜ elde etmek mümkün olacaktır.

Şekil 5.4 de örnek bir CIM sistemi görülmektedir. Geleneksel organizasyonlarda, tamamlanmış teknik resimlerin, parça çizimlerinin farklı bölümlere aktarılması gerekmektedir. Bu bölümler şöyle sıralanabilir:

1. Satışlar (tedarik işlemleri ve kotalar)
2. Üretim tasarımı (takım, bağlama düzenleri tasarımı)
3. Üretim kontrol (malzeme listelerinin çıkarılması, stok ayarlamaları, malzeme miktarları, üretim prosedürlerine karar verme, üretim planlama föylerinin tamamlanması)
4. Satın alma (Dışarıdan alınan yeni malzeme stoklarının siparişi)
5. Üretim (Üretim planlama föyleri ve bağlama düzeni çizimlerine gereksinim duyulur)





Şekil.5.4 Örnek bir bilgisayarla bütünleşik imalat sistemi

İdeal DBMS altında çizimler ve onunla ilgili veriler oluşturulduktan sonra, tüm bölümlerin kolayca ulaşabilecekleri bir kütüphanede bir bilgisayar modeli olarak saklanır. Diğer bir yaklaşım, şebekeleştirilmiş sistemdir. Burada sistemdeki çeşitli veri tabanları bilgi akışı sağlayan veri iletişim araçları ile birbirlerine bağlanır. Teorik olarak DBMS in bilgi iletişim yeteneği sınırsızdır. Örneğin birçok sistem tasarımlar çizildikten ve dosya isimleri kodlandıktan sonra parçaların uygun bir malzeme listesinde otomatik olarak gösterildiği malzeme listeleri ve CAD çizim veri tabanları arasında direkt bir bağlantıya sahiptir. Bilgi stok kontrol, malzeme çizelgeleme ve planlama, takım gereksinimleri ve satın alma faaliyetlerinin otomatik olarak güncelleştirilmesi için eşzamanlı olarak yenilenir. Stoğun otomatik olarak izlenmesi, çizim verilerine direkt olarak ulaşılması ile yerine getirilebilir. Böylece kritik miktarın altına düşülürse otomatik olarak yeniden satın alma kararları verilebilir.

Bütünleşik sistemler ileri programlama ve yüksek depolama kapasitesine ihtiyaç duyarlar. Eski CAD/CAM sistemlerini ve veri tabanlarını kullanan organizasyonların ortak bir veri tabanına adaptasyonu bazı güçlüklerle karşılaşır. Bununla birlikte en modern CAD/CAM sistemleri bütünleşik DBMS için geliştirilmiştir.

Yukarıdaki faaliyetler kesinlikle katı kurallar ya da birbirini takip eden adımlar değildir. İdeal CIM sistemi ve proje planı, insan gücü, malzeme, takım ve makinanın optimum kullanımında paralel bir yapı sağlar.

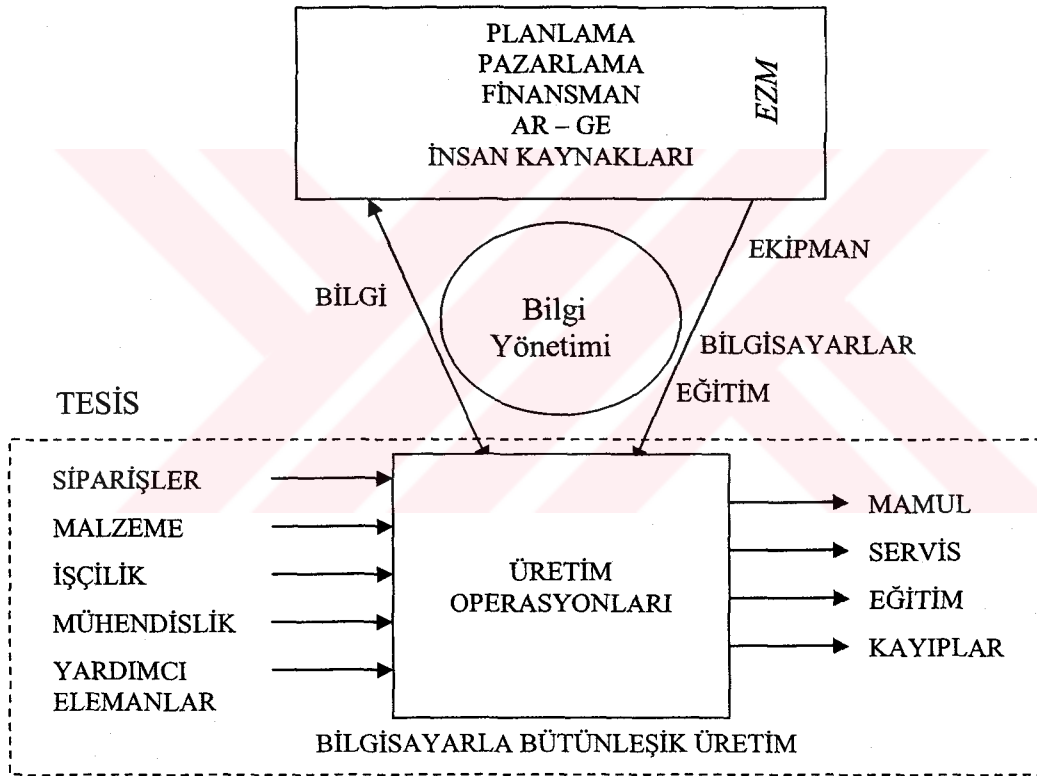
Yukarıda gösterilen ideal CIM sisteminin içinde bilgi sistemlerinin önemi açıkça görülmektedir. Şekil 5.4 deki her tek yönlü veya çift yönlü ok aslında bilgi aktarılmasını ifade etmektedir. Burada bilgi yönetimi anlayışının bilginin üretilmesi ve yayılımı fonksiyonlarının önemi de ortaya çıkmaktadır. Tüm aşamalar birbiri ile bağlantılıdır. Yanlış veya yetersiz bilgi geçişi tüm sistemi etkileyecektir.

Şekil 5.4 de eşzamanlı mühendislik uygulamasını tam olarak görememekteyiz. Önemli olan bilginin tüm birimlere eş zamanlı olarak varmasıdır ve etkileşim içinde tüm birimlerin tüm süreçlere katılımının "bilgi" anlamında olmasıdır.

Eşzamanlı mühendislik kısmında belirtildiği üzere bölümler alt alta geldiğinde time to market azalmaktadır ve rekabet avantajı sağlanmaktadır.

Daha genel ve basit olarak bir işletmedeki faaliyetleri ve bilgi yönetimi ile EZM'nin yerini gösterirsek şekil 5.5. daki gibi bir yapı ile karşılaşırız.

Bir üretim sisteminin etkinliği ve verimliliği büyük ölçüde otomasyon düzeyine ve bütünleşme tipine bağlıdır. Bilgisayar teknolojisindeki ve veri iletişimindeki gelişmeler üretim faaliyetlerinin *bütünleştirilmesine* imkân sağlamışlardır. Bu faaliyetlerin, otomatik veri transferi doğrultusunda bütünleştirilmesi ise bilgisayarla bütünleşik üretimin amacını oluşturur. Üretim operasyonlarının direkt olarak kontrolü için fabrika düzeyinde bilgisayar sisteminin kurulması, bu sistemin üretim tasarımı safhasından, pazarlama safhasına kadar tam bir bütünleşme çerçevesinde ele alınması Şekil 5.5. de şematik olarak gösterilmiştir. Bu sistem, bilgisayarla bütünleşik bir üretim sisteminin tüm üretim operasyonlarını kapsayan en basit şeklidir. Ayrıca şekil içinde bilgi yönetimi ile eş zamanlı mühendisliğin işletme içinde bulunabilecekleri konumları da eklenmiştir.



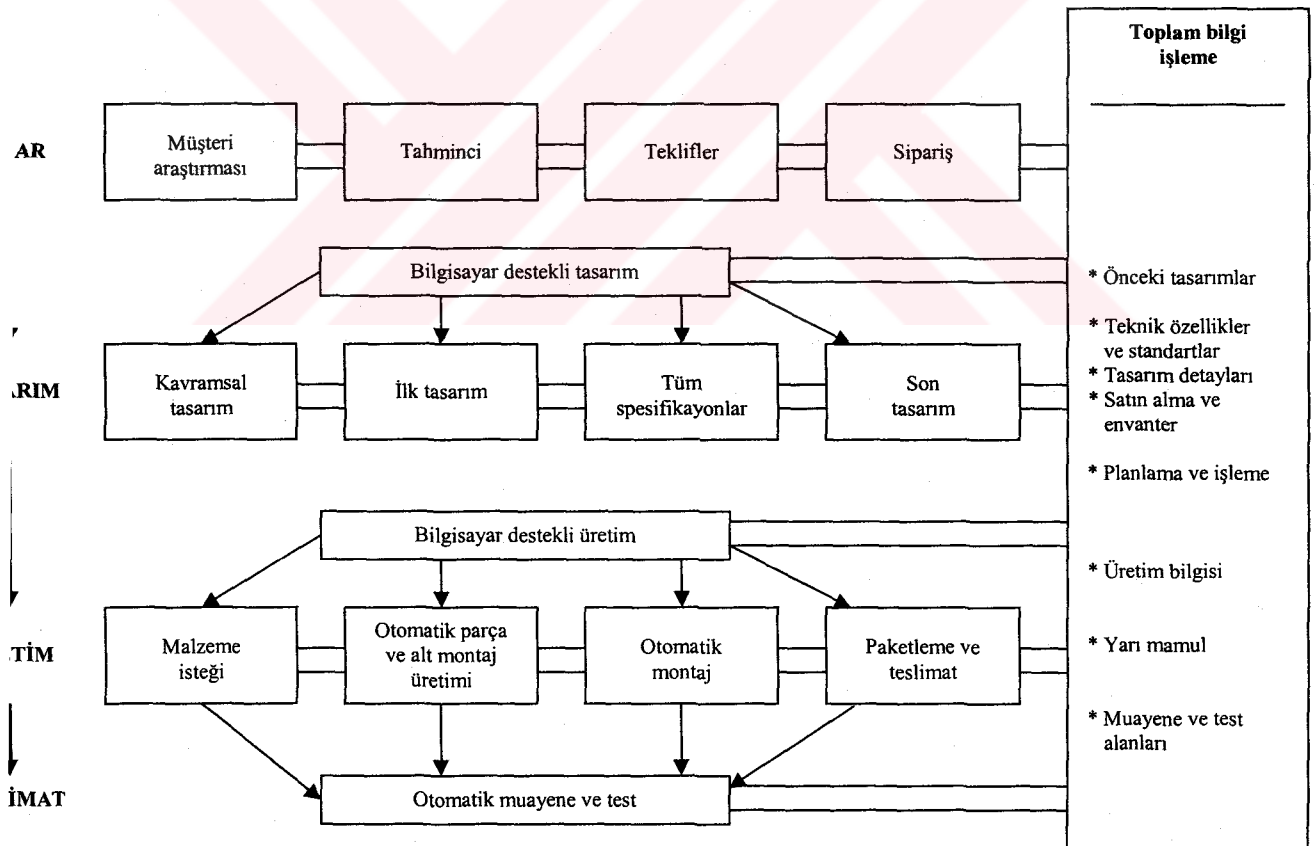
Şekil 5.5. Bir bilgisayarla bütünleşik üretim sisteminin temel yapısı (Bernard, 1989, akt:Önüt, 2000).

5.5.Proje Geliştirmede Bilgi İşleme

Bir CIM sisteminde başarılı bir proje yönetimi yapılabilmesi için DBMS yardımıyla kurulacak olan gelişmiş bir bilgi yapısına yani bilgi yönetimine gereksinim vardır. Toplam Bilgi İşleme (TIP), bir CIM organizasyonundaki tam bütünleşmiş bir bilgi iletişim sistemini ifade eder. Proje geliştirme esnasında ihtiyaç duyulan bilgi,

- Pazar,
- Tasarım,
- Üretim, ve
- Teslimat

başlıkları altında gruplandırılabilir. Şekil 5.5.1'de projenin çeşitli aşamalarında DBMS tarafından ihtiyaç duyulabilecek bilginin detaylı analizi görülmektedir.



Şekil.5.5.1. Toplam bilgi işleme

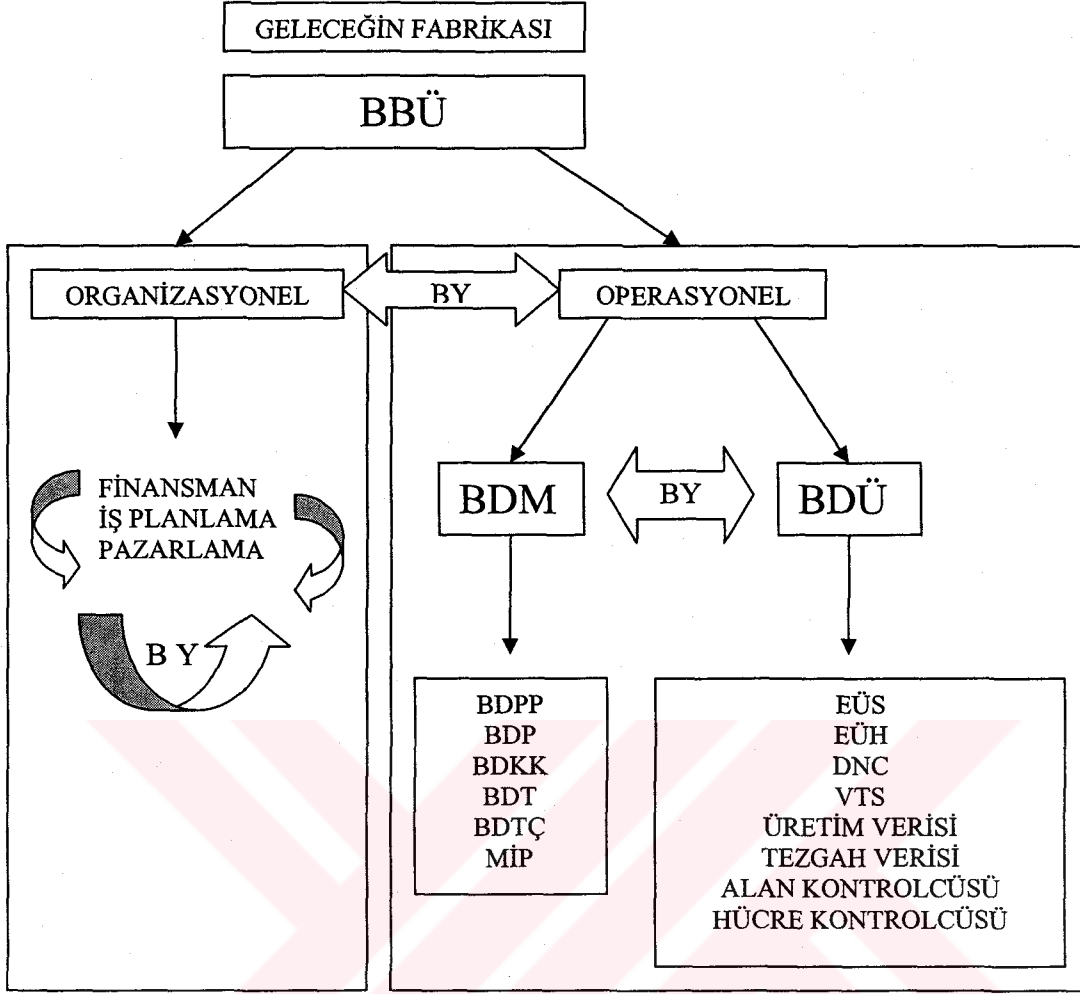
Bu işlemler sıralı değil de paralel veya aynı anda yani eş zamanlı yapılırsa zaman tasarrufu elde edilir ve bölümler arası bilgi iletişimi en üst seviyeye ulaşır, her birim ihtiyaçlarını ortaya koyar ve kısa zamanda müşteri isteklerine uyumlu üretim yapılabilir.

5.6. Organizasyonel-Operasyonel olarak BBÜ

BBÜ işletme bünyesinde organizasyonel ve operasyonel anlamda düşünülmelidir. Şekil 5.6'da bilgisayarla bütünleşik üretim teknolojisi görülmektedir. Operasyonel olarak bilgisayarla bütünleşik üretim, bilgisayar destekli mühendislik ve bilgisayar destekli üretim olmak üzere iki alt grupta ele alınır. Bilgisayar destekli mühendislik tasarım, konstrüksiyon ve çizim işlemlerinin yapıldığı bilgisayar destekli tasarım, ile bilgisayar destekli kalite kontrol ve test ve bilgisayar destekli proses planlama olarak üç ana kısma ayrılır. Malzeme ihtiyaç planlaması da bu kapsamda düşünülür. Bilgisayar destekli tasarımdan elde edilen çıktılar üretimin diğer aşamalarında bilgisayar destekli üretime girdi olarak kullanılır. Esnek üretim sistemleri bilgisayar destekli üretim kapsamına girer. Bütünleşik üretim yapan işletmelerde üretim kalitesi artar, tedarik süreleri azalır, direkt işçilik maliyetleri düşer, üretim geliştirme zamanları ve envanter miktarları azalır, üretkenlik ve tasarım kalitesi artar. Yönetim kadrosu, daha doğru karar verme imkânı bulur.

Ayres (1991)'e göre bilgisayarla bütünleşik üretim mamul, proses ve iş hedeflerinde başarı sağlamak amacıyla doğru bilgiyi, gereken yere ve gerektiği zaman temin ederek, üretime bilgisayar teknolojisinin uygulanması olarak tarif edilebilir. Bu tanımdan bilgi yönetiminin BBÜ için ne kadar önemli olduğunu anlayabiliriz.

Şekil 5.6'daki gibi bilgi yönetimi ile veri, enformasyon ve bilgi akışı her iki düzey içinde ve arasında olmalıdır.

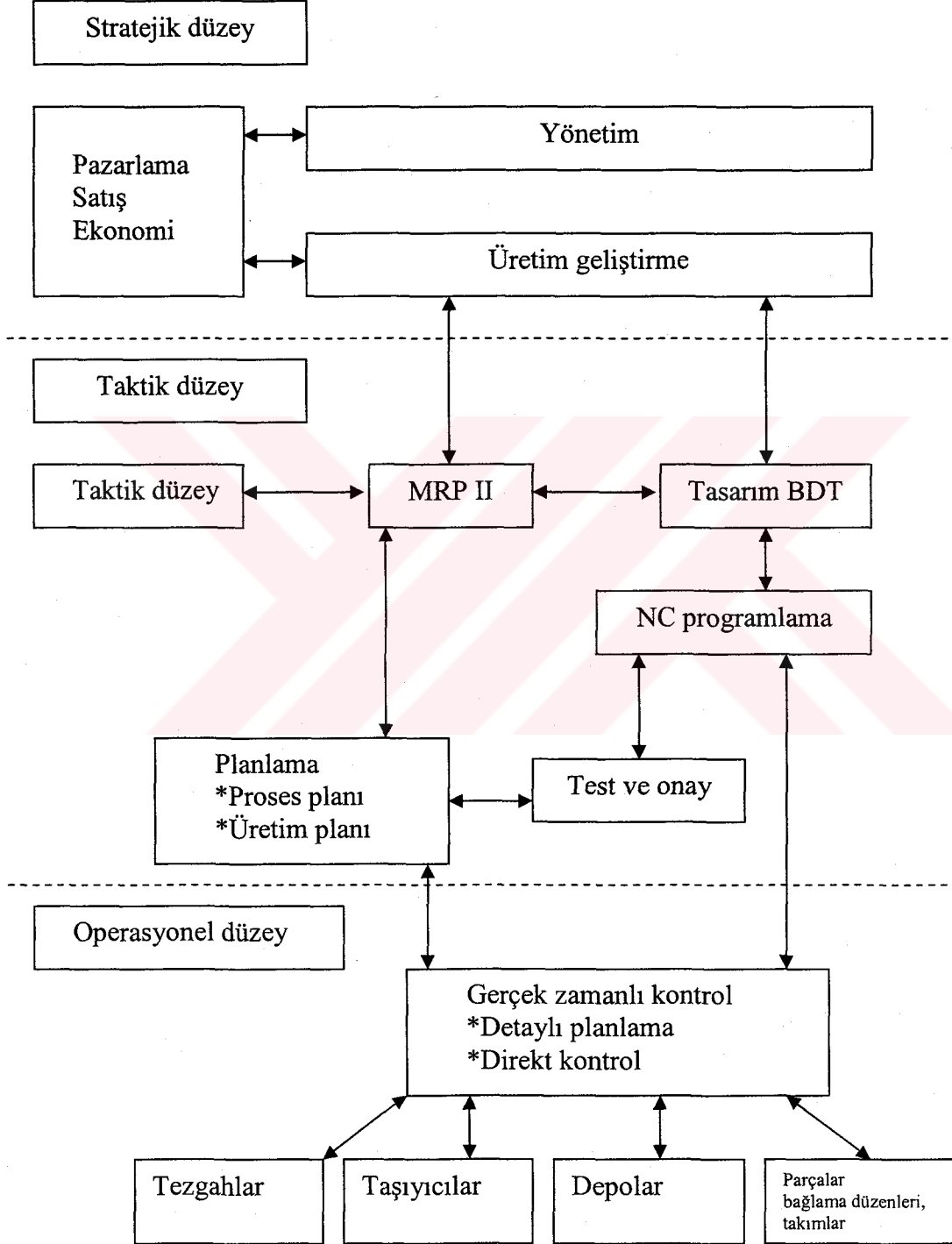


Şekil 5.6. Bilgisayarla bütünleşik üretim teknolojisi (Bedworth, 1998).

5.7. Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Hiyerarşisi

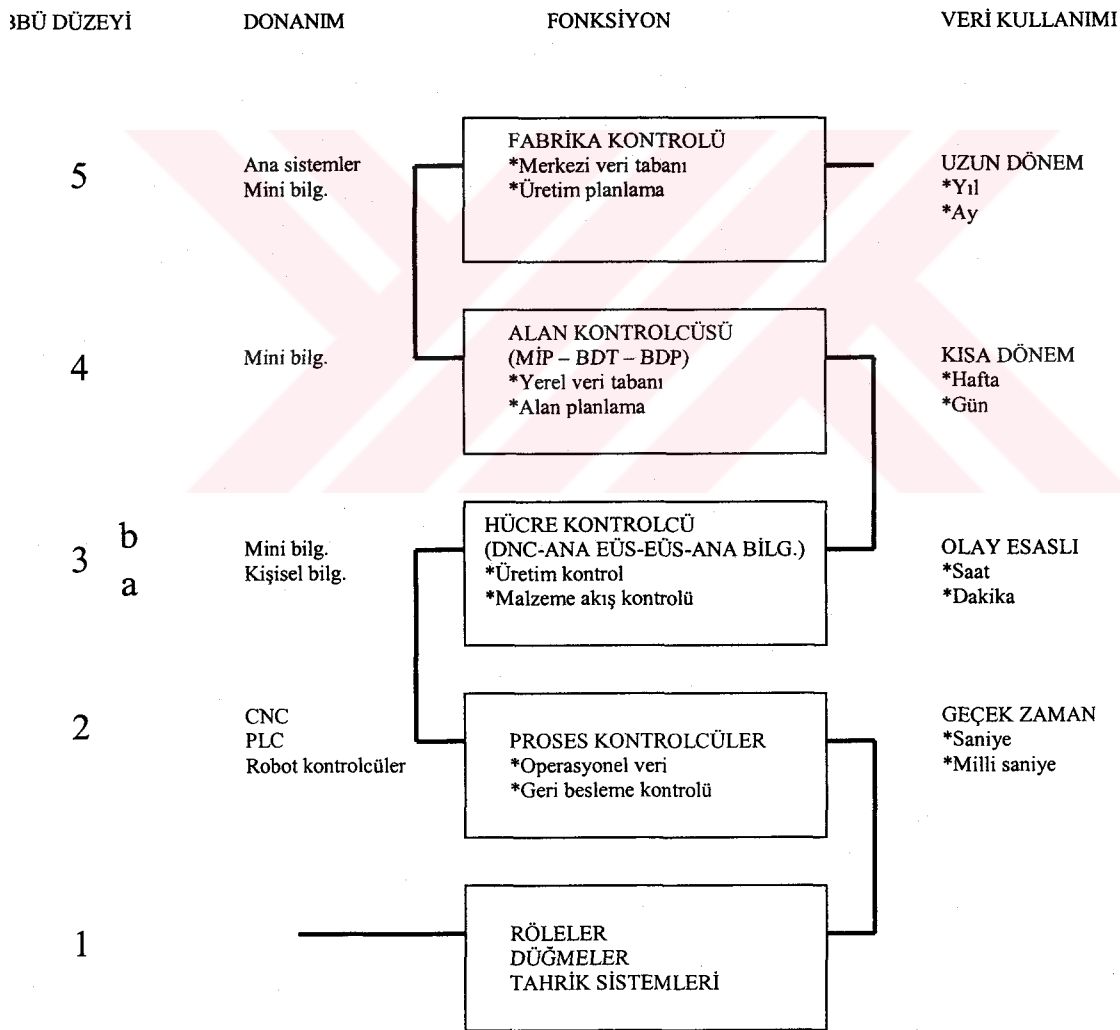
Bilgisayarla bütünleşik üretimde amaç, esnek ve yüksek verimliliğe sahip bir üretim sistemini oluşturmaktır. Bu faaliyetleri başarmak ise, ancak etkin bir planlama ve kontrol sisteminin kurulması ile olabilir. Şekil 5.7 de görüldüğü gibi bir bilgisayarla bütünleşik üretim ortamında, planlama ve kontrol fonksiyonları üç düzeyde incelenir. Bunlar stratejik düzey, taktik düzey ve operasyonel düzey olmaktadır. İşletmeye ait tüm hedefler stratejik düzeyde belirlenir. Bu bir uzun dönemli planlama safhasıdır. Taktik düzeyde, üretime hazırlık yapılır. Burada ürünler tasarlanır, NC programları yapılır, proses ve üretim planları hazırlanır. Operasyonel düzeyde ise, üretim alanındaki faaliyetlerin on-line kontrolü yer alır.

Kısa dönemli bir planlama yapılarak tezgahlara iş parçalarının yüklenmesi ve takım hazırlama gibi faaliyetler yürütülür. Operasyonel düzeyde tezgahlar, taşıyıcılar, ambarlar, parçalar, bağlama düzenleri, paletler ve takımlar gibi fiziksel elemanlar arasında senkronizasyon sağlayacak bir kontrol sisteminin kurulması gerekir. Bu kontrol faaliyetleri, esnek üretim sistemi bilgisayarı ya da bir başka deyişle hücre kontrolcüsü tarafından yerine getirilir.



Şekil 5.7. Bilgisayarla bütünleşik üretim sistemlerindeki hiyerarşik kontrol düzeyleri (Parrish, 1990).

Bilgisayarla bütünleşik üretim yapan bir fabrikada tezgahlardaki tüm işleme fonksiyonlarını kontrol eden bir ana bilgisayar vardır. Her tezgahta ise hiyerarşik kontrol sistemine göre çalışan birkaç işlemci düzeyi vardır. Şekil 5.7.1 de bir bilgisayarla bütünleşik üretim sistemindeki hiyerarşik kontrol düzeyleri görülmektedir. En alt düzeyde kesici takım kontrol mekanizmaları ve bunları idare eden çeşitli fonksiyonlar bulunur. Üçüncü, dördüncü ve beşinci düzeyler, diğerlerinden elde edilen veriler sayesinde alınan kararlara dayanarak işletmeyi organize ederler. Birinci ve ikinci düzeylerde ise bu kararların uygulaması yapılır ve durum izlenir. Düzeyler ve fonksiyonlar arasındaki iletişim MAP ile sağlanır. İkinci düzey, prosesi kontrol eden ve proses kontrolcüsü olarak adlandırılan CNC, Programlanabilir Otomasyon Cihazları (PLC) ve mikrobilgisayarlardan meydana gelir.

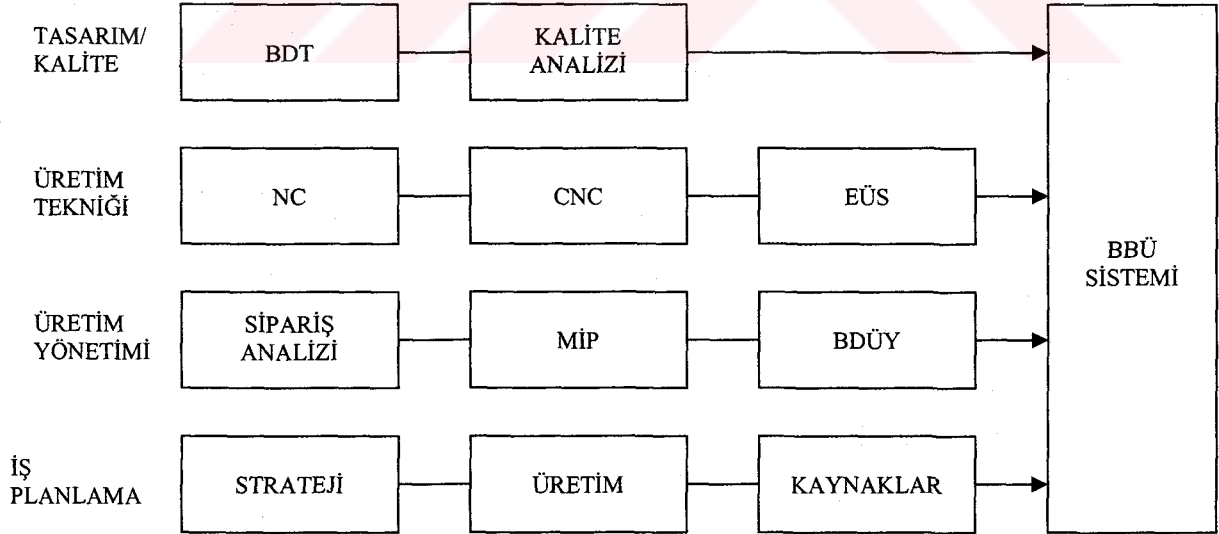


Şekil 5.7.1 Bir bilgisayarla bütünleşik üretim ortamındaki planlama ve kontrol fonksiyonları (Bilberg et. Al., 1991, akt.Önüt, 2000).

Bunlar hiyerarşinin diğer düzeylerindeki kontrol elemanlarından destek almaksızın, kendi başlarına çalışma ve çeşitli durumlara reaksiyon gösterme yeteneğine sahiptirler. Böylece daha yüksek bir sistem güvenilirliği sağlanmış olur ve esneklik artar. Eğer sistemdeki herhangi bir parça arızalanırsa, kalanlar fonksiyonlarını devam ettirebilirler.

Üretim hücresi ana (host) bilgisayarı bu tip tezgahlar grubunu organize etmek ve izlemek için kurulmuştur. Üçüncü düzey olarak adlandırılan bu safhada genellikle kişisel bilgisayarlar ve mini bilgisayarlar ile bir ana bilgisayar bulunur. Ana bilgisayar hücreyi kontrol etme görevini üstlenir ve hücre kontrolcüsü olarak adlandırılır. Hücre kontrolünde her sistem kendi esnek üretim sistemi ana bilgisayarı ile, kendi kendini idare edebilen bir üretim adası oluşturur.

Daha büyük bir üretim adası oluşturulması durumunda ise, sistem içindeki üretim hücresi kontrolcüleri, bir (master) ana bilgisayar yardımıyla koordine edilebilir. Dördüncü düzey, işletme içindeki herhangi bir alan (örneğin üretim alanı, ambarlar vs.) için gerekli olan kontrol düzeyini belirler. Bu alana malzeme giriş ve çıkışı, alandaki teçhizatın kapasite planlaması olarak, bu düzeyde programlanır. Alan kontrolcüsü olarak adlandırılan bir bilgisayar, esnek üretim sistemi (master) ana bilgisayarı ile planlama amacıyla diyalog kurar. Eğer bu bilgisayarla planlama yapılmayıp sadece üçüncü düzeyden bilgi toplamak ve geliştirmek amaçlanmışsa bu, yönetim bilişim sistemine yönelik bir uygulama olur.



Şekil 5.7.2 Bilgisayarla bütünleşik üretim sistemlerinin oluşturulmasına öncülük eden çeşitli teknolojik yöntemler ve yollar (Moir, 1989).

Beşinci düzeydeki minibilgisayarlar ve ana sistemler işletme düzeyinde otomasyon sağlarlar. Bu fonksiyonlar bilgisayar destekli planlama, bilgisayar destekli tasarım, malzeme ihtiyaç planlaması, pazarlama, finansman vs. içerir.

Her düzeydeki bilgisayar ya da kontrolcü, kendi fonksiyonlarını yerine getirmekle yükümlüdür. Bunu yapmak için her kontrolcü bir üzerindeki düzeyden, çalışabilmesi için gerekli olan verilere ihtiyaç duyar. Bir işletmede dört ayrı teknolojik yol izlenerek, bilgisayarla bütünleşik üretime ulaşılması, hiyerarşik olarak Şekil 5.7.3 de görülmektedir. *Üretim şirketleri, her safhada bilgisayarla komple bir bütünleşme sağlayarak, bu amaca ulaşabilirler.* CAD doğrultusunda, önceden analizi yapılmış ve kaliteli mamuller elde edilmesi, NC ve CNC sayesinde esnek üretim sistemlerinin kurulması, üretim kaynak planlaması sayesinde bilgisayar destekli üretim yönetimi (BDÜY) sağlanması, bilgisayarla bütünleşik üretim sistemlerinin oluşturulmasına imkân tanır.

Prodüktivitenin artması, bilgisayarla bütünleşik üretim uygulamasının en önemli özelliğidir. Böylece, planlama ve tasarım proseslerinin otomasyonu ve bütünleştirilmesi büyük ölçüde başarılmış olur. Esnek üretim sistemleri, otomatik üretim proseslerini hücre bazında bütünleştirir. Bilgisayarla bütünleşik üretim teknikleri ise, bir esnek üretim sistemini ve bunlarla ilgili prosesleri diğerleri ile ve hiyerarşinin daha üst düzeyindeki planlama ve tasarım prosesleri ile bütünleştirir. Hiyerarşik olarak oluşturulan bu yapıdaki bir sistem ile, doğru karışım ve miktardaki mamul, zamanında ve istenilen kalitede üretilmiş olur. Bir esnek üretim sistemi, esas itibariyle kendi yapısında küçük bir fabrikadır. *Hücre bazında bütünleştirilmiş fonksiyonlara, kontrol sistemlerine, organizasyonel teknolojilere, malzeme ve bilgi akışına sahiptir.*

Yukarıda bahsedilen BBÜ hiyerarşisinde veri iletiminin önemi açıkça görülmektedir. Eş zamanlı mühendislik ortamındaki bilgi yaratımının sonucunda BBÜ de uygulamalar daha hızlı gerçekleşecektir.

BBÜ sistemlerinin kuruluşu kadar işletilmeleri de uzmanlık gerektirmektedir. Bu tip sistemlerde üretim ile yönetim arasındaki veri akışı gerçek zamanlıdır. Üretimdeki durum anında yönetim tarafından izlenebilir ve üretim işleyişinde yapılan değişikliklerin etkisi aynı anda gözlenebilir. Sistemin çok hızlı işleyişi üretim verimini artırırken, sistemin daha fazla kontrol gerekliliğini ve olası arızaları daha hızlı giderilmesi zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır. Japonya'da 1989 yılında Toyota fabrikasında her 9 sn'de bir otomobilin üretim hattından çıktığını düşünürsek, meydana gelen bir buçuk dakikalık (90 sn) kısa gibi gözükürken

bir üretim aksaması 10 arabanın üretilmemesi anlamına gelecektir (Soysal, 1996). Böylesine hızlı sistemlerin denetlenmesi ve olası arızaların giderilmesinde yine bilgisayar sistemlerine ihtiyaç vardır. BBÜ sistemlerinin verimli çalışması ve üretim işleminin kesintisiz olarak devamı gerekli olan bilgisayar karar destek sistemleri Çizelge 5.7’de özetlenmiştir.

Çizelge 5.7. BBÜ sistemlerinde karar destek sistemleri örneği (Hunt, 1989).

Zaman	Yönetim Seviyesi	Tipik İşlemler	Karar Destek Yazılımı	Donanım
Uzun Vade (aylar/yıllar)	Üst Kademe Yönetim	Ürün değişiklikleri Sistem modifikasyon/genişletme	Parça seçim programları Simülasyon Kuyruk modelleri	Ana bilgisayar Karar destek bilgisayarı
Orta Vade (gün/hafta)	BBÜ Hat Denetleyicisi	Üretimi yığınlara bölmek Makine kullanımını optimize etmek Üretim planlamaya malzeme dağılımı ve miktarı ile ilgili bilgi vermek	Hat dengeleme programları Simülasyon	BBÜ bilgisayarı Karar destek bilgisayarı
Kısa Vade (dakika/saat)	BBÜ Hat Denetleyicisi	İş emirleri çizelgeleme ve gönderimi Takım yönetimi Aksaklıkların önlenmesi	İş emri sevkiyat programı Simülasyon	BBÜ bilgisayarı

Bilgi teknolojilerinin ve üretim yönetimi sistemlerinin verimli bir şekilde kullanıldıkları yer BBÜ sistemleridir (Yetiş, 1994). BBÜ sistemlerinin kuruluşu kadar işletilmeleri de zordur. Bu nedenle bu tip sistemleri kısmen de olsa kullanmak isteyen işletmeler önce organizasyonlarındaki personelin bu konuda yeterli bilgi ve uzmanlığa sahip olduğundan emin olmak durumundadır. Mevcut personelin BBÜ ile ilgili teknolojiler ve bütünleşik üretim yönetimi sistemleri hakkında eğitilmesi şarttır. Aksi takdirde sistemin işleyişindeki aksaklıklarla baş etmek imkansız olacak ve klasik yöntemlerle yapılan üretimden daha verimsiz bir üretim ortama meydana gelecektir

Ancak teknolojilerdeki hızlı değişim ve artan rekabet günümüzde BBÜ nün de EZM ve BY gibi anlayışlarla desteklenmesi ihtiyacını doğurmaktadır.

5.8. Bilgisayarla Bütünleşik Üretimin Geleceği-Zeki BBÜ

Bilgisayarla bütünleşik imalat, bölümler arası sınırları azaltan, bariyerleri kaldıran, yeni işgücü ve yönetici yetenekleri gerektiren ve iş genişletilmesi yönünde baskı oluşturan bir teknolojidir. Bu teknolojiye geçişle birlikte, özellikle pazarlama, mühendislik ve üretim fonksiyonları arasında yeni örgütsel bağlantı biçimleri-eş zamanlı mühendislik gibi- entegrasyon uzmanları ya da takımlar oluşturulması yararlı olacaktır. Otomasyon, atölye düzeyinde de örgütsel değişikliklere neden olmaktadır. Atölyede çeşitli işlerde görevli grupların yerini, daha küçük, öz kontrollü ve esnek işgücü grupları almaktadır.

Bilgisayarın üretimle ilgili tüm aşamalara girmesiyle üretim içi işlemleri doğrudan gerçekleştiren insan yerini bilgisayara bırakacaktır. Bu durumda bilgisayarın programlanması ve istenileni gerçekleştirmesiyle insan, daha üst düzeyde ve daha çok bilgi gerektiren görevleri üstlenecektir. Bu değişiklik zaman kazancı getirecektir.

Üretimde kalitenin ve işlem hızının artmasını sağlayan CIM tarzı üretim, uluslararası yoğun rekabetin sürdüğü bir ortamda kaçınılmazdır. Bu yolla sağlanan üretim esnekliği, müşteri tutma ve yeni müşteri kazanma açısından önemli rol oynamaktadır.

Bilgisayarla bütünleşik imalattan beklenen verimin elde edilebilmesi için, birbirlerinden bağımsız olarak tasarlanmış otomasyon adalarının birbirleriyle anlaşmaları için yazılım desteği sağlanması kritik bir konu haline dönüşmüştür. **Otomasyon adaları arasındaki bariyerleri kaldırmada, bunlar arasında iletişim sağlamada yapay zeka sistemlerinden yararlanılabilir**-ki bu çalışmada BBÜ uygulamasına “zeka” katılarak, zeki bilişime yönelik bir sistem ortaya konulacaktır.

Bütün bunlardan başka, sistem, işletmede ihtiyaç duyulan işgücünün niteliğini değiştirmektedir. İmalatla ilgili işler için işgücü ihtiyacı azalırken, sistemin kurulması, ve kurulan sistemin işletilebilmesi için uzman personele ihtiyaç oluşmakta; dolayısıyla, uzman işgücü temini ve hizmet içi ve dışı eğitim sistemleriyle mevcut iş görenlerin eğitimi gerekmektedir.

Bilgisayarla bütünleşik imalatın gerekliliği konusunda bilgilendirilmemiş ve dolayısıyla bu teknolojiye sıcak bakmayan yöneticilerin ve diğer çalışanların karşı koymaları ; sistemin kurulması için 5 ila 10 yıl sürebilen bir çalışma gerekmesi ve bu süre içinde yönetimin ilgisini kaybetmesi, bilgisayarla bütünleşik imalata geçiş önündeki diğer önemli engellerdir. İşletmede halihazırda kullanılmakta olan otomasyon adalarının ve bağımsız çalışan bilgisayar sistemlerinin, mevcut ihtiyaçlar için yeterli olduğunun ve bunların gelecekte de yeterli

olacağı düşünülmesi, uygulamaya geçişi engelleyen diğer bir faktör olarak kabul edilebilir. Geleceğin imalat sistemleri, hammadde deposundan malzemeyi iş istasyonuna taşıyan, yükleyen ve otomatik olarak işleyen, ölçü kontrolünü interaktif olarak yapan, bitmiş mamulü matris depoya taşıyan, veri işlemeli mekanik-elektronik-yazılım sistemlerinin oluşturduğu optimizasyonlar entegrasyonu olacaktır. Yeni teknolojiler uzman elemanların işe alınmasını zorunlu kılacaktır. Uzman personel ihtiyacı için firma içi eğitime önem verilecektir. Örneğin, işletme raporlarını anlamak ve yorumlamak ve bir karar vermek için uzman personele gereksinim olacaktır.

Bu uzmanların bilgilerinin (örtülü bilgilerinin) çeşitli kurallara dökülerek bilgisayarlara girilmesiyle kendi kendini kontrol edebilen, kendi kendine yönlendirebilen *zeki üretim sistemlerinin* oluşturulması mümkünleşecektir.

Bakım departmanı işletmenin en önemli bölümü olarak görülmeye başlayacaktır. Acil bakımda uzman kişi bulunması şarttır. Bilgisayarın her alanda kullanımı bilgisayar bakımı ile ilgili bir birime ihtiyaç doğuracaktır. Virüsler gibi tehlikeler için yine bilgisayar uzmanları gerekecektir.

CIM sonucu yeni teknolojilerin etkisi ile daha kısa sürede tasarım yapıldığından ürün çeşitleri ve tipleri artacaktır. Böylece, yeni AR-GE personeline ve tasarım ve ürün mühendislerine gerek olacaktır. Bunun yanında satın alma mühendisliği, imalat mühendisliği, fabrika mühendisliği, pazarlama mühendisliği ve finans mühendisliği gibi mühendislikler ortaya çıkacaktır.

Simülasyon daha kolay yapılabilecek ve yaşanabilecek sorunlar önceden tespit edilip halledilebilecek. Yöneylem araştırması teknikleri de etkin olarak kullanılacaktır.

Robotlar gibi yeni teknolojiler sayesinde üretim hattındaki hatalar azalacak. Böylece kalite yükselecek ve hurda mal azalacaktır.

Sürekli on-line bir kalite kontrol sistemine geçilecek, ürün kalite kontrol sistemi üretim kalite kontrol sistemine dönüşecektir.

Malzeme takip ve planlama üretimle bütünleşik olarak yapılacağından tedarik zamanları minimum olacak ve malzemeler zamanında temin edilerek tedarikçilerden doğan gecikmeler önlenecektir.

CAD/CAM yazılımlarının bir veri tabanına bağlı olmasıyla, tasarımcıların etkileşimli kullanımı büyük uygulamalarda tekrarların önlenmesini ve düzeltmelerin yapılmasını sağlar.

Özellikle CAD yazılımlarından istenen bir özellik de kağıt üzerindeki tasarımların CAD dosyalarına dönüştürülebilmesidir.

İşletmelerdeki iletişim ağlarının gelişmesi, Endüstri Mühendisliği programından Sistem Analistlerinin işe alınmasını gerektirecektir.

Bütün bu eğilimler geleceğin bilgisayarla bütünleşik fabrikasına giden yolu açmıştır. Geleceğin fabrikasının özelliklerini şu şekilde sıralamak mümkündür :

Otomasyon, insan eliyle yerine getirilen işlemlerden kaynaklanan hataları ve değişkenlikleri ortadan kaldıracığından ürün kalitesi yüksek olacaktır, Üretim süreçlerinin tasarımında esnek teknolojiler kullanılacağından çeşit ve miktar esnekliği sağlanacaktır, Yeni ürünler hızlı bir şekilde piyasaya sürülebilecektir, Küçük partiler halinde üretimin ekonomik bir şekilde gerçekleşmesiyle, bir ürünün üretiminden diğerinin üretimine hızlı bir şekilde geçiş mümkün olacak, bu özellik sayesinde parti büyüklükleri bir birime kadar düşürülebilecek, böylelikle stokların azaltılması mümkün olabilecektir,

Üretim süreleri kısılacak, böylelikle yarı mamul stokları düşük tutulabilecek ve siparişlerin hızlı teslim edilmesi mümkün olabilecektir, Geleceğin fabrikasında sabit maliyetler (makine bakım-onarım, yazılım hazırlama vb. maliyetler) ürün maliyetleri içinde önemli bir paya sahip olacak ; dolaysız işgücü, yerini, dolaylı işgücüne bırakacak ; işçiliğin önemli bir bölümünü, sabit maliyet kapsamına giren bakım ve programlama faaliyetleri oluşturacaktır. Esas itibarıyla malzeme maliyetlerinden oluşan değişken maliyetlerin toplam içindeki payı ise düşük olacaktır. Bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli imalat, ürün tasarımının ve süreç planlamasının temelini oluşturacaktır. Bilgisayarla bütünleşik imalat, ortak veri tabanını kullanarak üretimle ilgili tüm işlemleri ve fonksiyonları bütünleştirecektir. Böylelikle, siparişlerin işlem sıralarının belirlenmesi, rotalama, atölye programlama gibi, partiler halinde üretim yapılan tesislerde görülen karmaşık ve güç optimizasyon problemlerinin, bilgisayar desteğiyle ve bütünleşik bir yapı içinde çözülmesi mümkün olacaktır. Geleceğin fabrikasında, insan gücü bilgi yoğun bölümler ve sektörlerde yoğunlaşacağından, mevcut işgücünün gerekli yeteneklerle donatılacak şekilde eğitimi gerekecektir.

Bakım, ürün kalitesinin sağlanması, mühendislik, teknolojik değişimin yönetimi, yazılım geliştirilmesi, robot ve otomasyon projelerinin hazırlanması ve değerlendirilmesi, işletmenin en önemli faaliyetleri haline dönüşecektir. Geleceğin fabrikasında yüksek maliyetli tesis ve makinelerin üç vardiya halinde sürekli çalışması mümkün olacaktır. Böylelikle, kapasite

kullanım oranları yükselecektir. Stokların, malzeme taşımalarının ve işgücü kullanımının azaltılması nedeniyle geleceğin fabrikası küçük olacaktır.

Bilgi teknolojisindeki gelişmelerin, özellikle, esnek imalat ve bilgisayarla bütünleşik imalat sistemlerinde ilerlemeler yaratması beklenmektedir. Gerçekte, geleceğin fabrikasını büyük bir esnek imalat sistemi olarak kabul etmek mümkündür. Groover (1997), Geleceğin otomasyona dayalı fabrikası büyük bir olasılıkla, sınırlı bir dizi süreç teknolojisi kullanan ve faaliyetlerini belli ürün aileleriyle sınırlandıran odaklaşmış bir tesis olacağını düşünmüştür. Günümüzde çeşitli sektörlerde, özellikle beyaz eşya, savunma ve otomobil sektörlerinde, bu değişimi görmekteyiz. Hatta otomasyonun sınırlarını artırarak “Zeki İmalat Sistemleri” kullanılmaya başlanmıştır (Eraslan, 2001).

1990'larda esneklik, işlemler stratejisinin en önemli unsuru haline gelmiş durumdadır. Dolayısıyla, günümüzde tasarlanan üretim süreçlerinde bu stratejik özelliğin sağlanmasına özen gösterilmektedir. Goldhar ve Jelinek de 1983 yılında yayınlanan makalelerinde, geleceğin fabrikasında, ölçek ekonomisinde ziyade, çeşit esnekliğiyle sağlanan çeşit ekonomisi (economies of scope) kavramı üzerinde durulacağını ifade etmişlerdir. Goldhar, üretim araçlarının, birden fazla ürünü ayrı ayrı üretmeye kıyasla, bir arada, daha düşük maliyetle üretebildiği durumlarda, çeşit ekonomisinden bahsedilmesi gerektiğini ifade etmiştir.

Geleceğin fabrikasında insansız bütünleşik bir işlem düzeyine ulaşmak hedeflenmiştir. Bu tesislerde, insan gücünün üretim faaliyetlerinde fiilen çalışması söz konusu olmayacak; tamir bakım faaliyetlerini yerine getirmek, bilgisayar sistemlerini programlamak, bilgisayar denetimli süreçleri izlemek, tesisin güvenliği ile ilgilenmek ve gönderme-teslim alma gibi dış çevre ile etkileşim gerektiren faaliyetleri yürütmek üzere sadece 5 ila 10 kişilik bir gruba ihtiyaç duyulacaktır.

Geleceğin fabrikasının en önemli özelliklerinden biri, işlenmesi gerekli bilgi miktarının ve gerekli veri tabanının boyutlarının artmış olmasıdır. Eskiden, tesisi çalıştırmak için gerekli tüm bilgilerin bir merkezi veri tabanında saklanması mantıklı görünmekteydi. Geleceğin fabrikasında ihtiyaç duyulan veri tabanının boyutları artmıştır ve ayrıca, zaman içinde yazılım özellikleri değişmektedir. Bu gelişmeler, tek bir merkezi veri tabanı uygulamasının terk edilmesini gerektirmektedir. Geleceğin fabrikasında büyük bir olasılıkla, dağıtık veri tabanı uygulaması hakim olacak, bu tür bir düzenleme, yazılım ve bilgisayar teknolojisindeki yeni gelişmeler karşısında, sahip olunması gerekli esnekliği sağlayabilecektir. Sonuç olarak,

geleceğin fabrikasının, hiçbir zaman değişmeyeceğini düşündüğümüz ilke ve uygulamaları değiştireceğini söylemek mümkündür.

Üretimde giderek daha fazla bilgisayar kullanılması son 20 yıldır, üretim işlemlerinin planlanması, izlenmesi, denetimi ve yönetimi amacıyla bilgisayar kullanımı artan bir şekilde yaygınlaşmaktadır ve bu eğilimin gelecekte kaybolacağına dair herhangi bir belirti bulunmamaktadır (Eraslan, 2001).

5.9 BBÜ'nün Başarısında Bilişim Sistemleri

Amerika'da yapılan bir araştırmaya göre 139 üst düzey yöneticiden %88,5 CIM'in dünya üretim klasmanında çok önemli bir köşe taşı olduğunu söylemektedir. Bunun en önemli sebepleri; artan rekabet, verimlilik ve etkinliğin artırılması ve yüksek kalitedir.

Bilişim Sistemleri, CIM'de önemi bir artan bir rol oynamaktadır. CIM geliştiricileri, CIM'in beklenmeyen büyük bir miktarda verinin ortaya çıktığını keşfettiler. Onlar bu artan bilginin yönetilmesi, kontrol edilmesi ve organizasyonda bir entegrasyonun sağlanması gerektiğini söylemektedir. Son çalışmalara göre bir şirketin zamanının % 70'i üretim girişiminin işlemleriyle ilgilenirken geçmektedir. Bir çok şirket buna nazaran manuel tekniklerin yardımıyla otomatik sistemlerinin artan çıktılarını ele almaktadır. Uzmanlar hassas, yeni koşullara adapte olabilen ve güvenilir bilgi sistemlerinin CIM'e büyük destek vereceğinde görüş birliğine varmaktadır. Eğer bütün bilgilere ulaşılabilir bir durum gerçekleşirse en yüksek kaliteye doğru yol alınacaktır. Modası geçmiş ve etkisiz veri tabanları CIM'in global bir seviyede uygulanabilirliğini tamamlamada sorunlara yol açacaktır. Bilgi sistemleri, CIM'in uygulamasında ilerleme sağlanması konusunda kesinlikle CIM'in ayrılmaz bir parçasıdır (Buck, 1999)

5.10. Eşzamanlı Mühendislik ve BBÜ

Daha önceden de belirtildiği üzere "eş zamanlı mühendislik" ifadesi yerine birçok ifade kullanılmıştır: paralel mühendislik, gerçek zamanlı mühendislik vs. gibi. Amerikan Savunma Departmanı ise, askeri ekipmanları için kullandığı EZM anlayışını, Bilgisayar Destekli Elde Etme ve Lojistik Desteği isimli bir programa dönüştürmüştür (Hartley, 1998). Buradan eşzamanlı mühendislik ile bilgisayar destekli işlemlerin iç içe olduğunu görebiliriz. Yine Hartley (1998)'e göre bir Eşzamanlı Mühendislik takımı normalde şu kişi veya bölümlerden oluşmaktadır:

- Ürün tasarım mühendisleri
- İmalat mühendisleri
- Pazarlama personeli
- Satın alma
- Finans
- İmal edilen parçaların veya ekipmanların satıcıları

Bu bölümler aslında bir işletmeyi oluşturan temel bölümlerdir, bu da tüm ana bölümlerin eş zamanlı mühendislik uygulaması içinde olması gerektiği anlamındadır.

Duvar üzeri mühendislik yerine eşzamanlı mühendislik uygulamasıyla, tüm birimler aynı bilgilere,-iyi bir bilgi yönetimi ile- ulaşabilirler ve tasarım veya proses değişiklikleri gibi alınacak kararlarla üretime CIM vasıtasıyla hızlı bir şekilde müdahale edebilirler. Örneğin, Avrupa'da EZM sistemi kullanan birçok büyük üreticisinden (Volkswagen grubu, Ford, Opel, Bosch, Rover..vs) biri olan BMW, bu mantıkla pazarlama zamanını 48 aydan 36 aya indirmiştir. Yeni hedef olarak 32 ay öngörmüşlerdir.

Önceden (Bilgi Yönetimi bölümünde) bahsedildiği üzere ekip çalışması ile bilgi üretimi eş zamanlı mühendisliği doğurur. Bu da, farklı disiplinlerden kişilerin bir proje üzerinde çalışarak yeni bilgi üretmesini gerektirir.

Ekip çalışmalarında farklı disiplinlerden kişilerin seçilmesinin sebebi farklı yaklaşım ve farklı bilgilerin karşılıklı etkileşiminden yeni bilginin türemesi olasılığının yüksek olacağı yolundaki genel kabuldür.

Ayrıca bu bilgilerin özellikle örtülü bilgilerin oldukça sınırlı, maliyeti yüksek ve kurala dayalı bilgi sahalarına yönelik de olsa uzman çalışanın bilgisinin "Uzman Sistemlere" aktarımı da BBÜ'yü zeki hale getirecektir. Böylece Zeki Sistemler elde edilecektir.

5.11. BBÜ'nün Uygulanması Stratejik Bir Karardır

BBÜ'yü sistem olarak değil de araç olarak düşünenler de vardır. Noble (1996)'ye göre BBÜ belirli bir sistem değildir. BBÜ bilgisayar yazılım ve donanımın, malzeme üretimi ve bilginin üçlü entegrasyonunun sağlandığı bir metodolojidir. BBU kendi kendine maliyetleri azaltmaz, kaliteyi yükseltmez, esnekliği artırmaz veya dağıtımını geliştirmez. Bu faydalar ortak bir strateji tarafından tanımlanır. BBU sadece bir araçtır.

BBU'in uygulanması stratejik bir karardır. CIM, birim maliyetleri, ürün kalitesini, esnek üretimi, ve teslim performansını etkiler. Bu faktörler ise pazar pozisyonunu ve pazar payını etkiler.

Stratejik kararlar sadece yatırımın geri dönmesi olarak değerlendirilmemelidir. Ticari teknikler yatırımın geri dönmesine odaklandığından beri BBÜ'nün haklılığını ispatlamak gereği doğmuştur.

BBÜ stratejik planlamayla birlikte ortaya çıkar. BBÜ ve yönlendirilmiş stratejik planlamanın amaçları aşağıdakileri başarmak içindir:

- Güçlülük ve zayıflıkların beraber değerlendirilmesi
- Şirketin misyonu ve uzun dönem hedeflerinin tanımlanması
- Üretim performans amaçlarının geliştirilmesi
- Amaç ve hedeflere ulaşmak için BBÜ'nün yeteneklerinin değerlendirilmesi.

Örnek olarak; Amerika'da elektronik parçalar üreten bir A şirketi olsun. Ancak bu şirketin satışları yabancı üreticilerin rekabeti sonucu düşmektedir. Bu durumda A şirketinin stratejik planı şöyledir: "Gelecek 5 yılda elektronik parçaların dünya çapında rekabet edebilir fiyata ulaşmasıdır". Daha sonra bu amaçlara ulaşabilmek için ortak hedefler belirlenir:

- Direkt işçilik ve genel üretim giderlerini azaltmak
- Kaliteyi geliştirmek
- Sipariş teslim zamanlarını azaltmak

Bu hedeflere doğru ilerlemeyi ölçebilmek için üretim performansı amaçlarının geliştirilmesi gerekmiştir:

- Direkt işçilik ve genel üretim giderlerini % 25 azaltmak
- Sıfır hata oranına ulaşmak
- Küçük miktarda müşteri siparişlerini üretebilmek
- Siparişi 48 saat içinde göndermek

Aşağıda CIM teknolojileri değerlendirilmiştir:

- Direkt işçilik ve genel üretim maliyetlerini düşürmek için Otomatik montaj sistemleri, otomatik malzeme alma, bar kod ve robotlar

- Hataları elimine etmek için otomatik denetim, istatistiksel proses kontrol ve tedarikçi kalite standartları
- Küçük miktarda partileri elde edebilmek için esnek üretim sistemleri
- Sipariş teslim sürelerini azaltabilmek için CAD/CAM, otomatik sipariş işleme ve üretim planlama sisteminin entegrasyonu.

Görülmektedir ki A şirketi için CIM yararlıdır ve bununla ilgili stratejik kararın muhakkak verilmesi gerekmektedir.

CIM stratejik bir silahtır. Bu sebeple stratejik bir karar gerektirir. Bu kararı üst yönetimin alması gerekmektedir. Örneğin CIM'i uygulamaya başladığımızda çalışan sayısında indirime gitmek zorunda kalabilirsiniz. İstatistikler CIM'e geçenlerin ortalama %61 çalışan indirimi yaptığını söylemektedir. Ancak CIM'in bir rekabet silahı olarak kullanılmaktan çekinildiği görülmüştür. Oysa bu CIM'in önemiyle tezat oluşturmaktadır. Bu üst yönetimin Örneğin Toplam Kalite Yönetimi ve Tam Zamanında Üretim gibi stratejik programlar üst yönetim tarafından daha kolay alınan kararlardır. CIM, ekonomiklik ve teknik açıdan çok iyi incelenip değerlendirilmesi gereken zor bir karar gerektirir.

5.12. Etkili Bir BBÜ'nün Uygulanmasındaki Engeller

CIM'in uygulamasındaki engellere geçmeden önce CIM'i uygulayarak başarılı olmuş şirketlere örnek verelim. Başarı kazanmış olanlar arasında dünyaca ünlü şirketler vardır. Örnek olarak; General Motors Corporation, Texas Instruments, Motorola, Tandem Computers..vs.

Bunlardan Motorola 1986 yılında 18 ay içinde dünya sınıfında bir CIM uygulamıştır. Bununla beraber aşağıdaki hedeflere ulaşmışlardır:

- Altı-sigma kalitesi (Milyonda 3.4 parça hata)
- Yüksek seviyede esneklik
- Dönüşüm süresinde kısalma
- Müşteri tatmini gelişmiştir.

Altı milyon dolarlık CIM sistemi, üretim dönüşüm zamanını birkaç günden birkaç saate düşürmüştür vb. sayılamayacak faydaları söz konusudur.

'in başarılı bir şekilde uygulanmasına engel 8 faktörü aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

1. Yönetimin Desteğinin Alınmaması: Üst yönetimin desteğinin alınmaması CIM'in uygulanmasında kritik bir engeldir. Çünkü yapılan bir araştırmaya göre Amerika'da üst düzey yöneticilerin %28'i CIM'in faydalarının abartıldığına inanmaktadır. Ancak CIM'in hızlı uygulanabilir bir program olmadığı ve ani bir başarının beklenemeyeceği unutulmamalıdır.
2. Etkili Bir Organizasyon İletişiminin Sağlanmaması: Bütünleşik CIM bilişim sistemleri, dizayn, üretim, muhasebe ve pazarlama fonksiyonları arasında bilgi paylaşımını gerektirmektedir. Uzmanlar, CIM'den önce kesinlikle departmanlar arasında iyi bir iletişimin kurulması gereğinde birleşmektedir.
3. Yetersiz Stratejik ve İş Planlaması: Bir çok şirket stratejisini analiz etmeden ve kapsamlı bir şekilde kavramsal dizaynı formüle etmeden CIM ile tanışmıştır. İyi tanımlanmamış bir planla CIM büyük bir ihtimal başarısız olacaktır.
4. Sert Bir Organizasyonel Yapı: Organizasyonel yapının rolü başarı da önemlidir. CIM, esnek bir organizasyonel bir yapıya ihtiyaç duyar. Oysa ki Amerikan üretim organizasyonları entegrasyondan ziyade uzmanlaşmayı destekleyen bir yapıda dizayn edilmiştir. Bu sebeple CIM'i uygulamak isteyenler organizasyon yapılarını yeniden dizayn etmek zorunda kaldılar.
5. Bilişim Sistemleri İlişkisinin Eksikliği: Son yapılan bir araştırmaya göre Amerika'da şirkette kullanılan bilgi için harcanan zamanın %70'i üretim operasyonlarında geçtiği görülmüştür. Oysa ki doğru bilginin doğru yerde doğru zamanda olması istenir. Dolayısıyla iyi kurulmuş bir bilişim sistemi şarttır.
6. Yetersiz Maliyet-Gerekçe Metodları: CIM kavranamayan çok fazla faydalarıyla sermaye-yoğun bir projedir. Çünkü CIM, Pazar pozisyonunu ve Pazar payını etkileyen stratejik bir karardır. İki yıldan yedi yıla kadar bir süre aralığında kendini geri ödeyebilir. Bu sebeple uzun dönemde incelemelidir.
7. Modası Geçmiş Maliyet Muhasebesi Yöntemleri: Bilindiği gibi maliyet muhasebesi sistemleri yıllar önce geliştirilmiştir. Ancak üretim çevresindeki değişikliklerle paralel olarak değişmemiştir. Örneğin direk işçilik maliyetleri düşürülmüştür.

8. Uygun Olmayan Satıcı Seçimi: Satıcı seçiminin CIM'in uygulamasındaki başarıda kritiktir. CIM bir satıcıya değil, bir grup satıcıya ihtiyaç duyar. Bunların her birinin kontrol, sistem entegrasyonu, bilgisayar ve uygulama yazılımları gibi konularda uzman olması beklenir. Bütün satıcıların CIM'in kurulmasındaki başarı için birleşmeleri gerekir. Satıcı seçimi ve bilgisayar, robot ve karmaşık makineler gibi farklı komponentlerin seçilmesi gerçekten zordur.



6. TÜRKİYE'DE BİLGİSAYARLA BÜTÜNLEŞİK ÜRETİM VE ZEKİ SİSTEMLER

Kuşkusuz ülkemizde de, robotlar, CAD/CAM ve yapay zeka gibi birçok teknolojinin yaygınlaşması şarttır. Dünyada robot kullanımında % 69 ile Japonya ilk sırada gelmektedir.

CAD/CAM destekli bir yapı oluşturulması üretim kalitesini ve güvenilirliği artırıcı, üretimde verimliliği sağlayıcı ve bir ölçüde koruyucu, işçilik maliyetlerini düşürücü ve dış rekabet etkilerini azaltıcı yönde etkilidir.

Yeni teknolojiler, özellikle endüstriyel robot kullanımı, işgücü kullanımına ilişkin sorunları ortadan kaldıracaktır. Bu durumda iki önemli problem doğacaktır. Birincisi, ülkemizde otomasyon ya da makine yani sermaye yoğun teknolojilerin yaygınlaşması mevcut işsizlik problemini daha da körükleyecektir. İkincisi ise, Türk sanayiinde çalışanların eğitim yetersizliği ile karşı karşıya olduğudur. Başta işçi düzeyinde olmak üzere her kademede teknik personelin iş öncesi ve iş sırasındaki eğitim olanakları son derece kısıtlıdır. Eğitim faaliyetleri daha çok büyük firmalarda yönetici seviyesinde ve kısa dönemli programlarla yürütülmektedir. Oysa sanayileşmiş ülkelerde ve özellikle Japonya'da firmaların sloganları eğitim masraflarından tasarruf olamaz şeklindedir.

Yeni teknolojilerin tamamen yaygınlaşması demek ülkemizde bu yönde üretimi gerçekleştirecek endüstrinin tam anlamıyla kurulması, AR-GE yatırımlarının eksiksiz yapılması ve organize edilmesi gerekmektedir. Bugün ülkemizde tüketim elektroniği gibi bir alanda dışa bağımlı olduğumuz düşünülecek olursa bu konudaki zayıflığımız ve bir takım imkansızlıklar daha da belirginleşir.

Türk endüstrisinde otomasyon eksikliği ve tasarım yetersizlikleri mevcuttur.

Ürün teknolojisinin getireceği talep ile optimum büyüklükte ve verimlilikte komponent ve hammadde endüstrileri kurulmalıdır. Ana ve yan endüstriler kalite, standart ve arz açısından birbirleriyle koordineli hale gelememiştir.

Gelişmiş bir yönetim düzeyi gerekmektedir. Modern yönetim tekniklerinin uygulanması için gereken çaba harcanmalıdır. Modern yönetim tekniklerinin kazanılması, organizasyon ve malzeme yönetimi tekniğindeki aksamaları ve firma temelindeki tasarım, otomasyon ve kalite eksikliklerinin giderilmesine çözüm getirici yönde etkili olacaktır. Firma içi eğitimin yaygınlaştırılması, prodüktivite bilincinin geliştirilmesi ve uzun vadeli planlamalara önem verilmesi gerekmektedir.

Otomasyon kötü yönetimin yerine geçemez. Bu nedenle, otomasyona dayalı üretim araçlarının gereği gibi çalıştırılmasına karşın, kötü yönetim nedeniyle başarısız olan işletmelere rastlanabilmektedir (Eraslan, 2001)

Tüm bu sayılanlarla birlikte günümüzde, uluslar arası çapta faaliyet gösteren, ülkemizde bulunan büyük firmalarda BBÜ uygulamaları vardır. Bunlardan bazıları tüm işletmede, bazıları da bölüm bazında uygulamalara yer vermektedir. Örneğin Bursa'da bulunan Oyak-Renault fabrikasında üretim aşamasında bantta bulunan her araç ile ilgili veriler BBÜ ile tüm birimlere ulaştırılmaktadır. Firma yetkilileri BBÜ adını vermedikleri bu uygulamaya AS-400 sistemi demektedirler. Bu fabrikada BBÜ uygulanmaktadır ve bu etkin bir bilgi yönetimi ile sağlanmaktadır. Ancak birimler arası iletişim yeterli değildir. Her birim sadece kendi bölümündeki kararlar ile ilgilidir ve diğer birimlerde olan bitenden haberdar olmamaktadır. Yani birbirinden haberdar eş zamanlı bir mühendislik yoktur fakat her bölüm banttaki araç ile ilgili işlemleri eş zamanlı olarak yapabilmektedir. Ancak tabi ki belli kurallarla çeşitli birimlerin birbirini engelleyecek veya üretimde aksama yaratacak işlemlerin yapılması düzen içine alınmıştır.

Bir başka örnek de Tofaş fabrikasından verilebilir. Tofaş, yan sanayiindeki tedarikçileri ile lojistik yönetiminde uluslar arası normlarda veri değişimini sağlayan EDİ (Electronic data interchange) sistemini uygulamaktadırlar. Burada ana fabrika olan Tofaş'taki üretim durumunu veya talebi network ile gören ortak yan sanayi firmaları, elde ettikleri veriler ve bunlardan oluşturdukları bilgileri kullanarak gerekli müdahalelerle taleplere daha hızlı uyum sağlamaktadırlar. Tofaş açısından düşünülecek olursa, Tofaş, BBÜ sistemini yan sanayilei ile entegrasyon anlamında kullanmaktadır. Bilgi yönetimi uygulaması ile bir bakıma sipariş aktarımı yapılmaktadır. Tabi ki, Tofaş kendi üretiminin de bilgisayarla bütünleşik olmasından sağladığı geri bildirimle siparişlerini vermektedir.

6.1. Zeki Bilişime Yönelik Bir Örnek

Uygulama kısmına geçmeden durumu ortaya koyacak ufak bir örnek verelim:

A.B.D'nin güney doğusunda Louisville şehrinde bulunan General Electric şirketine bağlı bulaşık makinesi fabrikası 1980li senelerin ortalarına yaklaşıldığında bir kriz ile karşı karşıya gelmiştir. Yirmiden fazla tipte üretilen bulaşık makineleri özellikle Japonya ve Avrupa'dan gelen rakipleri karşısında pazarda giderek gerilemektedir. Klasik montaj bandı ve yoğun el işçiliği ile üretilen makinelerin maliyetleri rakiplerine göre yüksek olmakta ve bu yüzden

pazar kaybı doğmaktadır. Şirket yönetimi bu durum karşısında üç seçenek üzerinde durmaktadır:

- Fabrikanın tamamen kapatılması
- Üretimin özellikle işçilik maliyetlerinin çok düşük olduğu güneydoğu Asya ülkelerine kaydırılması
- Fabrikanın yeniden düzenlenmesi, bu arada yeni teknolojilere ve özellikle BBÜ'e ve otomasyona olabildiğince yer verilmesi

Bu seçeneklerin üçü de personel açısından iş kaybı olarak değerlendirildiğinden sendika tarafından karşı çıkılmakta ve üretimin mevcut şartlarda sürdürülmesi istenilmektedir. Şirket yönetimi ise üçüncü seçeneğe sıcak bakmakta ve personelin bu seçenek için kazanılabilmesi halinde tümüyle esnek otomasyona geçmek istemektedir. İşçi ve işveren temsilcilerinin uzun süren görüşmeleri sonucunda, yeni yapıya geçildiğinde hiçbir işçinin işine son verilmeyeceği sözü verildikten sonra fabrikanın tümüyle otomasyona geçmesi için çalışmalara başlanmıştır.

Üretim zincirinin tamamen değiştirilmesi çalışmaları ürün üzerinde yapılan iyileştirme çalışmaları ile paralel olarak sürdürülmüştür. Klasik yaklaşım olan, önce ürünün yeni şeklinin belirlenmesi ve onu üretecek hatların tasarımı yerine her iki işlem paralel yürütülerek büyük ölçüde zaman kazanılmıştır.

Yeni tasarlanan bulaşık makinesinin en önemli özelliklerinden biri, üzerinde birçok işlem gerektiren paslanmaz çelik sac kazan yerine tümüyle plastik olan ve çok az işleme gereksinim duyulan yeni bir kazanın öngörülmüş olmasıdır. Kendine bu konuda güvenen firma normalde 1, en fazla 2 sene olan garanti süresini bu plastik kazan için 5 seneye çıkarmış ve rakip firmaların bu konuda yapabilecekleri karşı propogandaya karşı başlangıçtan önlem almıştır. Üretilen bulaşık makinesi tip sayısı da 4'e indirilmiş ve bu sayede üretim hatlarının tasarımında otomasyon verimliliği en üst seviyeye çıkarılabilmektedir. Yeni montaj hatlarının tasarımında ise benzetim tekniğinden önemli ölçüde faydalanılmıştır.

Yeni sistemde montaj hatlarında insan bulunmamakta, işlemler otomatlar ve robotlar tarafından yapılmaktadır. Otomatlar herhangi bir değişikliğe uğramayacak, sürekli aynı hareketlerin yapılması gerekli iş istasyonlarında kullanılmıştır. Robotlar ise programlanabilme özelliklerinden dolayı büyük esnekliğe sahip olduklarından, zaman zaman farklı işlemlerin yapılmasının zorunlu olduğu iş istasyonlarında kullanılmıştır. Tam zamanında üretim felsefesi ise bazı sac parçaların elde edilmesi ve montajında uygulanmıştır. Rulo sacdan kesme, zımba makinesinde delme ve preste kıvrma gibi işlemler yine otomatik olarak montaj hattının

hemen yanında yapılmaktadır. Elde edilen sac parçalar bu şekilde depoya gitmeden hemen montaja girmektedir. Boya püskürtme gibi insan sağlığına zarar veren birçok çalışma yerinde robotlar kullanılmıştır.

Yeni sistem tümüyle bilgisayar tarafından kontrol edilmektedir. Merkezi bir bilgisayar sistemi üretim hattındaki bölgesel bilgisayar sistemlerine bağlıdır. Montaj hattının her iş istasyonundaki işlemler kendi bölgesel bilgisayarları ile kontrol edilirken, merkezi bilgisayarlar tüm sistemle ilgili bilgileri toplamakta, bakım ve onarım faaliyetlerini yönlendirmekte ve raporlamaktadır. Örneğin plastik kazananın üstüne çeşitli cihazların montajına başlanıldığında, otomatik olarak montajı yapan makineler bir uyumsuzluk tespit ettiğinde (kazanda montaj sırasında yapılacak bir bağlantı için bir civata deliğinin açılmaması gibi) bunu bölgesel bilgisayara bildirmekte, bu bilgisayar yakındaki bir robota komut vererek bu kazanın montaj hattından alınmasını ve durumun merkezi bilgisayara bildirilmesini sağlamaktadır. Merkezi bilgisayar ise hatta oluşan bu durumu, kontrol panelleri önünde üretim sistemini izleyen personele bildirmektedir. Bölgeye gönderilen bir kişi kazandaki uyumsuzluğu gidererek (el matkabı ile gereken deliğin açılması gibi) bunu merkezi bilgisayara bildirdiğinde bu bilgisayar, robotu kontrol eden bölgesel bilgisayara gerekenin yapıldığını haber vererek kazanın robot tarafından tekrar montaj hattına konulmasını sağlamaktadır.

Fabrikada eski montaj hattında çalışan personelin tamamı ise yeni sistemlerin işletilmeleri, bakım ve onarımları ile zaman zaman gerekli kontrollerin yapılması konusunda eğitim görerek yepyeni bir hüviyet kazanmıştır. Bunun sonucunda da personel daha rahat bir çalışma ortamına kavuşmuştur.

Herhangi bir çalışanın işine son verilmemesi gibi bir durumla karşılaşmamış, aksine yeni yapının getirdiği kaliteli, seri ve ekonomik üretim sayesinde yeni pazarlar kazanılmış ve artan iş hacmi nedeniyle çeşitli şubelere yeni personel alınması gerekli olmuştur (Dinçmen, 1995).

Ürün tasarımı ve hatların tasarımının paralel yapılması işlemi ile bu işletmede bir bakıma kısmi eşzamanlı mühendislik uygulamasına rastlamaktayız. Bu uygulama ile büyük ölçüde zaman kazanıldığından bahsetmektedir. Eş zamanlı mühendisliğin işleminde önemli olan bilgi paylaşımı için bilgi yönetiminin gerekliliğini ve BBÜ uygulamasında EZM ve BY'nin yerini görmekteyiz. Merkezi bilgisayar ile bölgesel bilgisayarlar ve robotlar arasındaki bilgi iletişiminin otomatik olarak yapılması ile, otomatik olarak montaj yapan makinelerin uyumsuzluk tespit edebilmeleri ve bunu iletmeleri "zeki bilişim sistemleri"ne verilebilecek iyi

bir 6rnektir. Bu kontrol6 sağlayan bilgisayar sistemlerinde b6y6k ihtimalle if-then-else yapıları ile kurulmuş kurallara dayanan bir sistem ile zeki sistemlerin bir kolu olan bulanık mantık uygulaması adımları atılmıştır. Bu iletişim, zeki ajanların sisteme entegrasyonu ile sağlanmış olabilir.

İşçilere baştan iş g6vencesi verilmesi ile oluşabilecek engeller ortadan kaldırılmıştır ayrıca personel yeni işi ile daha rahat bir çalışma ortamına kavuşmuştur. Bu da BB6 sisteminde işçi çıkarma mecburiyetinin olmadığını da g6stermektedir.



7. ZEKİ BİLİŞİM SİSTEMLERİNE YÖNELİK GALATASARAY ÜNİVERSİTESİ BİLGİSAYARLA BÜTÜNLEŞİK ÜRETİM SİSTEMLERİ LABORATUARINDA UYGULAMA

Uygulama alanı olarak Galatasaray Üniversitesi BBÜ laboratuvarı seçilmiştir. Burada tam anlamıyla bir BBÜ sistemi kurulmuştur ve uygulanmaktadır. Bu sistem teorik anlatımlara destek olacak nitelikte ve Zeki Bilişim Unsurunun katılmasına olanak verecek niteliktedir. Türkiye’de BBÜ başlıklı bölümde anlatılan Oyak-Renault ve Tofaş gibi işletmeler gerekli bilgileri sağlamak konusunda yardımcı olmak istememişlerdir. Galatasaray Üniversitesi’ne de yardımları ve destekleri için teşekkür ederim.

7.1. BBÜ Alanında Unesco Kürsüsü

Küreselleşmenin de etkisiyle artan rekabet ortamında modern üretim sistemlerinin gereklerine göre eğitim almış öğrencilerin yetişmesini sağlamak amacıyla, Galatasaray Üniversitesi Mühendislik ve Teknoloji Fakültesi bünyesinde, Bilgisayar Bütünleşik İmalat (Computer-Integrated Manufacturing) alanında 1997 yılında UNESCO Kürsüsü kurulmuştur. UNESCO Kürsüsü’nün faaliyetlerini desteklemek üzere kurulan Bilgisayar Bütünleşik İmalat Laboratuvarında (CIM Lab), *ileri bilgi teknolojisi sürecini imalat sanayinin tüm aşamalarına entegre edip, bu süreci daha etkin ve verimli kılan, ürün kalitesini artıran, üretim maliyetini azaltan yöntemler konusunda öğrencilerin bilgilendirilmesi ve araştırmaya yönlendirilmesi için gerekli üst düzey teknoloji kullanan donanım ve yazılımlar bulunmaktadır. CIM Lab’dan lisans ve yüksek lisans derslerinin pratik çalışmaları ile mühendislik bitirme projesi ve yüksek lisans tezi hazırlanması aşamasında kullanımının yanında bilgisayar destekli tasarım, bilgisayar destekli imalat ve robotikle ilgili araştırma projelerinde de yararlanılması öngörülmektedir. Ayrıca, UNESCO Kürsüsü’nün en önemli kuruluş amaçlarından biri olan üniversite-sanayi işbirliği projelerinin geliştirilmesi ve sürekli eğitim programlarının düzenlenmesi, CIM Lab’dan da yararlanarak hayata geçirilecektir [8].*

7.2. Amaç ve Yöntem

Öncelikle Galatasaray Üniversitesi’nde bulunan Bilgisayarla Bütünleşik Üretim laboratuvarındaki mevcut yerleşim, sistem ve araçlar tanıtılacak, sistemde parça geliş hızlarının

bulanık olarak kontrolünü sağlayacak kurallar ve üyelik kümeleri ve fonksiyonları yazılarak mevcut sistem ile bulanık mantık vasıtasıyla “zeka” katılan sistemin performansları ARENA simülasyonu ile test edilip karşılaştırılacaktır. Bu karşılaştırma hipotetik bir yaklaşımla ele alınacaktır. Örnek bir çizelgeleme probleminin çeşitli ön kabuller altında önce değişkenlerinin girilmesi ve sonra karar değişkeninin Mandani netleştirme kuralı ile bulunması sağlanacaktır. Bulanık mantık çatısı MATLAB Fuzzy Logic Toolbox ile kurulacak ve sistem işleyişini kontrol eden gerekli simülasyonlar da örnek uygulama için ARENA’da test edilecektir.

Bulanık mantık kurallarının oluşturulması uzman bilgisine dayanır. Bu kuralların eş zamanlı mühendislik ile oluşturulması daha yararlı olacaktır. Çeşitli alanlardan temsilcilerin katılımı ile en üst seviyede yarar sağlanacak ve böylece sistemin işleyişini ve performansını en üst seviyede tutacak kuralların uygulaması sağlanacaktır. Eş zamanlı mühendisliğin BBÜ sistemine katılımı bu şekilde olacaktır. Uzman çalışanların örtülü bilgilerinin bulanık mantığa aktarımı ve sistemdeki ana bilgisayar ile iş istasyonları arasındaki enformasyon alışverişi sonucunda yararlı enformasyon yani “bilginin” elde edilmesi de bilgi yönetiminin BBÜ sistemine katılımı olacaktır. Bir başka deyişle, zeki bir sistem olan bulanık mantık, bilgi yönetimi ve eşzamanlı mühendisliği kullanarak- ve belki de içinde barındırarak-zeki bilişim sistemine yönelik bir uygulama yapmamızı sağlayacaktır. Yapılacak olan uygulama, temelde, iş istasyonlarında bulunan ara stokların seviyesine ve üretim-talep seviyelerine göre üretim hızını ayarlayan bir sistemin kurulmasıdır. Bu aynı zamanda amaçtır.

Bulanık mantık kuralları yazılacak, üyelik fonksiyonları oluşturulacak ve çeşitli talep seviyeleri ve geliş hızları belirlenerek rastgele sayılar üretilerek bu girdilerin üyelik dereceleri bulunarak bulanıklaştırma işlemi gerçekleştirilecektir. Aynı işlemlerin MATLAB programının Bulanık Mantık Toolbox vasıtasıyla girilmesi sağlanacak, bulanıklaştırma ve netleştirme işlemleri yapılarak simülasyon için gerekli girdiler oluşturulacaktır.

7.3. BBÜ Laboratuvarının Mevcut Durumu

Bilgisayarla Bütünleşik Üretim laboratuvarında uygulanan Esnek Üretim Sistemi bir kapalı döngü konveyör ve konveyör etrafına yerleştirilmiş 4 adet iş istasyonundan meydana gelmektedir. Şekil.7.3’de mevcut durum görülmektedir:



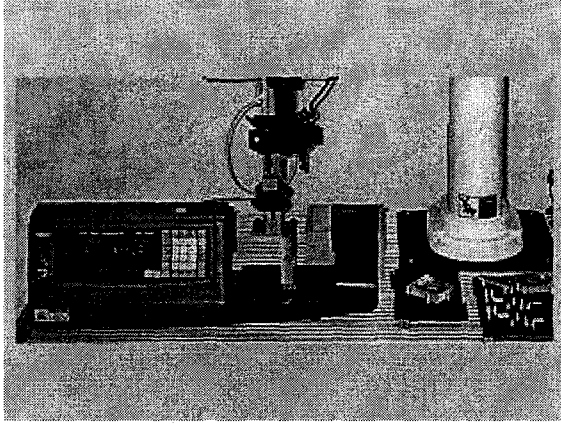
Şekil.7.3. Galatasaray Üniversitesi-BBÜ laboratuvarı

İş istasyonu-1 (station 1) otomatik malzeme çekme ve yerleştirme sistemidir. Raflarda ve besleyici kaplarda bulunan ham maddeler üretimin başlatılması için buradan çekilmekte ve bitmiş son ürünler robot vasıtasıyla özel raflarda depolanmaktadır.

İş istasyonu-2 (station 2) SCARA tipinde bir robot tarafından çeşitli parçaların montajının yapıldığı montaj istasyonudur. Robotun tutucusunu değiştirebilme ve kavrayıcı (yapıştırıcı) kullanarak operasyonları tamamlayabilme ve parçaları raflara yerleştirebilme özelliği vardır.

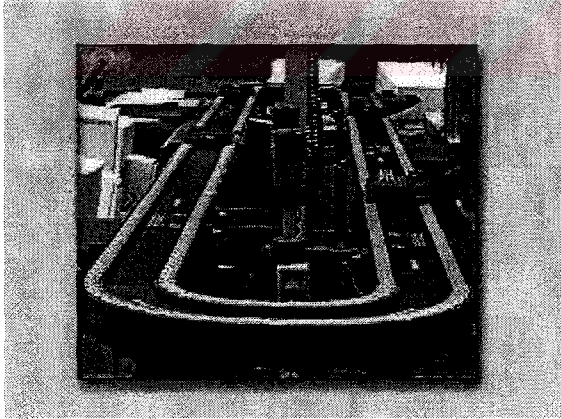
İş istasyonu-3 (station 3) bir adet CNC freze ve bir adet CNC torna tezgahından oluşan makine hücresidir. Her makine verilen bir parçanın imal gereksinimlerine göre işlem yapan otomatik araç değiştirme ekipmanları ile donatılmıştır. Her iki makineye de oynar zemine monte edilmiş bir 5 eksenli robot hizmet etmektedir.

İş istasyonu-4 (station 4) kalite kontrol işleri içindir. Temsili bir kalite kontrol resmi şekil 7.3a da verilmiştir. Freze ve torna tezgahları tarafından üretilen parçaların boyutları iş istasyonu robotu tarafından tutulan çap pergeli vasıtasıyla ölçülmektedir. Arzu edildiği takdirde, robot, senkronize olarak, bir kamera ve XY tahtası ekipmanlarını kullanarak, vizyon (görsel) kontrol sistemi ile çalışabilmektedir. Sistem, ilk olarak kamera kullanarak ürünün enstantane fotoğraflarını çekmekte, sonra hareketli XY tablasının üstüne bunları koyarak özel bir yazılım ile resmi analiz etmekte ve böylece görsel kusurları tespit etmektedir. Kusurlu parçalar iskarta kutusuna konmakta ve yeni bir imalat emri otomatik olarak verilmektedir.



Şekil 7.3.a. Kalite kontrol istasyonu

Kapalı döngü konveyör (şekil 7.3b) parçanın iş istasyonları arasındaki transferini gerçekleştirir. Bu konveyör, durmadan çalışan bir kayış, pnömomatik olarak aktive olan toplama/teslim etme noktalarından, barkod okuyucu ve bir akışı kontrol eden programlanabilir mantıksal kontrolcüdür (programmable logic controller-PLC) meydana gelmektedir. Her parça, parçaya özel kalıplara yerleştirilip paletler ile konveyör üstünde taşınmaktadır. Her toplama/teslim etme noktasında paletler durdurulur ve programlanabilir mantıksal kontrolcü, paleti o anki pozisyonunda tutmaya veya serbest bırakmaya toplama/teslim etme noktasındaki sensörün çıktısına göre karar verir. Her iş istasyonunda kalıpları stoklamak üzere sınırlı bir alan mevcuttur (Feyzioğlu ve Öncan, 2002).



Şekil.7.3.b Kapalı döngü konveyör

Aslında, Esnek Üretim Sisteminde kontrol hiyerarşisi mevcuttur. Tüm sistem, bir ana yönetici PC ile yönetilmektedir. Bu yönetici PC, iş istasyonlarını kontrol eden PC'lerden gelen enformasyonları almakta ve gerekli enformasyonları bu PC'lere göndermektedir. Her iş istasyonu PC'si iş istasyonundaki makine ve robotların kontrolünden sorumludur. Bölgesel alan ağı (LAN) PC ler arası enformasyon değişimini sağlamaktadır.

Örnek uygulamamızda ana bilgisayara makinelerin PC'lerinden gelen enformasyonlar, ana bilgisayarda bulunan bulanık mantık karar vericisi ile zeka katılarak bilgiye dönüştürülmekte ve tekrar makinelere gönderilmektedir.

7.4. Bulanık Mantık

Bulanık mantık kuralları oluşturulmadan önce bulanık mantık ile ilgili kısa bir açıklama yapmak yerinde olacaktır.

Bulanık mantık, adından anlaşılacağı gibi mantık kurallarının esnek ve bulanık bir şekilde uygulanmasıdır. Klasik mantıkta bildiğiniz gibi, "doğru" ve "yanlış" ya da "1" ve "0"lar vardır, oysa bulanık mantıkta, ikisinin arasında bir yerde olan önermeler ve ifadeler izin verilebilir ki, gerçek hayata baktığımızda hemen hemen hiçbir şey kesinlikle doğru veya kesinlikle yanlış değildir. Gerçek hayatta önermeler genelde kısmen doğru veya belli bir olasılıkla doğru şeklinde değerlendirilir. Bulanık mantığa da zaten klasik mantığın gerçek dünya problemleri için yeterli olmadığı durumlar dolayısıyla ihtiyaç duyulmuştur. Bulanık mantık ile klasik mantık arasındaki fark şudur (Ross T. J, 1998) ;

- Bulanık mantık ile klasik mantık arasındaki temel fark klasik mantığın bilinen anlamda matematiğin sadece aşırı uç değerlerine izin vermesidir. Klasik matematiksel yöntemlerle karmaşık sistemleri modellemek ve kontrol etmek işte bu yüzden zordur, çünkü veriler tam olmalıdır.
- Bulanık mantık kişiyi bu zorunluluktan kurtarır ve daha niteliksel bir tanımlama olanağı sağlar.

Klasik kümeler üye olma ve üye olmama ilişkisi çerçevesinde geliştirilmiştir. Bu tür kümeleri ifade etmek için özel bir fonksiyon tanımlanabilir ve bu fonksiyona karakteristik fonksiyon denilir.

Karakteristik fonksiyon her bir elemana 1 ve 0 değerlerinden birini üyelik durumuna göre atayarak evrensel küme üzerinde tanımlanan ve bizim ilgilendiğimiz özelliğe sahip olan elemanların oluşturduğu kümeyi belirler.

Bulanık bir A kümesi ise X deki her elemanın üyelik derecesiyle birlikte oluşturduğu kümedir. x'in A ya ait olma veya üyelik derecesi $\mu_A(x)$ olarak gösterilebilir.

Bulanık mantıkta küme aitlik derecesi μ , 0 ile 1 arasında değişir. 0 kümeye ait olmamayı, 1 ise kesin olarak o kümenin üyesi olmayı gösterir.

X evrensel kümesi üzerinde belirli bir özelliği taşıyan elemanları ayırarak oluşturduğumuz A kümesi karakteristik fonksiyon yardımıyla; $\forall x \in X$, verilir. Fonksiyon A kümesine ait elemanlara 1 değerini, ait olmayan elemanlara ise 0 değerini atamaktadır.

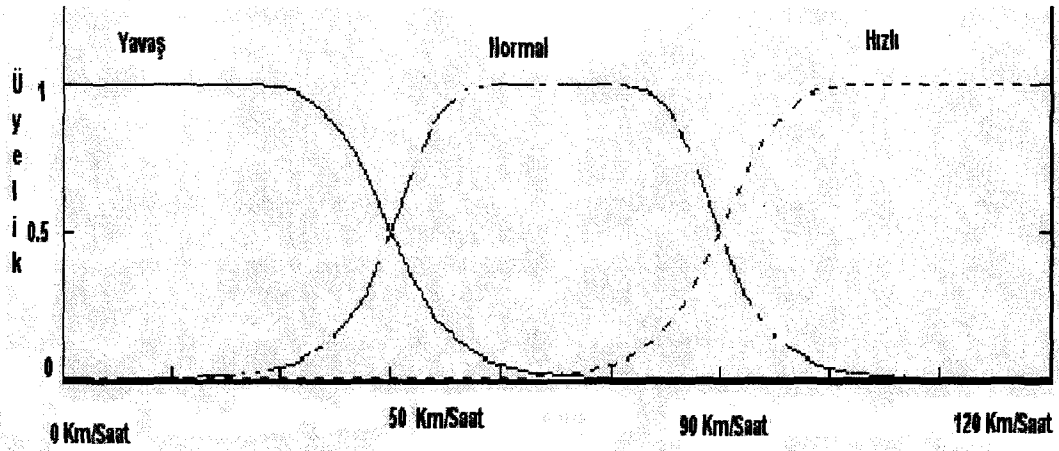
Üyelik fonksiyonları bir çok farklı şekillerde olabilir. Özel bir şeklin uygun olup olmayacağını tespit etmek çalışılan uygulama alanı tarafından elde edilen verilerle belirlenir. Fakat, birçok uygulama bu tür şekil değişikliklerine karşı çok fazla duyarlılık göstermezler.

Üyelik fonksiyonları üçgen, yamuk, Gaus eğrisi gibi standart fonksiyonlarla tanımlanabildiği gibi çok farklı fonksiyonlarda oluşturulabilir.

Günlük kullanım diline ait olan düşük, orta seviye, yüksek ve bunun gibi kavramları temsil eden çeşitli bulanık kümeler bir değişkenin durumlarını tanımlamak amacıyla kullanılırlar. Bu değişkenlere bulanık değişkenler denilir.

Linguistik değişken "sıcak" veya "soğuk" gibi kelimeler ve ifadelerle tanımlanabilen değişkenlerdir. Bir linguistik değişkenin değerleri fuzzy kümeleri ile ifade edilir. Örneğin oda sıcaklığı linguistik değişken için "sıcak", "soğuk" ve "çok sıcak" ifadelerini alabilir. Bu üç ifadenin her biri ayrı ayrı fuzzy kümeleri ile modellenir.

Örnek olarak bir otomobilin otoyol üzerinde yapabileceği hızı 0 ile 120 km/saat arasında olabileceğini varsayalım. Bu hız uzayını Yavaş (0 ile 40 km/saat), Normal Hızda (60 ile 80 km/saat) ve Hızlı (100 ile 120 Km/saat) gibi 3 ayrı kümeye ayıralım. Bu otoyolda 70 km/saat hızında giden bir otomobil Normal kümesine, 90 km/saat hızında giden bir otomobil ise belli bir üyelik derecesinde Normal ve belli bir üyelik derecesinde Hızlı kümesine girer. Bu örneğe göre otomobil $\mu_{Hızlı}(90)=0.5$ ve $\mu_{Normal}(90)=0.5$ üyelik değerlerinde her iki kümenin de üyesidir. Çan eğrisi üyelik fonksiyonu kullanılarak oluşturulan bu otomobilin hızına ait bulanık üyelik değerleri şekil 7.4.1'de görülmektedir.



şekil.7.4.1. Örnek bir otomobil hız uzayının bulanıklaştırılması (Kozanoğlu,2002)

Hesaplama açısından getirdiği kolaylıklar göz önüne alınarak istenilen şekilde üyelik fonksiyonunun seçilmesi, bulanık küme teorisinin esnekliğini yansıtmasında öne çıkan bir durumdur. Çoğu durumda, üçgen ve yamuk üyelik fonksiyonları işimizi görecektir niteliklere sahiptir.

Bulanık kümelerde de geleneksel kümelerdeki gibi küme işlemleri tanımlanmıştır. Örneğin:

- Birleşim: $\mu_{A+B}(x) = \max [\mu_A(x), \mu_B(x)]$
- Kesişim: $\mu_{A*B}(x) = \min [\mu_A(x), \mu_B(x)]$ ya da kesişim

$\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x)$ olarak da gösterilebilir.

Bulanık mantığın diğer bir kullanım alanı ise bulanık kontrolörlerdir (denetleyiciler). Bu durumda çıktı değerlerinin kesin rakamlarla ifadesi gerekir. Bunun için bir çok *netleştirme(defuzzification)* metodu olmasına rağmen, en çok kullanılanı *ortalama alma veya ağırlık merkezi(centroid)* metodudur. Uygulamamızda ağırlık merkezi netleştirme yöntemi kullanılacaktır.

Bulanık mantık sistem geliştirme araçları çok çeşitlidir. Uygulamamızda bulanık mantık çatısını oluşturmak için MATLAB Fuzzy Logic Toolbox kullanacağız.

Bulanık mantığın uygulama alanları çok geniştir. Sağladığı en büyük fayda ise "insana özgü tecrübe ile öğrenme" olayının kolayca modellenebilmesi ve belirsiz kavramların bile matematiksel olarak ifade edilebilmesine olanak tanınmasıdır. Bu nedenle lineer olmayan sistemlere yaklaşım yapabilmek için özellikle uygundur. Örnek olarak kameralar (görüntüye odaklanma), klimalar, çamaşır makinaları, elektrikli süpürgeler, buzdolapları (buzlanmanın engellenmesi), asansörler ve trafik lambaları (programlanması); otomobillerin motorları,

şanzımanları süspansiyonları, emniyet firen (abs) sistemleri; füzeler, çimento karıştırıcılar, robot kolları; karakterler, nesnelerin (tanınması) vs. gösterilebilir.

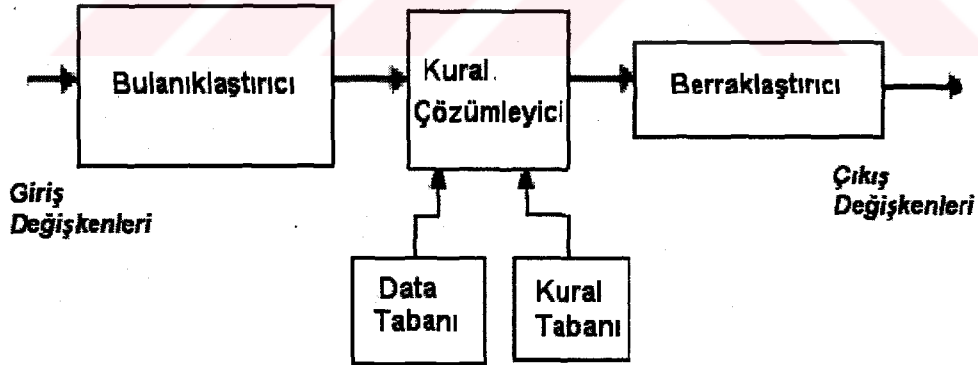
Bulanıklık, olaydaki belirsizliği ifade eder. Bir olayın olup olmadığını değil, hangi dereceye kadar olduğunu ölçer. Rasgelelik, olayın oluşundaki kesin olmayışlığı ifade eder. Bir olayın olup olmadığı rasgeledir. Hangi dereceye kadar olduğuyorsa bulanıklıktır. Bulanıklık, genel olarak 'gerekirlik' (deterministik) olmasına rağmen, rasgelelik tahminseldir. (Ross T. J. (1998).

7.5. Bulanık Kontrolör

Bulanık kontrolör, giriş ve çıkış parametrelerinden bir kısmı veya tamamı bulanık üyelik fonksiyonları tarafından tanımlanan kural tabanlı bir kontrol sistemidir.

Böyle bir kontrol sisteminin önemli özellikleri, kuralların linguistik değişkenlerle ifade edilebilir olması, uzman bilgisinin tam olarak kontrol kurallarına yansıtılabilmesi ve kesin olmayan bilgiler üzerinden çıkarım yapabilme yeteneğine sahip olmasıdır.

Ayrıca çıkışta elde edilen bulanık değerleri bulanık olmayan bir değere dönüştüren netleştirici (berraklaştırıcı) mevcuttur. Bu şekilde oluşturulan bir bulanık kontrolör Şekil 7.5'de görülmektedir (Ross T. J. 1998).

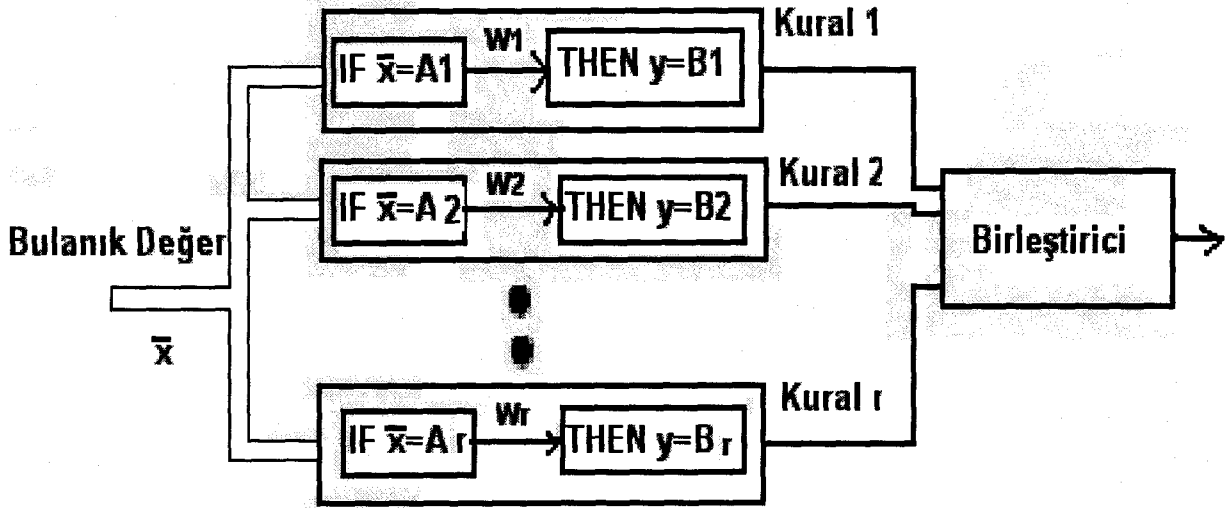


Şekil 7.5. Genel bir bulanık kontrolör yapısı

Bir bulanık kontrolörün temelini kural çözümleyici, data tabanı ve kural tabanından oluşan kural tabanlı sistem oluşturur.

Burada uzman sistemlerde olduğu gibi kural tabanında IF-THEN yapısında oluşturulan kurallar, data tabanında ise kullanılan üyelik fonksiyonlarının tipleri ve sınır değerleri

tutulur. Bulanık kontrolörde kullanılan bir kural tabanlı çıkarım sisteminin iç yapısı daha ayrıntılı olarak Şekil 7.5.1'da görülmektedir



Şekil.7.5.1. Bulanık kural tabanlı çıkarım sistem yapısı (Kozanoğlu,2002)

Bir bulanık kural tabanlı sistemde, farklı çözümleme yöntemleri uygulanabilir. Bunlardan en önemlileri Mamdani ve Sugeno modelidir. Ayrıca birleştiricide birden fazla kural arasında oluşturulacak olan ilişkilerde uygulanan farklı çıkarım yöntemleri mevcuttur.

Bulanık kontrolörde farklı netleştirme yöntemleri de vardır. Bu yöntemlerin bazıları; yamuk ağırlık noktası, ağırlıklı ortalama yöntemi, maksimumların ortalaması ya da minimumların maksimumu yöntemidir. Kullanılan netleştirme yöntemi bulanık kontrolörün performansını önemli ölçüde etkiler (Ross T. J.1998).

Bulanık kontrolörde bulanık giriş ve çıkış parametrelerini sayısı, kullanılan üyelik fonksiyonlarının tipi ve adedi, kural tabanını oluşturan kurallar, kural çözümleme yöntemi, birleştirme operatörleri, berraklaştırma metodu belirlenmesi gereken en önemli unsurlardır.

Bu parametrelerin belirlenmesinde bazı sayısal yaklaşımlar var ise de çoğunlukla bir uzman tarafından veya deneme yanılma metodu ile test edilerek oluşturulur (Ross T. J.1998).

Bulanık mantığı GS laboratuvarındaki BBÜ sistemimize uygularken, öncelikle sistem girdi değişkenlerini, ön kabulleri, kural ve bilgi tabanlarını, üyelik fonksiyonlarını, karar değişkenlerimizi ve amacımızı belirlemek gerekir.

7.6. Sistem, ön kabuller ve bulanık kontrol

Daha önceki bölümde açıklandığı üzere, Galatasaray Üniversitesi BBÜ Laboratuvarında bir konveyör hattı ile etrafına dizilmiş dört adet iş istasyonu mevcuttur. Malzeme çekme ve depolama aynı iş istasyonunda gerçekleşmektedir. Ayrıca montaj istasyonu, makine hücresi istasyonu, kalite kontrol istasyonu mevcuttur.

Bulanık mantık çatısının kurulması için tüm sistemi aynı anda göz önüne almak yerine parça parça ele almak, yaklaşımın anlaşılması ve uygulama adımlarının açıklanabilirliği açısından daha faydalı olacaktır. Sistemdeki bir iş istasyonuna uygulanan tüm kurallar ve ön kabuller ile elde edilen çıktılar diğer iş istasyonları için de geçerli olacaktır.

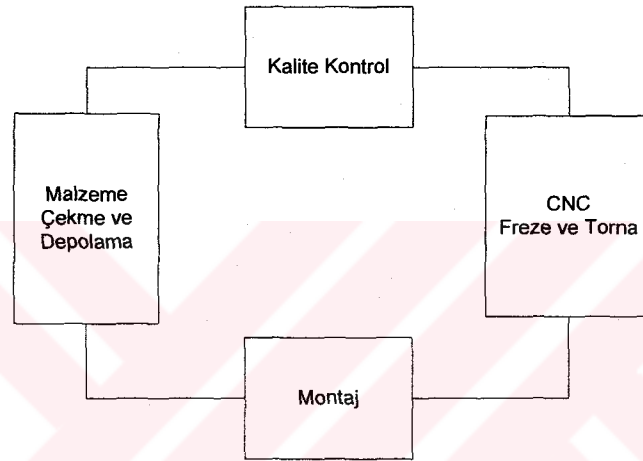
Sisteme dahil birçok değişken mevcut ve ilişki içinde olsa da bazı değişkenleri göz önüne alınmamakta, bazılarının ise ön kabullerle sisteme dahil edilmesi sağlanmaktadır. Ön kabullerimiz şunlar olacaktır:

1. Sistemde her iş istasyonunun ara stok seviyesi sıfırdan büyük olacaktır. Diğer bir deyişle her zaman iş istasyonunun ara stoğunda işlem görmeye hazır durumda olan en az bir adet parça vardır. Böylece üretim sistemlerinin en büyük sorunlarından biri olan beslenememe (starving) problemi meydana gelmeyecektir.
2. Bir başka ön kabul; iş istasyonlarının hepsinin ara stoklarının kapasitelerinin sonsuz olduğu kabulüdür. Sonsuz kapasite ön kabulü makinelerin veya iş istasyonlarının bloke olma durumunu da ortadan kaldıracaktır.
3. Parçalar arası geliş süresi çok düşük kabul edilecektir. Bir başka deyişle parçalar sisteme hızlı bir şekilde gelmektedir. Parçaların geliş hızı istenilen seviyeye ayarlanabilmektedir. Parçaların geliş hızı üstel dağılıma uymaktadır.
4. Makinelerin veya iş istasyonlarının hızları sabittir ve normal dağılıma uymaktadır.
5. Geliş hızı sisteme dışarıdan gelen parçaların hızı olarak düşünülebildiği gibi, konveyör hızı veya iki iş istasyonu arasındaki transfer hızı olarak da düşünülebilir.
6. Parçalar arası geliş süresi, sistemdeki üretim fazlalığı veya üretim noksanlığı durumlarına göre belirlenecektir. Üretimin talepten fazla olma ve az olma durumları göz önüne alınacaktır.

7. Makinelerin arızalanma olasılıkları eşittir. Makinelerdeki arızaları onarmaya hazır limitsiz personel vardır. Makine işleme hızındaki standart sapma değeri bu durumu yansıtacaktır.

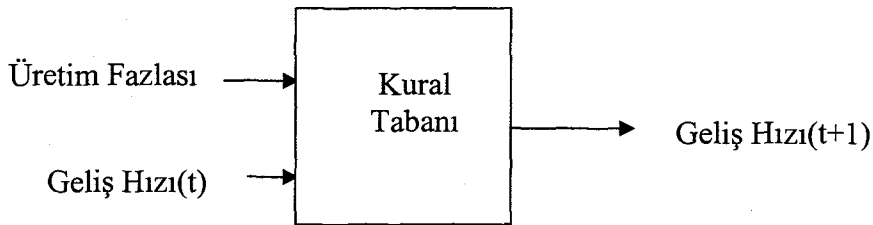
7.6.1. Değişkenler

Birçok değişken olduğu veya tanımlanabildiği halde hesaplamada karmaşa yaratmaması açısından girdi değişkenlerinin sayısı iki ile sınırlandırılmış ve kontrol değişkenimiz de sadece $t+1$ zamanındaki geliş hızı olarak alınmıştır. Galatasaray BBÜ laboratuvarındaki akış aşağıda temsili olarak gösterilmiştir (şekil 7.6.1). Ayrıca bulanık kontrolün girdi ve çıktı değişkenleri de şematik olarak şekil 7.6.2 'de gösterilmiştir.



şekil.7.6.1 Temsili lab

- Girdi değişkenleri: Girdi değişkenleri t anında parçaların geliş hızı $gh(t)$ ve sistemdeki üretim fazlalığının $uf(t)$ durumudur.
- Çıktı (kontrol) değişkeni: $t+1$ anında parçaların geliş hızı $gh(t+1)$ olacaktır.



Şekil 7.6.2. Bulanık kontrolörün girdi ve çıktı değişkenleri

Kural tabanında üyelik fonksiyonları ve IF-THEN kuralları vardır. Üyelik fonksiyonlarını oluşturmadan bulanık kümelerin ve linguistik değerlerin oluşturulması gereklidir. Mamdani

bulanık mantık çıkarım mekanizması kural tabanında uygulanarak bulunan geliş hızı (t+1) değeri, ağırlık merkezi (centroid) metod ile netleştirilecektir.

7.6.2.Problem

Haftalık 500 parçalık bir partinin montaj, freze, torna ve kalite işlemlerinin yapılması ve ambara yüklenmesi beklenmektedir. Bir haftada beş iş günü vardır. Parçaların sisteme gelişler arası süresi üstel (4,5) dakikadır. Makinelerin işlem yapma süresi sabittir ve normal dağılıma uymaktadır: $N(3;0.2)$. Buna göre 500 parçalık talebin bu şartlar altında karşılanabilip karşılanamayacağı simülasyon yapılarak test edilecektir. Ortalama olarak her iş günü 100 parça talebin karşılanması buna bağlı olarak da toplam 500 parçanın bir haftada üretilmesi beklenmektedir. Günde 8 saat=480 dakika çalışma yapılmaktadır. Fazladan üretim yapılması istenmemektedir, stoğa üretim politikası benimsenmemiştir, talebe dayalı üretim yapılmaktadır ve minimum seviyede üretim fazlası hedeflenmektedir. Yaklaşık olarak günlük 100 parçalık bir üretim ideal olacaktır. Ancak makinelerdeki çeşitli arızalar sonucu üretim hızları sapmaya uğramaktadır $[N(3;0.2)]$. Aslında problem bir bakıma günlük çizelgeleme olarak da görülebilir.

Daha önceden de belirtildiği üzere sistemi parçalayarak tek iş istasyonu üzerinde hesaplamalar yapılabilir ve sonuçlar tüm sistem için geçerli sayılabilir. Her iş istasyonu için ayrı ayrı aynı işlemler yapılabilir.

Bulanık kontrollerde, daha önceden anlatıldığı üzere kontrol politikası IF-THEN kurallarıyla sağlanır. Değişkenler üyelik fonksiyonlarında üyelik kümelerine dilsel (linguistik=L) ifadelerle ayrılırlar. Uygulamamızda;

Girdi Değişkenleri

- Geliş hızı (t)= $gh(t) = \{yavaş (Y), normal (N), hızlı (H)\}$
- üretim fazlalığı (t)= $uf = \{negatif (NEG), OK, pozitif (POS)\}$

Çıktı (kontrol) Değişkeni

- Geliş hızı (t+1)= $gh(t+1) = \{yavaş(Y), normal(N), hızlı(H)\}$

olarak alınacaktır.

Buna göre bulanık mantığımızın üyelik fonksiyonunun bulanık ilişkisinin temeli şöyle olacaktır:

$$\mu_{gh_{t+1}}(gh_{t+1}) = f[\mu_{gh}(gh_t), \mu_{uf}(uf_t)]$$

Buradaki f fonksiyonu uygulamamızda Mandani tipi kuralların minimum değerlerini seçecektir. Bu işlem MATLAB paketinin Bulanık Mantık Toolbox'ı vasıtasıyla yapılacaktır. Bir başka deyişle çıkarımlar otomatik olarak MATLAB ile yapılacaktır. Aynı şekilde netleştirme işlemi de menüde bulunan centroid (ağırlık merkezi) yönteminin seçilmesi ile gerçekleştirilecektir.

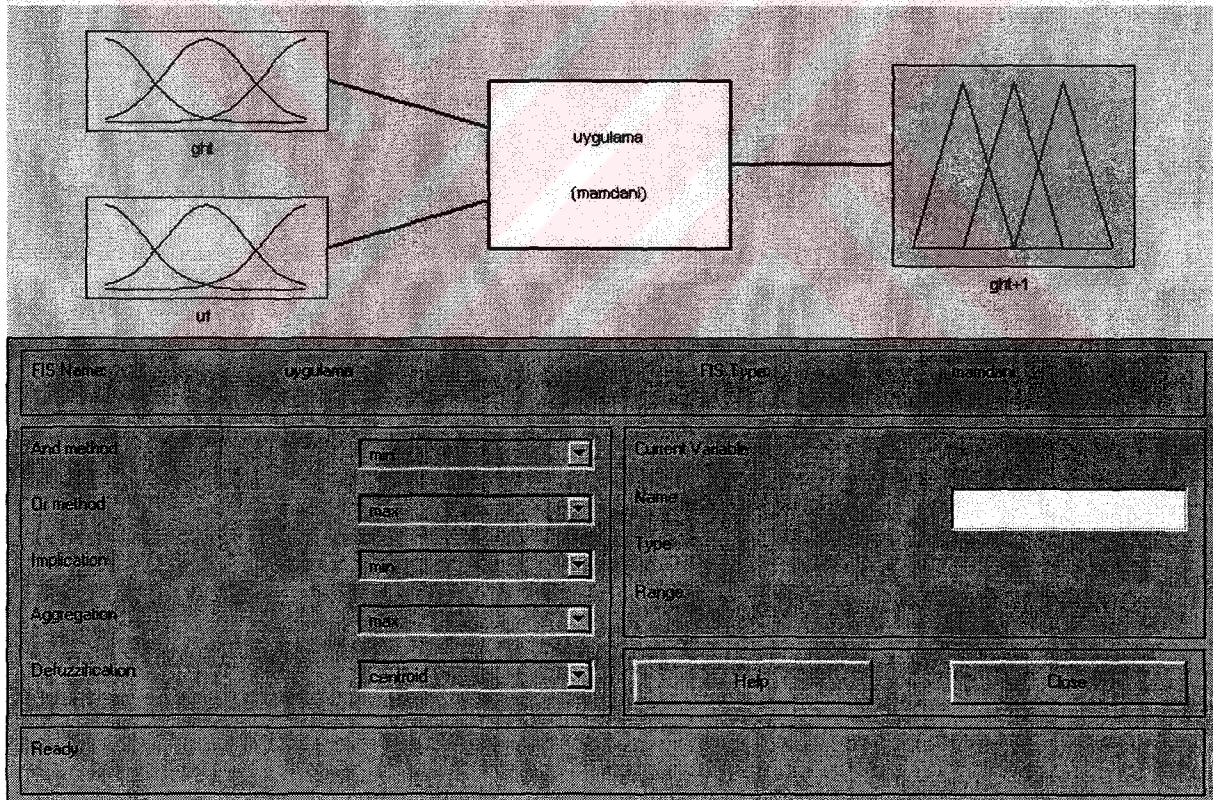
Centroid (center of gravity= ağırlık merkezi)yöntemi= $x = \frac{\sum x \mu(x)}{\mu(x)}$

Karar verme için üyelik fonksiyonu "ve" mantıksal bağlayıcıları ile oluşturulur.

$$\mu(gh_t, uf_t) = \mu_{gh_t}(g_t) \wedge \mu_{uf}(uf_t)$$

Burada tek parça tipli üretim için konulacak olan kurallar çoklu parça tipli üretim için de geçerli olacaktır. Çünkü çoklu parça tipli üretim sonuçta tüm parçaların tek tek incelenmesi ve sonra birleştirilmesi ile oluşturulabilir.

Şimdi 500 parçalık üretim için verilen koşullara uygun bulanık kümeleri MATLAB'da oluşturalım.(Şekil 7.6.3)

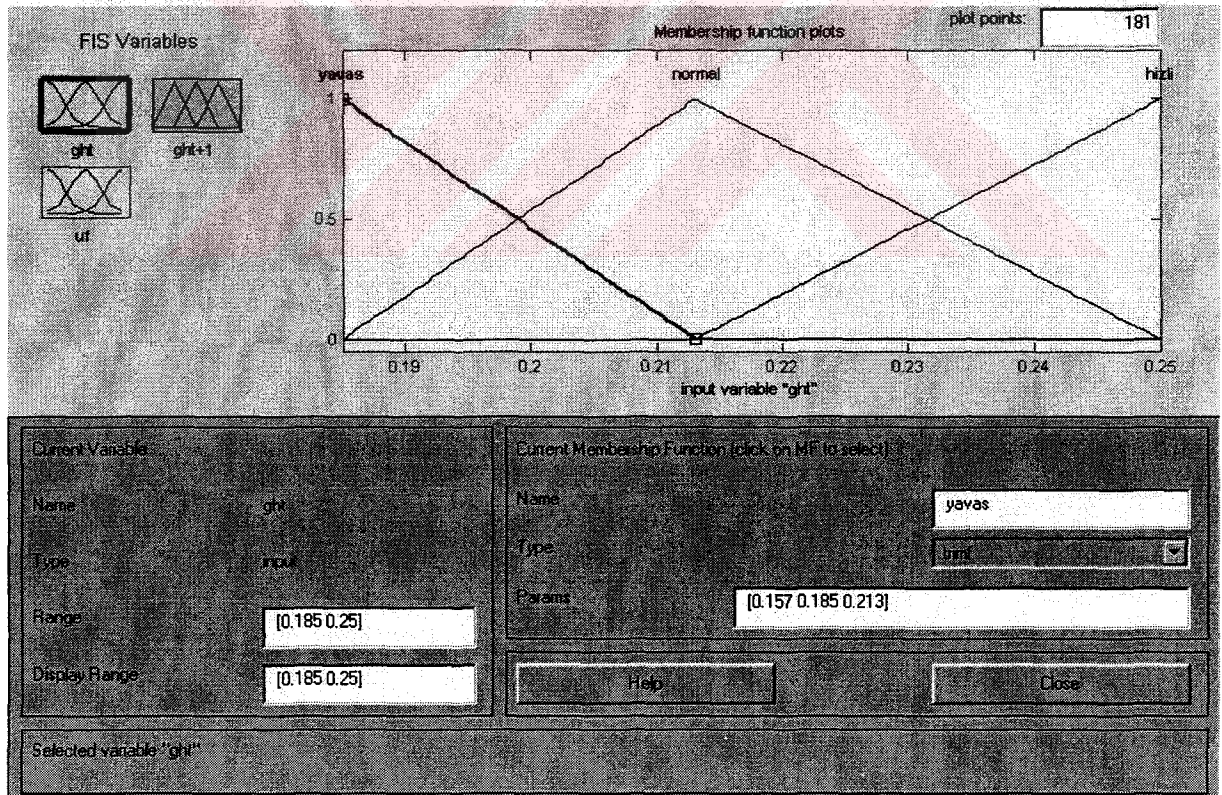


Şekil. 7.6.3. Matlab'da girdi ve çıktı değişkenleri gösterimleri

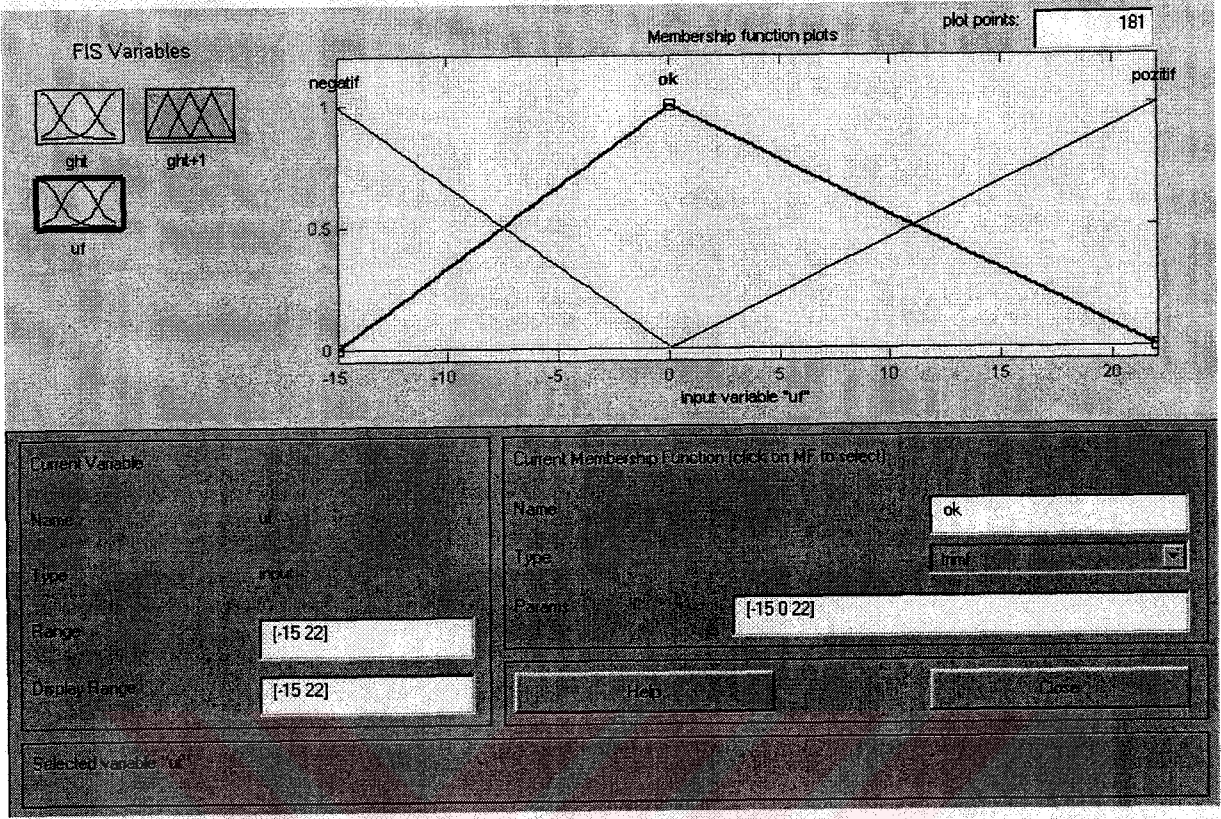
Şekilden de görüldüğü gibi, Mamdani kural çıkarım anlayışına göre ve merkezi netleştirme fonksiyonuna göre karar veren bulanık mantık kuralları ve bunların bulanık kümeleri ile

üyelik fonksiyonları oluşturulmuştur. Mamdani uygulamasına esas olarak iki değişkene ait üyelik fonksiyonlarına atanacak değerlerin minimumlarının maksimumu alınacaktır. Ayrıca EK1’de Matlab çıktıları daha net bir şekilde görülebilir.

Aşağıda şekil 7.6.4-5-6’da girdi ve çıktı değişkenlerine ait bulanık kümeleri gösteren üyelik fonksiyonları verilmiştir. Burada her bulanık kümeye ait alt ve üst sınırları görmekteyiz. Aynı zamanda yavaş, normal ve hızlı kümelerinin dağılım aralığını da görmekteyiz (0,185; 0,25). Bu değerler gelişler arası sürelerin geliş hızına çevrilmesi ile bulunmuştur. Alt sınırın 0,185 olmasının nedeni üstel dağılımda $\lambda=5,4$ olması ve $1/\lambda = 0,185$ olmasıdır. Gelişler arası sürenin yapılan incelemelerde en fazla 5,4 olduğu gözlenmiştir. Aynı şekilde gelişler arası süre en düşük 4 olmakta böylece geliş hızı en fazla $1/\lambda = 0,25$ olabilmektedir. Üyelik dereceleri daha önceden de bahsedildiği üzere 0 ile 1 arasında değişmektedir. Bulanık kümelerin aktarımı üçgen kümelerle yapılmıştır. Üçgen kümelerin kesim noktalarının üyelik fonksiyonunda 0,5 i verdiği gözlenmektedir. Aşağıdaki şekillerin daha ayrıntılı ve net çıktıları EK1’de görülebilir.



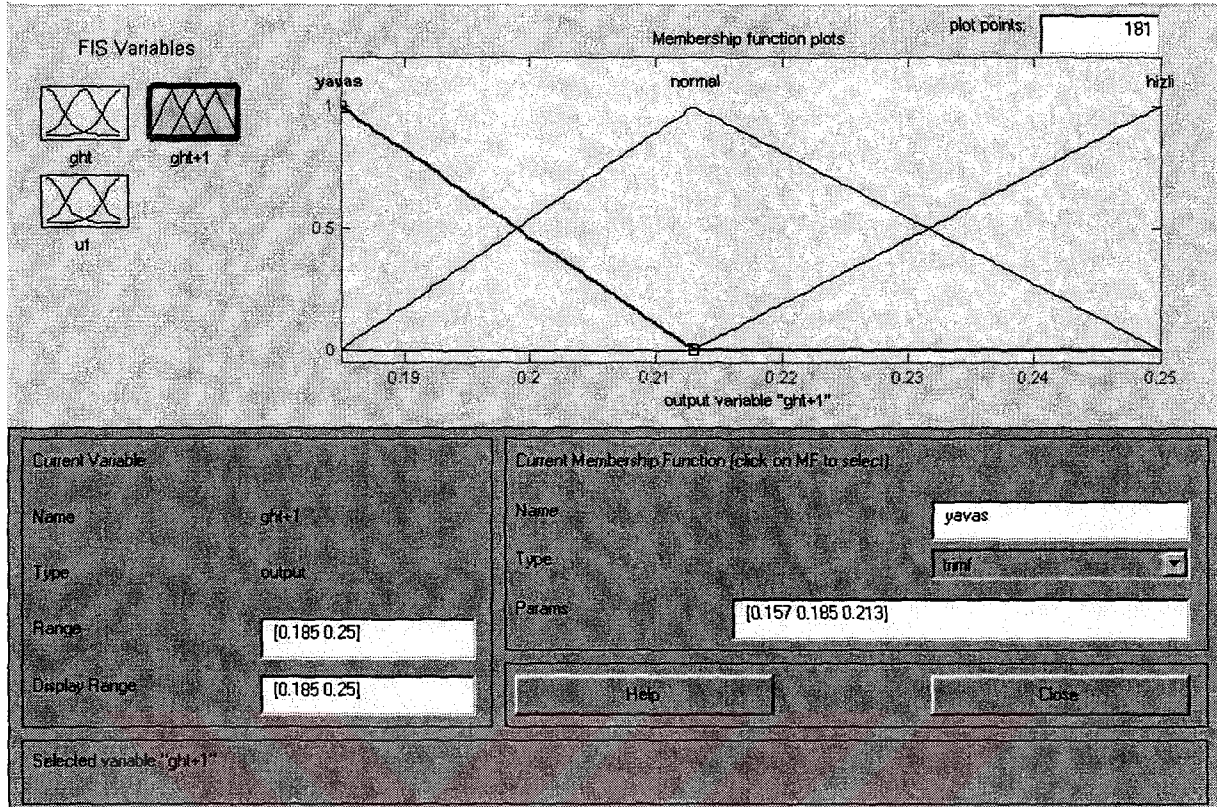
Şekil 7.6.4. Geliş hızı giri değişkeni üyelik fonksiyonu



Şekil 7.6.5. Üretim fazlası değişkeninin üyelik fonksiyonu

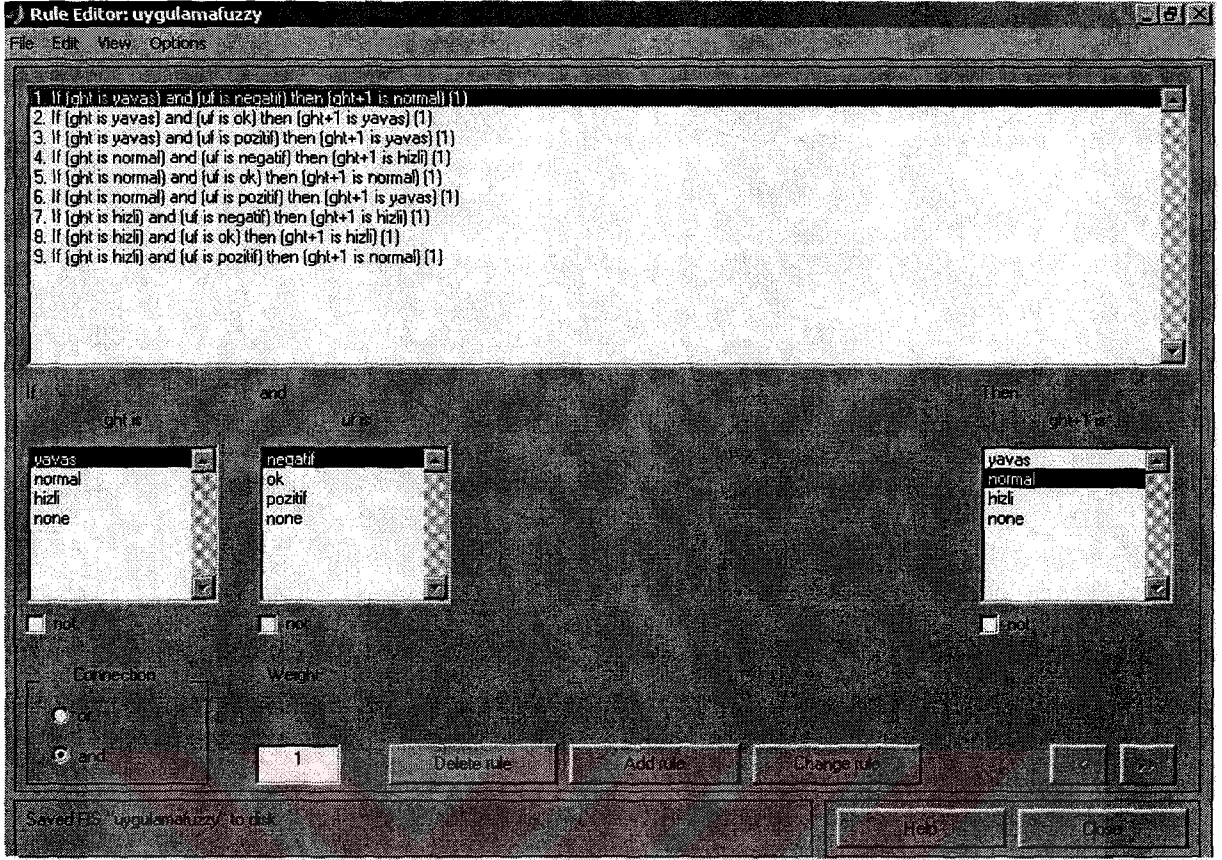
Şekil 7.6.5 te görüldüğü gibi yapılan incelemeler sonucunda üretimin talepten fazla olduğu maksimum durumda üretim fazlalığı= $122-100=22$ adet parça olmaktadır. Aynı şekilde talep üretimden en fazla 15 adet parça kadar fazla olabilir bu da üretim fazlalığı değişkeninin üyelik fonksiyonunda bulunan negatif bulanık kümesinin alabileceği en düşük değer olabilmektedir. Üretim fazlası= $85-100= -15$ bulunmuştur.

Şekil 7.6.6'da karar değişkeninin üyelik fonksiyonu görülmektedir. Geliş hızı(t+1)nın alt ve üst sınırları bir önceki durum olan geliş hızı (t) ile aynı değerlere sahiptir. Burada karar verilmesi istenen durum sisteme t zamanında giren parçaların hızının uf değişkenine göre t+1 zamanında ne olması gerektiğidir. Küme değerlerinden anlaşılacağı üzere geliş hızının yavaşlatılması, normal hale getirilmesi veya hızlandırılması şeklinde olabilir.



Şekil.7.6.6 Geliş hızı(t+1)'in üyelik fonksiyonu

Sistemin gelişler arası süreler göre olan davranışı görülerek ve bu konuda “uzman”laşarak sistemin nasıl davranması gerektiğine karar verecek olan bilgi tabanı veya kural tabanı oluşturulmuştur. Kural tabanı IF-AND-THEN yapılarıyla oluşturulmuştur. Sistemi bilen uzmanlar ve/veya çalışanlar eş zamanlı olarak kuralları oluşturmuşlardır. Bu kurallar bilgi işlem tarafından ana bilgisayara aktarılmıştır. İş istasyonlarında bulunan bilgisayarlara istasyon tarafından işlem verisi girilmekte bu durum enformasyonuna çevrilerek ana bilgisayara çeşitli arayüz vasıtalarıyla ulaşmaktadır. Ana bilgisayarda bulunan bulanık mantık çatısı kural tabanında değerlendirilen girdi değişkenleri, karar değişkeni üyelik fonksiyonunda bir değer alır. Bu bulanık değer netleştirme vasıtasıyla tüm kurallara yansıtılır ve tekrar bulanık olmayan bir bilgi elde edilir. Şekil.7.6.7’de Matlab’da ‘rule editor’de oluşturulan 3*3= 9 adet kuralı görülmektedir. Bu kurallar uzman kişilerin bilgisi ile hazırlanmaktadır. Ve sisteme kendi kendine karar verme yeteneği sağlamaktadır. GS’deki BBÜ laboratuvarı, Bulanık Mantık uygulamasıyla zeki bir sistem haline gelecektir. Aynı gösterim daha çok kurallar için çizelge 7.6’daki gibi verilebilir.



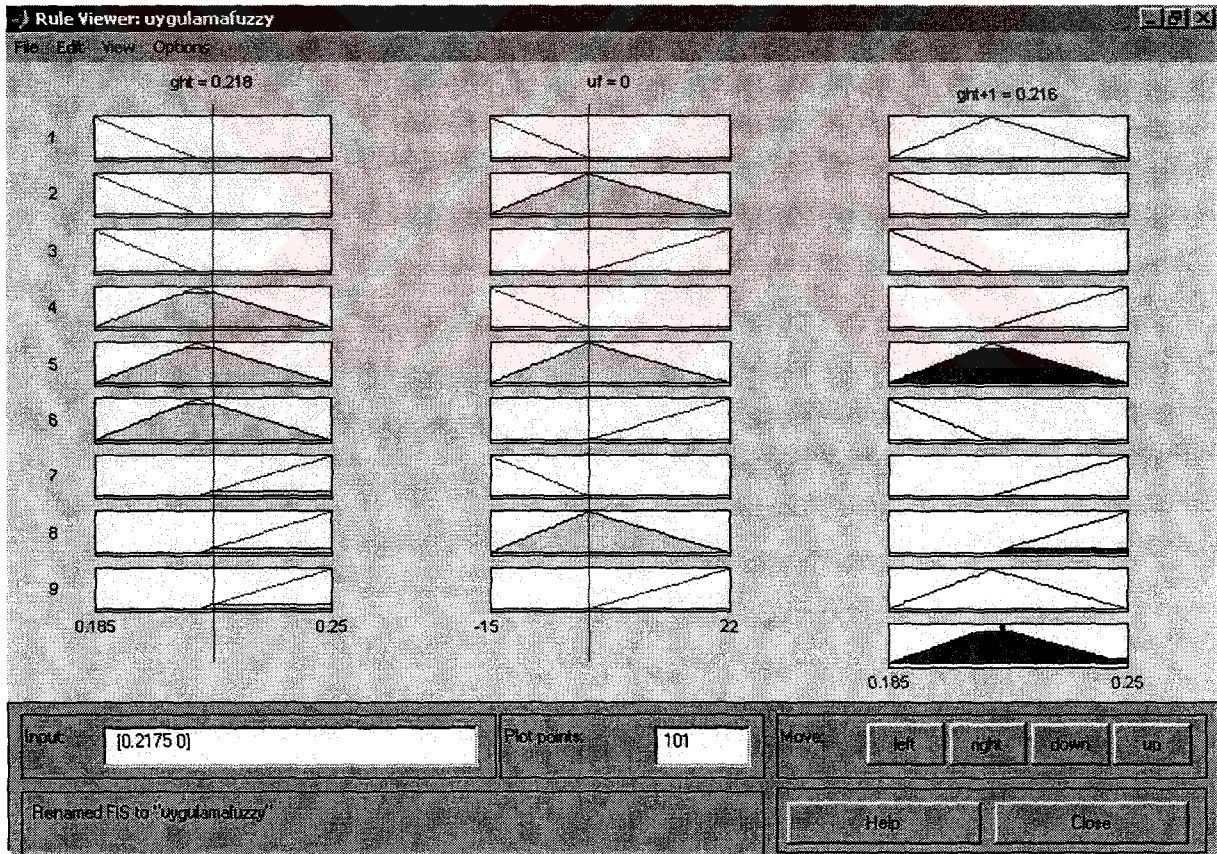
Şekil.7.6.7. Kuralların Matlab'da oluşturulmasının gösterimi

Çizelge.7.6. Kuralların gösterilmesi

IF	GH(T)	UF(T)	GH(T+1)
Kural 1	Y	NEG	N
Kural 2	Y	OK	Y
Kural 3	Y	POZ	Y
Kural 4	N	NEG	H
Kural 5	N	OK	N
Kural 6	N	POZ	Y
Kural 7	H	NEG	H
Kural 8	H	OK	H
Kural 9	H	POZ	N

Burada girdi değişkenlerimizin her biri 3 farklı durumda olabildiği için toplam 9 kural oluşmuştur. Daha önceden üyelik fonksiyonlarında oluşturduğumuz bulanık kümeler ve elemanları bu sayfada otomatik olarak karşımıza çıkmaktadır. Biz de “AND” bağıntısı ile orta kısımda bulunan kutucuklardaki tüm kombinasyonlar için kuralları oluşturmaktayız. Bu kurallar kural satırı olarak sayfanın üst kısmına otomatik olarak geçirilmekte ve kural tabanımız oluşmaktadır. Yine kurallar ile ilgili daha detaylı ve net çıktı EK1’de gösterilmiştir.

Şekil 7.6.8’de ise Mamdani ve merkezi netleştirme işlemlerinin grafiksel gösterimi verilmiştir. Burada Mamdani kuralına göre girdi değişkenlerine değer atandığında, bu değer 9 kural içinde değerlendirilmekte ve merkezi (centroid) çıkarım mekanizması ile minimum değerlerin maksimumu bulunarak çıktı değişkenimiz olan $gh(t+1)$ ’in değeri elde edilmektedir. Her kurala ait üyelik fonksiyonlarına atanan girdi değerleri sonuçta bize karar değişkenimizin aldığı değeri verecektir. Girdi değişkenleri direk olarak şekil üstüne tıklayarak ya da sol alt köşede bulunan kutucuklara yazılarak verilebilir.



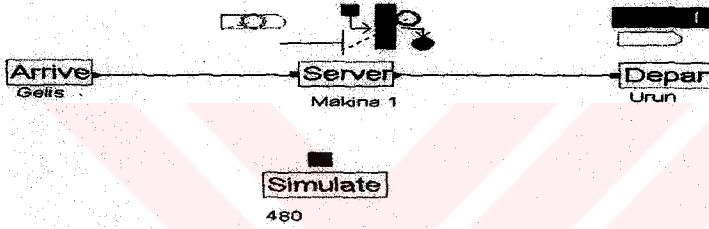
Şekil.7.6.8.Kuralların ve çıkarım mekanizmasının Matlab’da gösterimi

Şekil 7.6.8’de görüldüğü üzere üretim fazlası 0 olduğunda yani üyelik derecesi 1 olacak şekilde tamamen “ok” kümesine aitse ve t zamanında parçaların geliş hızı 0.2175 yani

yaklaşık olarak 0.2175 ise $gh(t+1)$ bir sonraki zaman için geliş hızı 0.216 olmalıdır. Yani sistem hızında değişiklik yapmaya gerek yoktur. Kural tabanımıza da bakarsak 5. kuralın bunu açıkça ortaya koyduğunu görürüz:

IF GHT is NORMAL AND UF is OK THEN GHT+1 is NORMAL

Diğer durumlarla ilgili tüm çıktılar ve girdiler uygulama problemimizde gösterilecektir. 500 parçalık haftalık talebin üretim fazlası veya noksanlığı olmadan karşılanması için bulanık mantı çatımıza, Arena simülasyonundan elde ettiğimiz günlük değerler girilerek sistemin karar vermesi sağlanacaktır. Simülasyon için kurulan basit model şekil 7.6.9'da gösterilmiştir.



Şekil 7.6.9. Arena'da sistem modeli

Üstel dağılımı $\lambda = 4.6$ dak. olan parçalar arası geliş süresi için 5 günlük simülasyon sonuçları aşağıda gösterilmiştir. Daha önceden de belirtildiği üzere makine hızları $N(3; 0.2)$ olan normal dağılıma uymaktadır. Simülasyona başlama zamanı 0'dır. Simülasyon süresi 480 dakika olarak alınmıştır. 5 kez koşulacaktır. Bu şartlar altında 5 günlük simülasyon çıktıları şu şekilde olacaktır.

Çizelge 7.6.9. Arena çıktısı

ARENA Simulation Results

Dogus - License #9400000

Summary for Replication 1 of 5

Project: Run execution date : 12/01/2003

Analys Model revision date: 12/01/2003

Replication ended at time : 480.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Min.	Max.	Observations
------------	---------	------------	------	------	--------------

Makina 1_R_Q QueueTim	1.4275	(Insuf)	.00000	8.4992	96
Urun_Ta	4.4094	(Insuf)	2.5351	11.516	95

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Min.	Max.	Final Value
------------	---------	------------	------	------	-------------

Makina 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Makina 1_R Busy	.59645	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
# in Makina 1_R_Q	.28943	(Insuf)	.00000	3.0000	2.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
------------	-------	-------

Urun_C	95	Infinite
--------	----	----------

Beginning replication 2 of 5

ARENA Simulation Results

Dogus - License #9400000

Summary for Replication 2 of 5

Project: Run execution date : 12/01/2003
 Analyst: Model revision date: 12/01/2003
 Replication ended at time : 480.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Min.	Max.	Observations
------------	---------	------------	------	------	--------------

Makina 1_R_Q Queue Tim	1.5380	(Insuf)	.00000	8.2150	105
Urun_Ta	4.5549	(Insuf)	2.5560	11.332	105

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Min.	Max.	Final Value
------------	---------	------------	------	------	-------------

Makina 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Makina 1_R Busy	.65995	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in Makina 1_R_Q	.33644	(Insuf)	.00000	3.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
------------	-------	-------

Urun_C	105	Infinite
--------	-----	----------

Beginning replication 3 of 5

ARENA Simulation Results

Dogus - License #9400000

Summary for Replication 3 of 5

Project: Run execution date : 12/01/2003
 Analyst: Model revision date: 12/01/2003

Replication ended at time : 480.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Min.	Max.	Observations
Makina 1_R_Q Queue Tim	1.2781	(Insuf)	.00000	8.1533	102
Urun_Ta	4.2936	(Insuf)	2.6249	11.269	101

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Min.	Max.	Final Value
Makina 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Makina 1_R Busy	.63765	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
# in Makina 1_R_Q	.27629	(Insuf)	.00000	3.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
Urun_C	101	Infinite

Beginning replication 4 of 5

ARENA Simulation Results

Dogus - License #9400000

Summary for Replication 4 of 5

Project: Run execution date : 12/01/2003

Analyst: Model revision date: 12/01/2003

Replication ended at time : 480.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Min.	Max.	Observations
------------	---------	------------	------	------	--------------

Makina 1_R_Q Queue Tim	3.4233	(Insuf)	.00000	14.290	109
Urun_Ta	6.3512	(Insuf)	2.5519	17.490	108

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Min.	Max.	Final Value
Makina 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Makina 1_R Busy	.67968	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
# in Makina 1_R_Q	.79683	(Insuf)	.00000	5.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
Urun_C	108	Infinite

Beginning replication 5 of 5

ARENA Simulation Results

Dogus - License #9400000

Summary for Replication 5 of 5

Project: Run execution date : 12/01/2003

Analyst: Model revision date: 12/01/2003

Replication ended at time : 480.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Min.	Max.	Observations
Makina 1_R_Q Queue Tim	1.6578	(Insuf)	.00000	9.3231	101
Urun_Ta	4.6790	(Insuf)	2.7116	12.370	100

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Min.	Max.	Final Value
Makina 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Makina 1_R Busy	.62832	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
# in Makina 1_R_Q	.34883	(Insuf)	.00000	4.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
Urun_C	100	Infinite

Simulation run time: 0.03 minutes.

Simulation run complete.

Bu çıktıya göre günlük olarak ne kadar parça üretildiğini görebiliriz ve böylece Üretim fazlası değişkeni için gerekli verilere ulaşabiliriz;

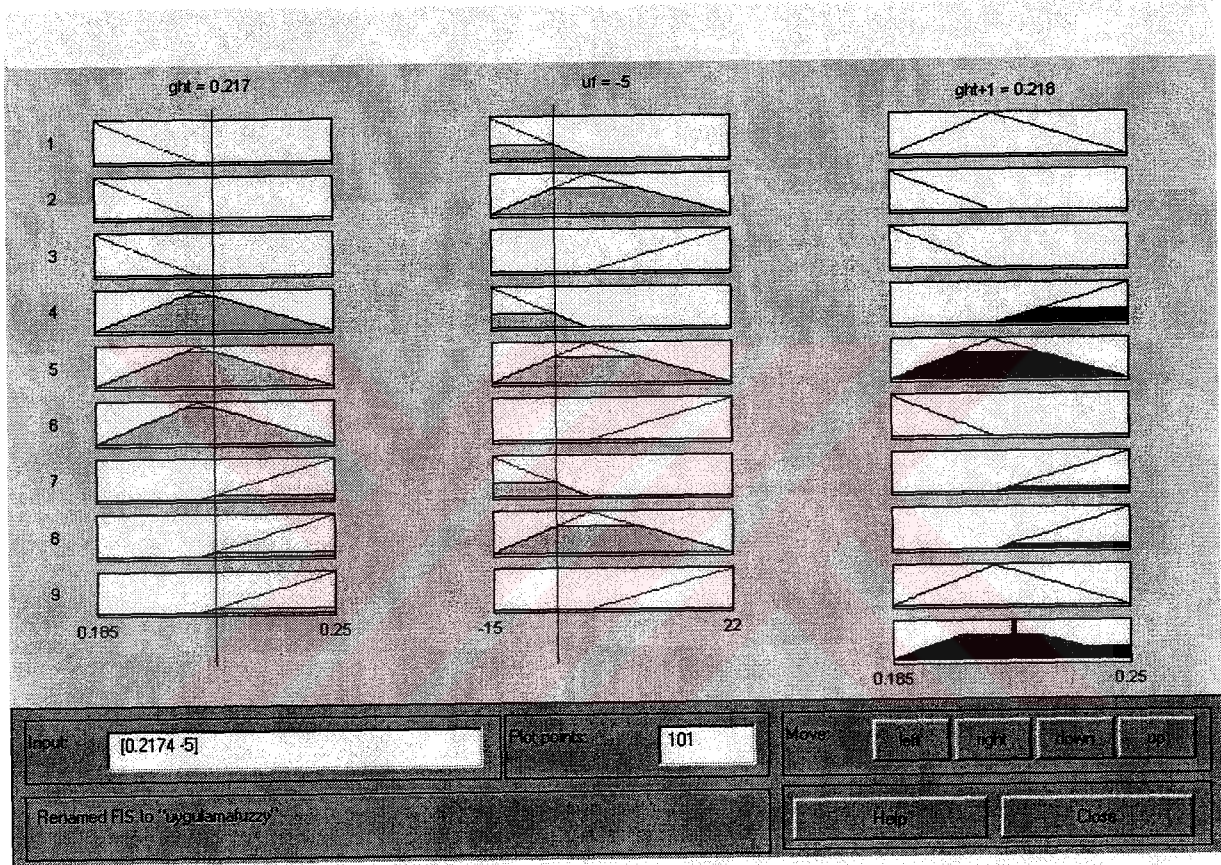
Çizelge.7.6.9.Üretim fazlası hesaplaması

Expo: 4.6	Talep	Üretim	Üretim fazlası
1.gün	100	95	-5
2.gün	100	105	+5
3.gün	100	101	+1
4.gün	100	108	+8
5.gün	100	100	0

Görüldüğü gibi 5 gün boyunca bu hızda parçalar gelseydi fazladan 9 parça üretilmesi beklenecekti. Ayrıca üretim politikamız olan her gün yaklaşık (ya da minimum sapma ile) 100

parça elde etme hedefine de ulaşamamış olacağız. $\lambda = 4.6$ olan gelişler arası süre ile geliş hızı $1/4,6 = 0,2174$ hesaplanır.

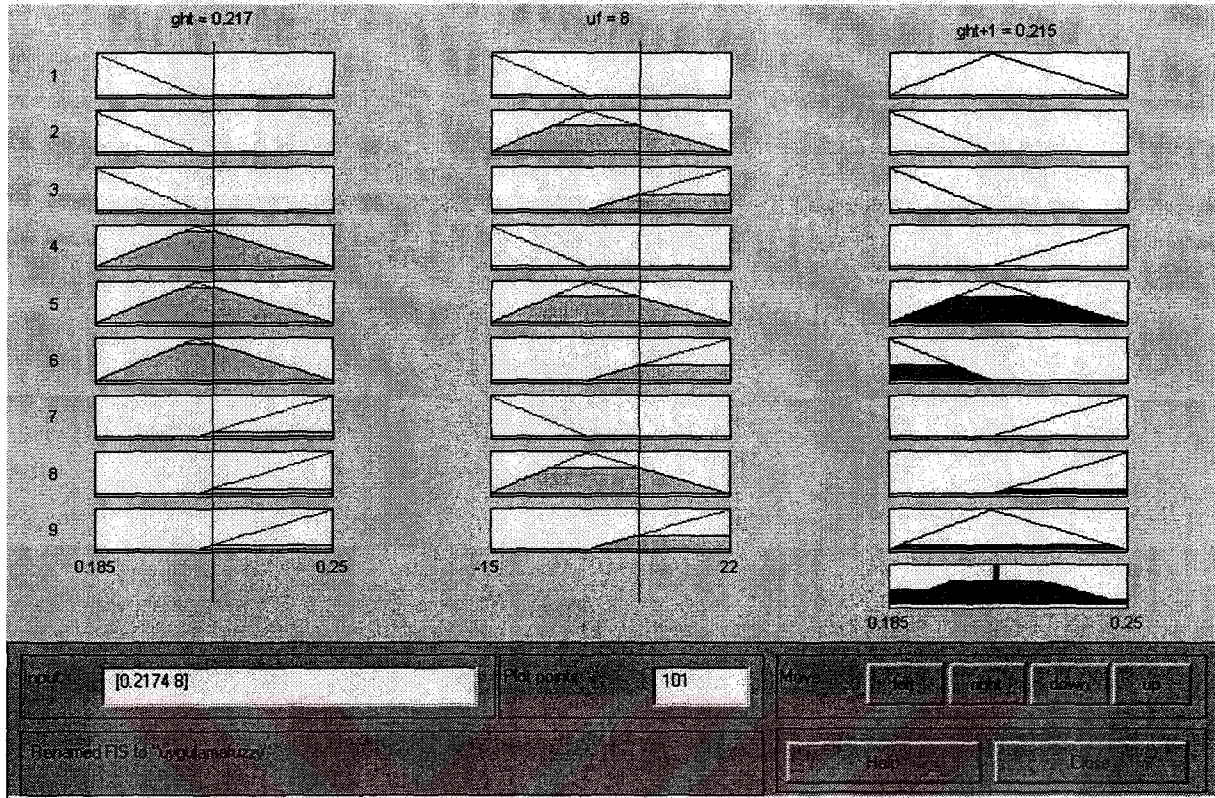
Her gün için düzeltme yapacak kararı vermemiz gereklidir. Örneğin ilk gün 0,2174 hızı ile üretim yapsaydık üretim fazlası -5 olacaktı. Öyleyse ne yapılması gerekir? Eğer zaten bu hız daha da hızlandırılmıyorsa yapacak bir şey yok demektir. Bunun için hızın hangi bulanık kümeye ait olacağına bakmak gerekir. Girdi değişkenleri değerleri Matlab Bulanık Mantık Kontrolöründe girilirse, aşağıdaki Matlab çıktısı elde edilir şekil 7.6.10 elde edilir:



Şekil.7.6.10. Örnek için girdi ve kontrol değişkeni çıktıları

Şekilden de görüleceği üzere bu durumda talebi karşılayabilmek açısından yani -5'lik üretim fazlası değişkenini tatmin edebilmek için üretim hızının 0.218'e çıkarılması gereklidir. Yani parçalar arası geliş zamanı $1/0.218=4.587$ 'e indirilmesi gereklidir.

Örneğin 4.gün +8 parça fazla üretim yapılacaktır. Bunu engellemek için üretim 100'e varınca sistem durdurulabilir. Ancak bizim kontrol etmek istediğimiz değişken parçaların geliş hızıdır. Yine +8 lik uf değeri ve 0.2174 lük gh değeri Matlab'da girilirse şekil 7.6.11 elde edilir.



Şekil.7.6.11. Üretim fazlası +8 için Matlab bulanık mantık çıktısı

Karar değişkeni $gh(t+1)$ 'de de görüldüğü gibi geliş hızının 0,215 değerine indirilmesi gerekir. Zaten herhangi biri de geliş hızının indirilmesi gerektiğini söyleyebilirdi ama ne kadar indirilmesi gerektiğini hesaplaması o kadar kolay olmazdı.

Bu örneğin tüm Matlab çıktıları EK2'de sunulmuştur. Özellikle uç değerlerde yani üretimin talepten en fazla, en az olduğu ve üretimin talebe en yakın olduğu durumlarda geliş hızlarının kararını veren bulanık mantık Matlab çıktıları da Arena çıktıları ile birlikte EK-3'de verilmiştir.

Bu sistem düz bir akış hattı için her makineye teker teker uygulanabilecektir. Hatta her makine için bir önceki istasyondan parçaların geliş hızı göz önüne alınarak konveyör hızları veya makinelerin işlem hızları uygun şekilde değiştirilebilir. Bu hesaplamaları yaparken Son ürünü teslim edecek makinenin durumuna göre geriye doğru bir düzeltme yapılması daha uygun olacaktır. Böylece teslim zamanına göre geriye yönelik olarak çeşitli değişkenlerin de katılması ile sisteme bulanık mantık ile hakim olunabilir.

Simülasyon ile yapılan kontroller gün içinde sıklaştırılarak gün içinde de düzeltmeler yapılabilir ve hedeflere daha yakın sonuçlar elde edilebilir. Ayrıca simülasyon her geçen gün ayrı ayrı hesaplanabilir. Simülasyondaki koşum sayısı artırıldıkça daha sağlıklı sonuçlar elde edilebilir.

EK-1, EK-2 ve EK-3'te bulanık mantık kontrolünün kullanımı gösterilmiştir. Kontrol değişkenimiz olan geliş hızı (t+1)'in üretim fazlası ve geliş hızı (t)'ye göre olan davranışı gösterilmiştir. Burada amaç sadece bulanık mantığın uygulama mantığını anlatmaktır. Şimdi de bulanık mantık ile değişkenlerin kontrol edilmesi ve gereken sonuçların bulunması sonucunda elde edilen performansı ölçelim. Bu noktada, gelişler arası süre=5,4 dak. ve talepler her gün için 100 parça, üretim miktarı her gün için daha önceden belirlediğimiz rakamlar ise yapılan düzeltmeler sonucu elde edilen t+1 gelişler arası sürenin uygulanması sonucunda üretim fazlasının 0'a yaklaştığını göstermek amacıyla daha hassas sonuçların çıkması açısından Arena'daki performans testimizde 30 tekrar yapılacaktır. Her gün için düzeltilmiş hızların sonucunda çıkan üretim miktarı 30 tekrar çıktısının ortalaması olarak verilecektir.

Çizelge.7.6.10. Arena simülasyonu ile performans karşılaştırması

	gh(t)	t(t)	ü(t)	uf(t)	THEN	gh(t+1)	gas(t+1)	1 koşumda ü(t+1)	30 koşumda ü(t+1)
-5,4	0,19	100	86	-14		0,216	4,6296	98	102,36
	0,19	100	86	-14		0,216	4,6296	98	102,36
	0,19	100	85	-15		0,216	4,6296	98	102,36
	0,19	100	102	2		0,195	5,1282	88	91,53
	0,19	100	85	-15		0,216	4,6296	98	102,36
				-56				üretim fazlası=-20	üretim fazlası=0,97

gelişlerarası süre
eliş hızı
ep miktarı
etim miktarı
etim fazlası

Yukarıdaki çizelgede görüleceği gibi, üretim fazlası miktarı -56'dan 0,97 parçaya gelmiştir. 0,97 parça çıkmasının nedeni üretim hızlarında 1/1000 seviyelerinde yapılan yuvarlatmalardır. Aslında Matlab Fuzzy Logic Toolbox'da oluşturduğumuz yapıdaki uygulamamız sonucu istenen performans elde edilmiştir. "Üretim fazlası miktarı 0'a eşitlenmiştir" denebilir. Üstel dağımı ortalama değerinin 5,4 dak. alınmasının nedeni en çok talebin karşılanmama miktarının (-15) bulanık mantık üretim fazlası üyelik fonksiyonunun tanım

aralığının en küçük değeri olmasıdır. Böylece -56'dan yaklaşık 0 parçaya gelen bir iyileştirme sağlanmıştır.

Önceden bahsedildiği gibi Arena'da veya diğer simülasyon paket programlarında koşum/tekrar (replication) sayısının fazla olması bize çok daha sağlıklı ve net sonuçlar verecektir. Bu yüzden her gün için 30 koşum yapılarak üretim değerlerinin ortalaması alınmıştır. Bu ortalamaların hesaplanması, Arena çıktılarındaki "Counters" - Count bölümündeki parça miktarları ve ortalaması gas (t+1)= 4,6296 ve 5,1282 için aşağıda verilmiştir (çizelge 7.6.11)

Çizelge 7.6.11. Gas(t+1) için 30 koşum simülasyon sonuçları

C/gas(t+1)	5,1282	4,6296
C1	88	98
C2	99	98
C3	92	113
C4	93	104
C5	95	115
C6	86	85
C7	88	108
C8	94	93
C9	76	81
C10	77	111
C11	99	103
C12	94	87
C13	83	95
C14	75	102
C15	89	121
C16	87	92
C17	98	104
C18	88	105
C19	94	103
C20	98	99
C21	82	101
C22	108	97
C23	91	104
C24	93	94
C25	89	107
C26	94	97
C27	88	110
C28	107	120
C29	102	113
C30	99	111
ort=	91,533	102,36

Sistemdeki tüm makinelere geliş hızı PLC (programlanabilir Mantıksal Kontrolör)nin kural tabanına bağlantısının yapılması ile konveyör hızlarının kontrolü ile de sağlanabilir.

Her makineye bir sensör yerleştirerek veya makine durumlarının belirli aralıklarda ana bilgisayara durum enformasyonlarını bildirmesiyle ve düzeltici faaliyet kararının bulanık mantık kurallarına göre verilmesi ile “Zeki Bilişim Sistemi” kurulabilir. Genellemek gerekirse bir üretim sisteminde veya herhangi bir karar gerektiren bir sistemde istenilen miktarda değişken üyelik fonksiyonları ve bulanık kümeleri belirlenerek bulanık mantık ile kontrol edilebilir. Uygulamamızda günlük çıktı miktarına göre önceden geliş hızını ayarlanmasına karar veren bir zeki bilişim sistemi kurulmuştur.



8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Birbiriyle iç içe olan ve aslında fazlaca beraber anılmayan üç yaklaşımın-eşzamanlı mühendislik, bilgi yönetimi, bilgisayarla bütünleşik üretim sistemleri- birbiriyle olan ilişkisi, birbirlerine olan etkileri ve birleştirildiklerinde oluşacak olan zeki bilişim sistemleri anlatılmıştır.

Günümüz rekabet ortamında bilgisayarla bütünleşik üretim sistemlerinin kullanımı işletmeler büyük avantaj sağlasa da, bu sistemin daha etkin çalışabilmesi için bilgi yönetimi ve eşzamanlı mühendislik yaklaşımlarının BBÜ sistemi içine sokulmasının yararlı olacağı görülmüştür. Böylece, entellektüel sermayenin yani bilgi sahibi kişilerin uzmanlık bilgilerinin zeki bilişim sistemlerini oluşturacak bilgisayar sistemlerine bulanık mantık gibi zeki yaklaşımlarla girilmesi sonucunda karar verme mekanizmasındaki adımlar azalacak ve daha hızlı, çevik ve/veya tepkisel üretim gerçekleştirilecektir.

Otomasyon derecesi arttıkça, teknoloji geliştikçe robotların üretim ortamında ve bilgisayarla bütünleşik üretim ortamında kullanımı artacaktır. Otomatikleştirilmeye çalışılan işçiler yerine otomasyona dayalı üretim yapmak daha akılcıdır, çalışanlar daha çok zihinsel faaliyetlerde değerlendirilmelidir.

Bulanık mantık ile oluşturulan if-then kurallarının kullanımı sonucunda, ana bilgisayar ile iş istasyonlarını kontrol eden kontrolör iş istasyonları PC leri arasında enformasyon iletiminin bu bilgisayarları kullanan kişiler tarafından bilgiye dönüştürüldüğünü, ve böylece bu bilginin zeki sistemler yaratmak üzere kurallara dönüştürüldüğünü görmekteyiz. Tabi ki bu bilgilerin bilgi yönetimi ile ve eş zamanlı olarak birim çalışanları arasında paylaşılması ile işletmede bir sinerji yaratılmakta ve duvar üzeri mühendislikte yaşanan-klasik yaklaşımda- hataların sonradan düzeltilmesi prosesi baştan elimine edilmektedir

Eşzamanlı mühendislik ile bir araya gelen uzman kişilerin bilgi yönetimi ile değerli bilgilerinin bulanık mantıkta kural tabanı oluşturacak şekilde toplanması sonucunda kendi kendine karar verebilen ve üretimin çeşitli safhalarından gelen enformasyonları bilgiye dönüştürebilen bir "Zeki Bilişim Sistemi" kurulabileceği gösterilmiştir.

Ayrıca bulanık mantık dışında uzman sistemler, yapay sinir ağları vs. gibi diğer zeki sistemlerle de bu uygulama yapılabilir. Değişken sayıları arttırılabilir, çok daha karmaşık sistemler için aynı mantık ile kurallar oluşturulabilir ve karar değişkenleri de daha fazla olabilir. Performans ölçütleri de bunlara bağlı olarak daha fazla olabilir.

Kurulan zeki bilişime yönelik sistemde geliş hızları önceden yapılan simülasyon çıktıları baz alınarak ayarlanabilmektedir. Ne kadar hızlanması gerektiği veya yavaşlaması gerektiği kararı bulanık mantık kural tabanındaki kurallara göre verilmektedir. Böylece istenen talebe en yakın miktarda üretim yapılmaktadır. Bununla birlikte, bulanık mantık kontrolleri sistem durumunu daha sık kontrol ederek hız, gün içinde de daha sık ayarlanabilir. Her gün yapılan düzeltmelerle (geliş hızı) arzu edilen çıktılara ulaşıldığı görülmüştür.

Zeki Bilişim Sisteminden BBÜ deki iletişim gücü de kullanılarak kendi kendine karar verebilen sistemler yaratılabilir. Yapılan uygulamanın gelecek çalışmalarda daha kapsamlı hale getirilmesi ile tüm bir üretim işletmesinin hatta tüm iç ve dış ilişkilerinin de bilgi tabanına eklenmesiyle bir bulanık mantık kontrolörlü yönetim sisteminin uygulanabilirliği araştırılabilir. BBÜ sisteminin zekileştirilmesi ile maksimum performansa ulaşılabilecektir. Eş zamanlı mühendislik ile takım üyeleri arasında sıkı işbirliği ve bilgi yönetimi yaklaşımı sonucunda elde edilen “uzman” bilgilerin bulanık mantık vasıtasıyla kurallara dönüştürülmesi ve bilgi teknolojilerinin kullanımı ile bilgi tabanı ve uygulama alanları (veya kontrol alanları) arasında iletişimin sağlanması sonucunda zeki bilişim sistemine ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR

- Abdalla, H. and JAG Knight (1998), "A Design Environment for Concurrent Engineering", Advances In Manufacturing Technology.
- Aksoy, E. (2000)"knowledge management" Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- Albayrak, C. (1999), MakineTek Dergisi Ocak 99 sayısı: 11-17
- Albayrak, C. (1999), MakineTek Dergisi Şubat 99 sayısı: 20-28
- Apple, J. M., (1977), "Plant Layout and Material Handling", 3. basım, John Wiley, New York.
- Apqc.org web sitesi, (1998) creating a knowledge sharing culture
- Arthur Andersen, 2002 "Bilgi yönetimi sisteminin kurulması"
- Bedworth, D.D., Henderson, M.R., Wolfe, P.M.,(1998) Computer Integrated Design and Manufacturing, McGraw Hill
- Bohn, R.E., 1994, Measuring and Managing Technological Knowledge, Sloan Management Review, Fall 1994, 61-73
- Bozer, Y. A., Meller, R. D. ve Erlebacher, S. J., (1994), "An improvement-type layout algorithm for single and multiple floor facilities", Management Science 40, no. 7:918-932
- Brennan R.W, Foroughi B (1999), "A control framework to support responsive manufacturing", International Journal of Agile Management Systems 159-168, MCB University Pres
- Brownie vd.1988- Browne, J.B., Harhen, J., Shivnan, J., 1988, Production Management Systems: A CIM Perspective, Addison Wesley Publishing Co.
- Buck Y.B. (2000) Le Management des connaissances: mettre en oeuvre un projet de knowledge management
- Buffa, E. S., (1955), "Sequence analysis for functional layouts", Journal of Industrial Engineering 6:12-13, 25.
- Burton-Jones, A., 1999, Knowledge Capitalism, Oxford University Press, Great Britain
- Büyük Larousse Sözlük ve Ansiklopedisi
- Davenport Thomas H. And Prusak L., (1998). Working Knowledge, Harvard Business School Press, Boston
- Davenport, Thomas. H. Prusak, Laurence (2001) "İş Dünyasında Bilgi Yönetimi" 1.basım, Rota yayın yapım tanıtım tic.ltd.şti. İstanbul,2001
- Dinçmen M. MakineTek-Ekim 1995 "üretimde otomasyona genel bakış"
- Dinçmen M.,Nisan 1998, Yönetimin Sorumluluğu, Otomasyon dergisi
- Dinçmen, M., (1997).Toplam Bilgi Yönetimine Doğru, Otomasyon Dergisi
- Drucker, P., (1998). The Coming of the New Organization, Harvard Business Review on Knowledge Management
- Ergün Eraslan (2001), Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sistemleri,Başkent Üniversitesi, Akademik Çalışmalar
- Ernst & Young danışmanlık şirketi web sitesi

- Feyzioğlu, O.(2001) , Öncan T. GS Üni. End.Müh. Böl. An application of responsive manufacturing control framework
- Finerty Terry, HR Director, (1998) “Bilgi yönetimi” www.insankaynaklari.com
Gsu.edu.tr/mühendislik ve teknoloji fakültesi
- Hartley J.R.(1998) Concurrent Engineering, Productivity Press, Portland, Oregon,
- Hunt, V.D.,(1989) Computer Integrated Manufacturing Handbook, Chapman and Hall
- Jarvis, M. (1998), www.emerald.com
Knowledge-nurture.com web sitesi, Definitions For Knowledge Management
- Koprowski Gene, Knowledge Management: more than data storage, April 3, 2000
- Kozanoğlu, O.(2002), Bulanık Kümeler, Bulanık Mantık ve Modelleri İTÜ Endüstri Mühendisliği Doktora Modelleme Felsefesi Dersi Sunumu
- KPMG Management Consulting Report, (1998). the power of knowledge.
- Lie beskind,J.P.,(1996), Knowledge, Strategy and the theory of the firm, Strategic Management Journal
- Meral, T. (1999) İ.T.Ü.Endüstri Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi “Bilgi yönetimi ve şirket bilgi yöneticisinin organizasyondaki yeri”
- Moen, R.D., Nolan (1991)
- Moir, P.W.(1998), Efficient Beyond Imaging: CIM and its applications for today’s Industry,Ellis Horwood Ltd
- Narasimhan et.al., 1995-www.dved.org
- Nokata, I and Takeuchi, H., (1995), The Knowledge-Creating Company, Oxford University Press, New York
- Önüt, S. Yüksek Lisans CIM ders notları
- Özgen, H., Türk, M., “bilgi toplumunda yeni bir yönetim felsefesi: bilgiye dayalı organizasyonlar”, Verimlilik Dergisi, MPM yayımı, 1998/2, Ankara
- Prasad, B. (1996), Concurrent Engineering Fundamentals: Integrated Product and Process Organization, Prentice
- Prasad, B.(2000), “Converting Computer Integrated Manufacturing into an Intelligent Information System By Combining CIM with concurrent Engineering and Knowledge Management”, www.emerald-library.com
- Robert M. Taylor – KPMG bilgi yönetimi tanımı.
- Ross T. J. (1998). Fuzzy Logic With Engineering Applications, McGraw-Hill
- S.E. Owen and Hills, P.(2000), Organisational Structures and Manufacturing Processes (a concurrent engineering perspective)”
- Salomone T.A.,(1995), What Every Engineer Should Know About Concurrent Engineering”
- Sancı, M.Y.T., (2000) Toplam Bilgi yönetimi ve organizasyonel Bilgi Haritaları İTÜ Endüstri Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- Savolainen, t, (1988), “software technologies in computer integrated manu.”,Computers in Industry, Vol.11,no.1

- Semih Önüt Y.T.Ü.Endüstri Mühendisliği Yüksek Lisans ders notları Cadcam 1999
- Serin G.(2002) “Bilgi Yönetimi” Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü Bitirme Tezi
- Soysal, A.(1996), Bilgisayar Destekli Yönetim Sistemleri, ders notları, İTÜ
- Tanrıverdi, Z.F., (1999), “Değişimin Adı: Eşzamanlı Mühendislik”, Mühendis ve Makine Dergisi, cilt 40, sayı:474, 54-62
- Tsourveloudis N.C, Dretoulakis E. (2000), “Fuzzy work-in-process inventory control of unreliable manufacturing systems”, Information Sciences 127 (2000) 69-83
- Van Ewyk, O.,(1998). Preparing for the knowledge Era, MIS98 Mind Share Conference, South Australia
- Yavuz, M. (2001), Organizasyonel Bilgi Odaklılığının ölçümlenmesi, İTÜ F.B.E. Endüstri Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi
- Yeni Nesil Üretim İçin İnsan Merkezli Sanal Üretim Sistemleri JOİA; 2000;71
- Yetiş, N.(1994), İleri Üretim ve Yönetim Teknolojileri, Açık sistem’94, TRUUG
- Zack, M.H., 1999, Managing Codified Knowledge, Sloan Management Review, Summer 1999

İNTERNET KAYNAKLARI

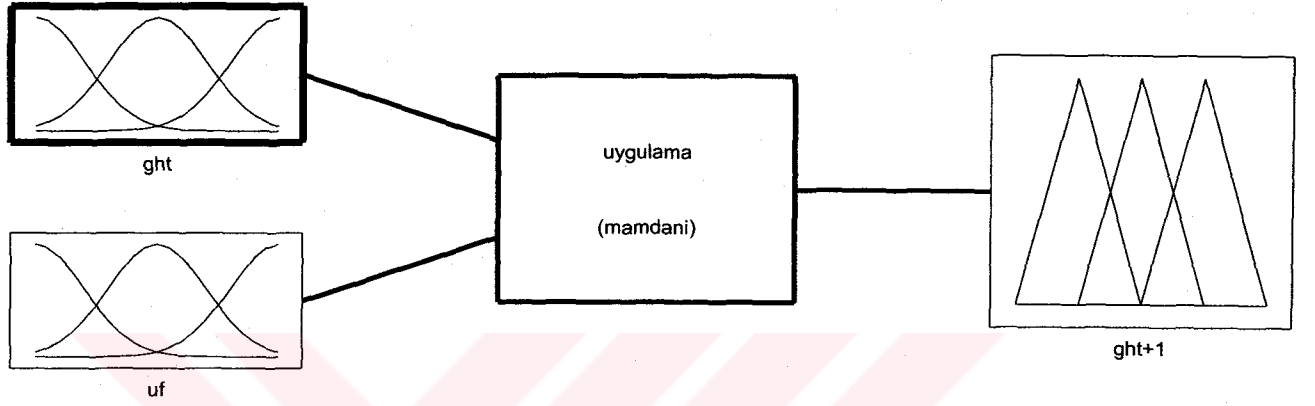
- [1] www.tubitak.gov.tr Eşzamanlı Mühendislik
- [2] www.brint.com Karl, E., What’s knowledge Management.
- [3] www.dved.org/mrp3.htm “Bilgisayarla Bütünleşik İmalat”
- [4] www.kariyer.net “bilgi yönetimi nedir?”
- [5] www.soce.org “Society of Concurrent Engineering”
- [6] pt.web.utwente.nl/staff/otto/thesis
- [7] www.knowledge-nurture.com
- [8] www.gsu.edu.tr

EKLER

- EK 1 Matlab’da girdi ve çıktı değişkenlerinin ve kural tabanının gösterilmesi
- EK 2 Parçalar arası geliş zamanının 4.6 dakika olduğu diğer deyişle geliş hızının 0.2174 olduğu durumda 500 parçalık siparişin Matlab Fuzzy Logic kullanılarak günlük 100 olarak karşılanması
- EK 3 Geliş hızlarına göre simülasyonla belirlenen uç değerler için Matlab Fuzzy Logic Toolbox çıktıları



EK 1- Matlab'da girdi ve çıktı değişkenlerinin ve kural tabanının gösterilmesi



FIS Name	uygulama	FIS Type	mamdani
And method	<input type="text" value="min"/>	Current Variable	
Or method	<input type="text" value="max"/>	Name	ght
Multiplication	<input type="text" value="min"/>	Type	input
Aggregation	<input type="text" value="max"/>	Range	[0.185 0.25]
Defuzzification	<input type="text" value="centroid"/>	<input type="button" value="Help"/> <input type="button" value="Close"/>	

System "uygulama": 2 inputs, 1 output, and 9 rules

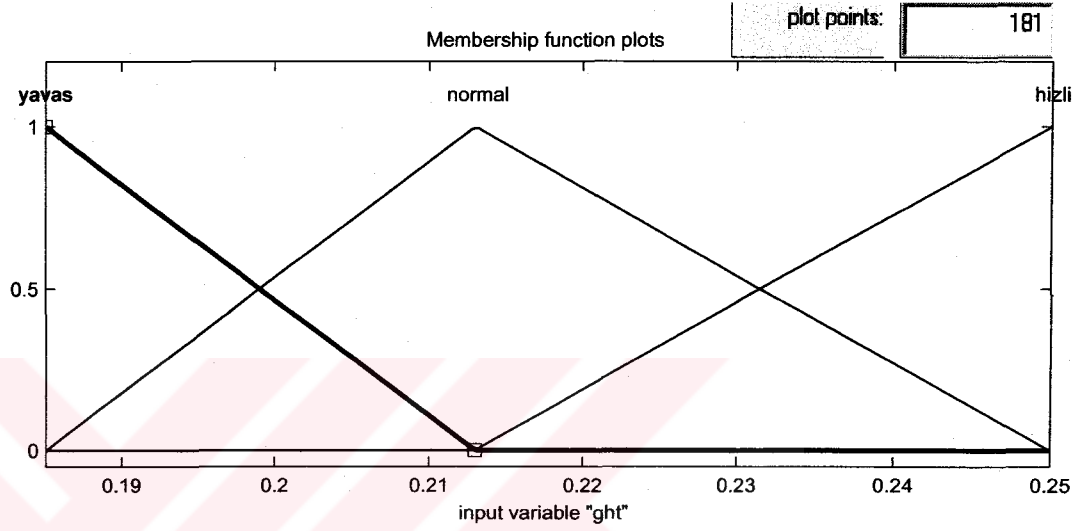
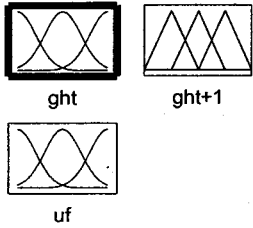
```

f (glt is yavas) and (uf is negatif) then (glt+1 is normal) (1)
f (glt is yavas) and (uf is ok) then (glt+1 is yavas) (1)
f (glt is yavas) and (uf is pozitif) then (glt+1 is yavas) (1)
f (glt is normal) and (uf is negatif) then (glt+1 is hizli) (1)
f (glt is normal) and (uf is ok) then (glt+1 is normal) (1)
f (glt is normal) and (uf is pozitif) then (glt+1 is yavas) (1)
f (glt is hizli) and (uf is negatif) then (glt+1 is hizli) (1)
f (glt is hizli) and (uf is ok) then (glt+1 is hizli) (1)
f (glt is hizli) and (uf is pozitif) then (glt+1 is normal) (1)

```

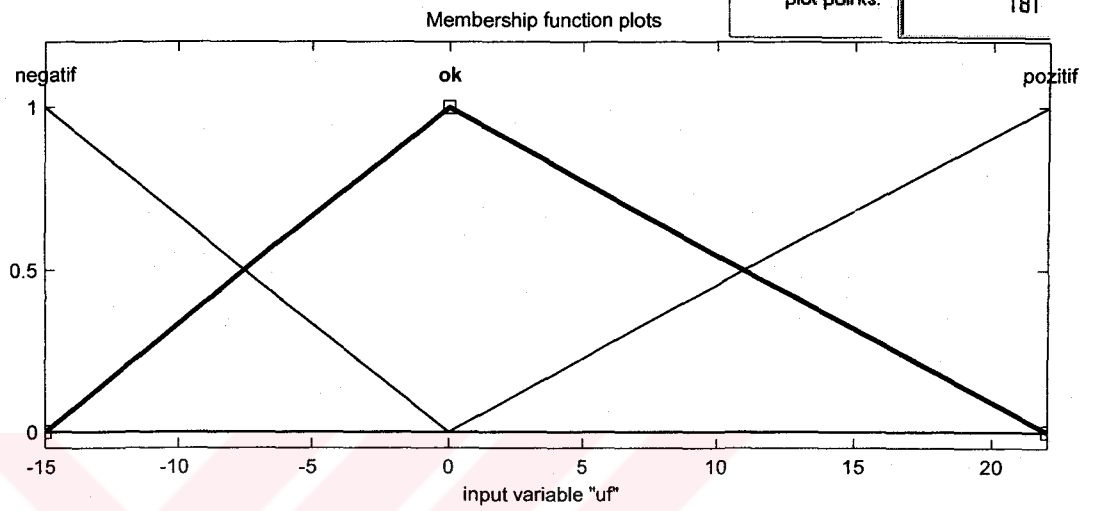
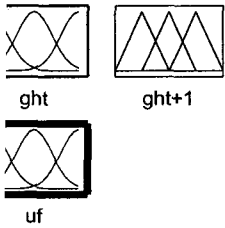
glt is	and	uf is	Then
yavas normal hizli none		negatif ok pozitif none	yavas normal hizli none
<input type="checkbox"/> not	<input type="checkbox"/> not	<input type="checkbox"/> not	<input type="checkbox"/> not
Connection <input type="radio"/> or <input checked="" type="radio"/> and	Weight 1	<input type="button" value="Delete rule"/> <input type="button" value="Add rule"/> <input type="button" value="Change rule"/>	<input type="button" value="←"/> <input type="button" value="→"/>
Name: uygulama			<input type="button" value="Help"/> <input type="button" value="Close"/>

FIS Variables



Current Variable		Current Membership Function (click on MF to select)	
Name	ght	Name	yavas
Type	input	Type	trimf
Range	[0.185 0.25]	Params	[0.157 0.185 0.213]
Display Range	[0.185 0.25]	<input type="button" value="Help"/> <input type="button" value="Close"/>	
Ready			

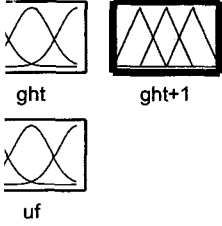
FIS Variables



Current Variable		Current Membership Function (click on MF to select)	
Name	uf	Name	ok
Type	input	Type	trimf
Range	[-15 22]	Params	[-15 0 22]
Display Range	[-15 22]	<input type="button" value="Help"/> <input type="button" value="Close"/>	

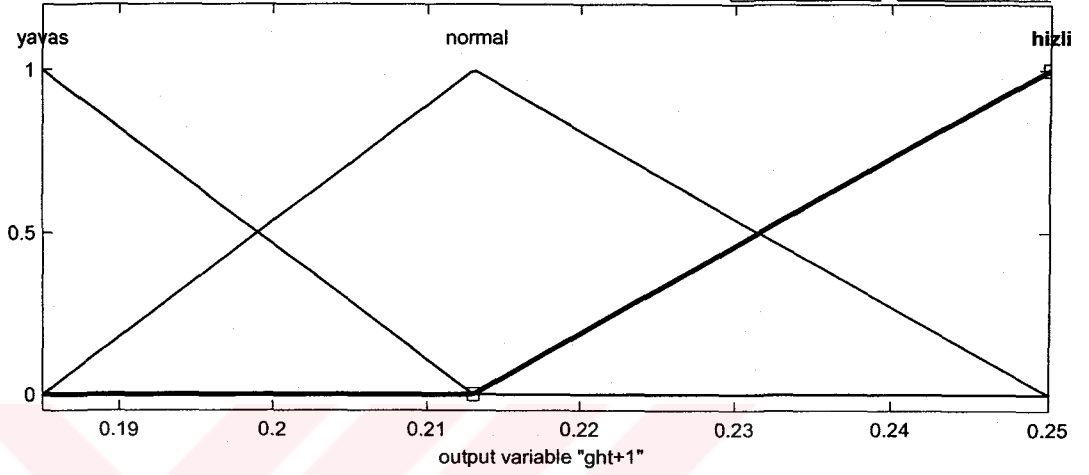
Selected variable 'uf'

FIS Variables



Membership function plots

plot points: 181



<p>ent Variable</p>		<p>Current Membership Function (click on MF to select)</p>	
ne	ght+1	Name	hizli
e	output	Type	trim
ge	[0.185 0.25]	Params	[0.213 0.25 0.287]
lay Range	[0.185 0.25]	<p>Help Close</p>	
<p>ected variable "ght+1"</p>			

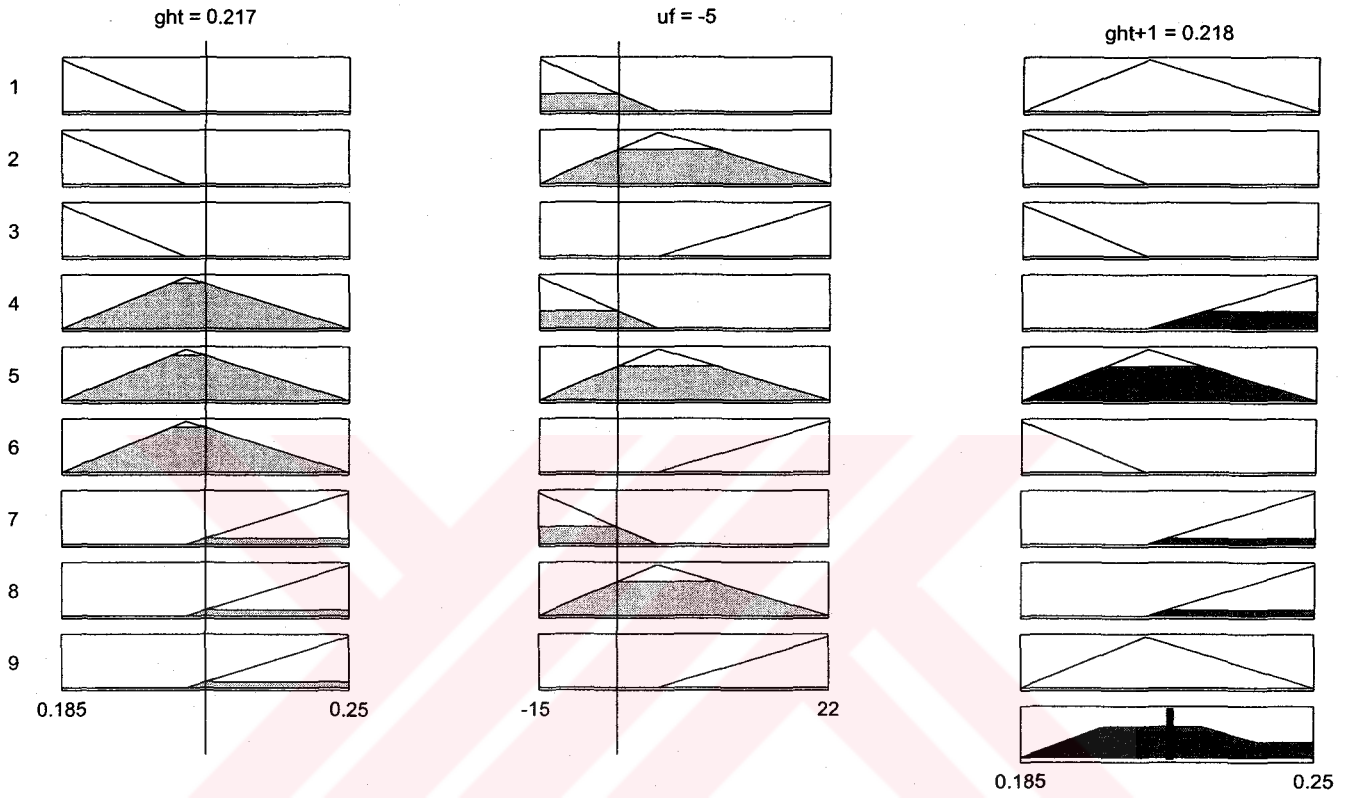
EK-2 Parçalar arası geliş zamanının 4.6 dakika olduğu diğer deyişle geliş hızının 0.2174 olduğu durumda 500 parçalık siparişin Matlab Fuzzy Logic kullanılarak günlük 100 olarak karşılanması

Çizelge.8.1. Geliş zamanı=4,6 için sipariş karşılama miktarları

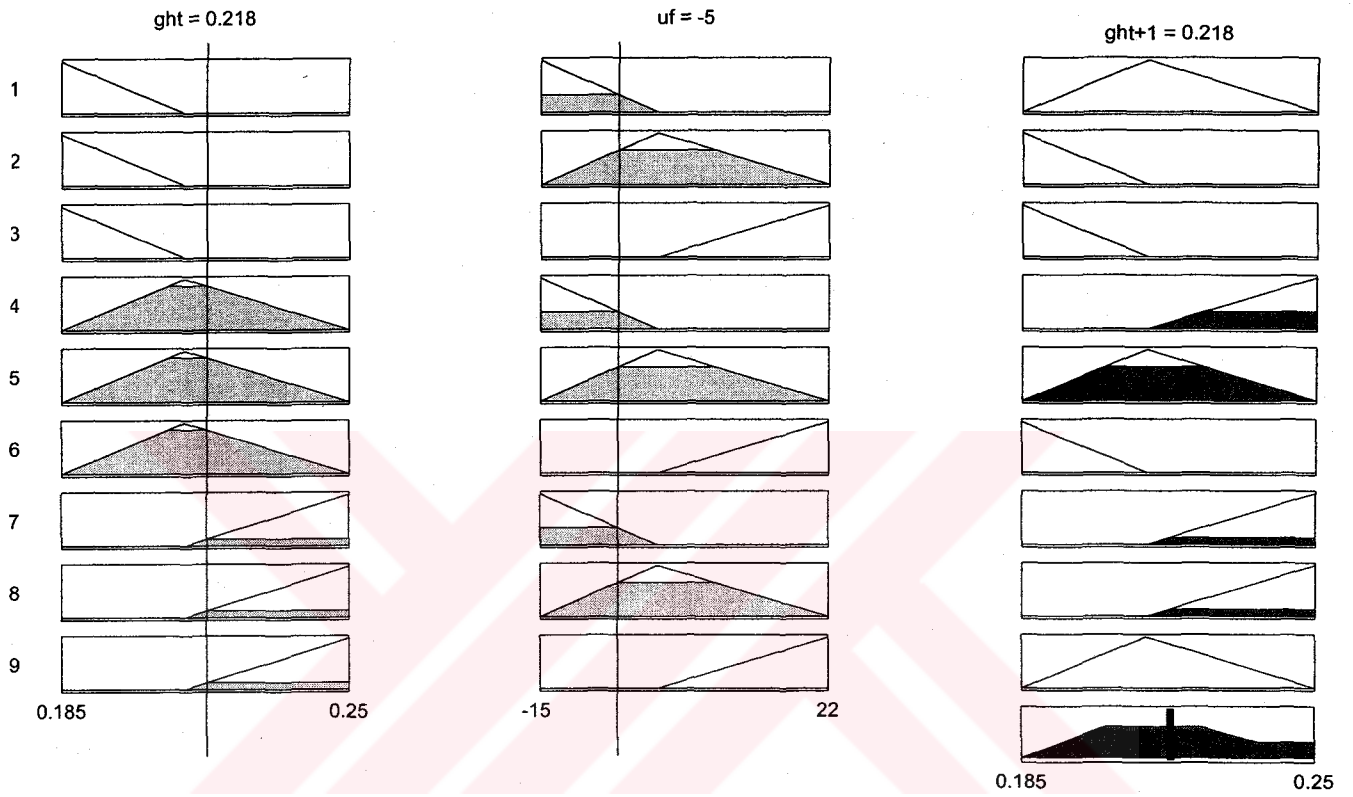
Expo: 4.6	Talep	Üretim	Üretim fazlası
1.gün	100	95	-5
2.gün	100	105	+5
3.gün	100	101	+1
4.gün	100	108	+8
5.gün	100	100	0

Görüldüğü gibi 5 gün boyunca bu hızda parçalar gelseydi fazladan 9 parça üretilmesi beklenecekti. Ayrıca üretim politikamız olan her gün yaklaşık (ya da minimum sapma ile) 100 parça elde etme hedefine de ulaşamamış olacağız. $\lambda = 4.6$ olan gelişler arası süre ile geliş hızı $1/4,6 = 0,2174$ hesaplanır.

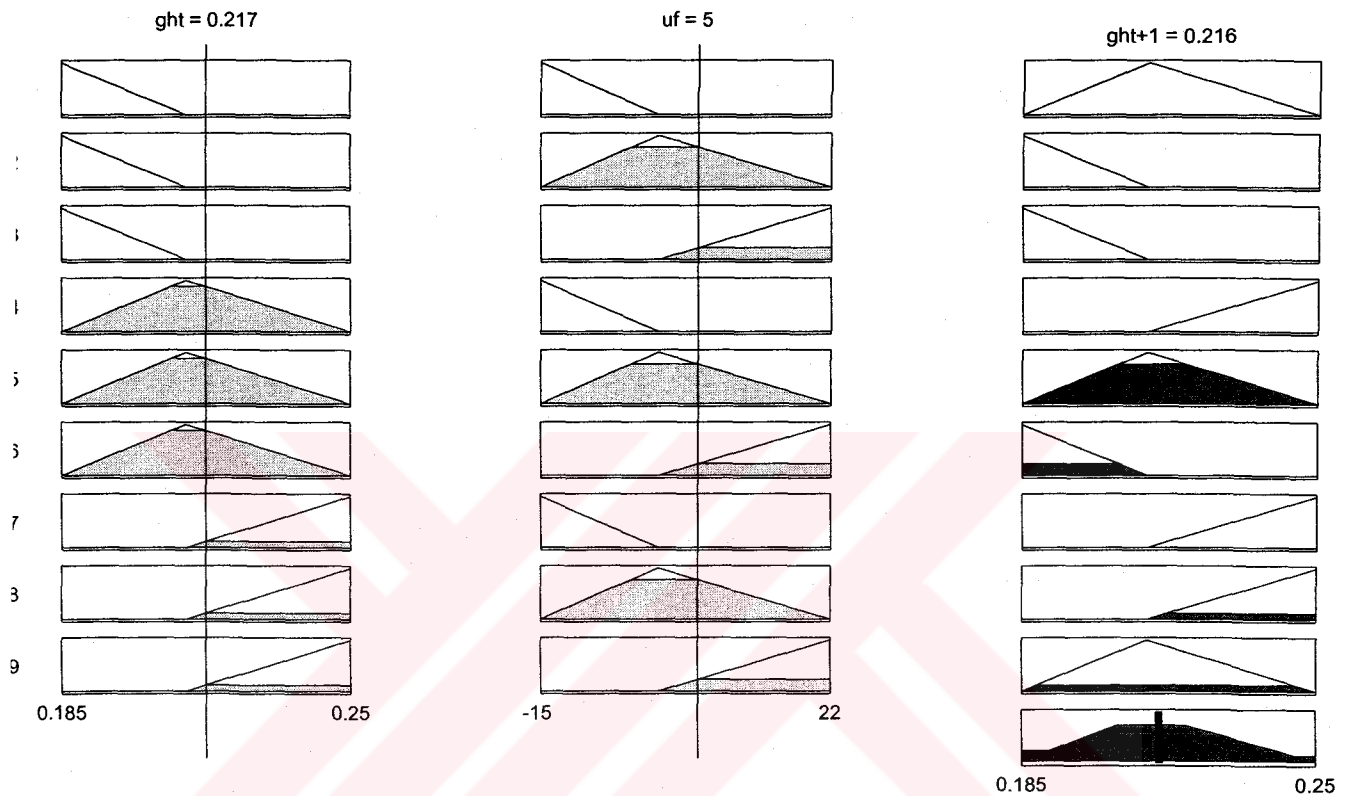
Takip eden ilk on sayfada üstel olarak belirlenen geliş hızlarından 0,2174 için ilk çıktıda mevcut durum ve olması gereken hız (-5 lik üretim fazlası için ve geliş hızı 0,2174 için ght+1 0,218 olmalıdır gibi) ikinci sayfasında ise olması gereken durumun gerçekleşmesi halinde üretim fazlasının 0 a eşitlendiği gösterilmektedir.



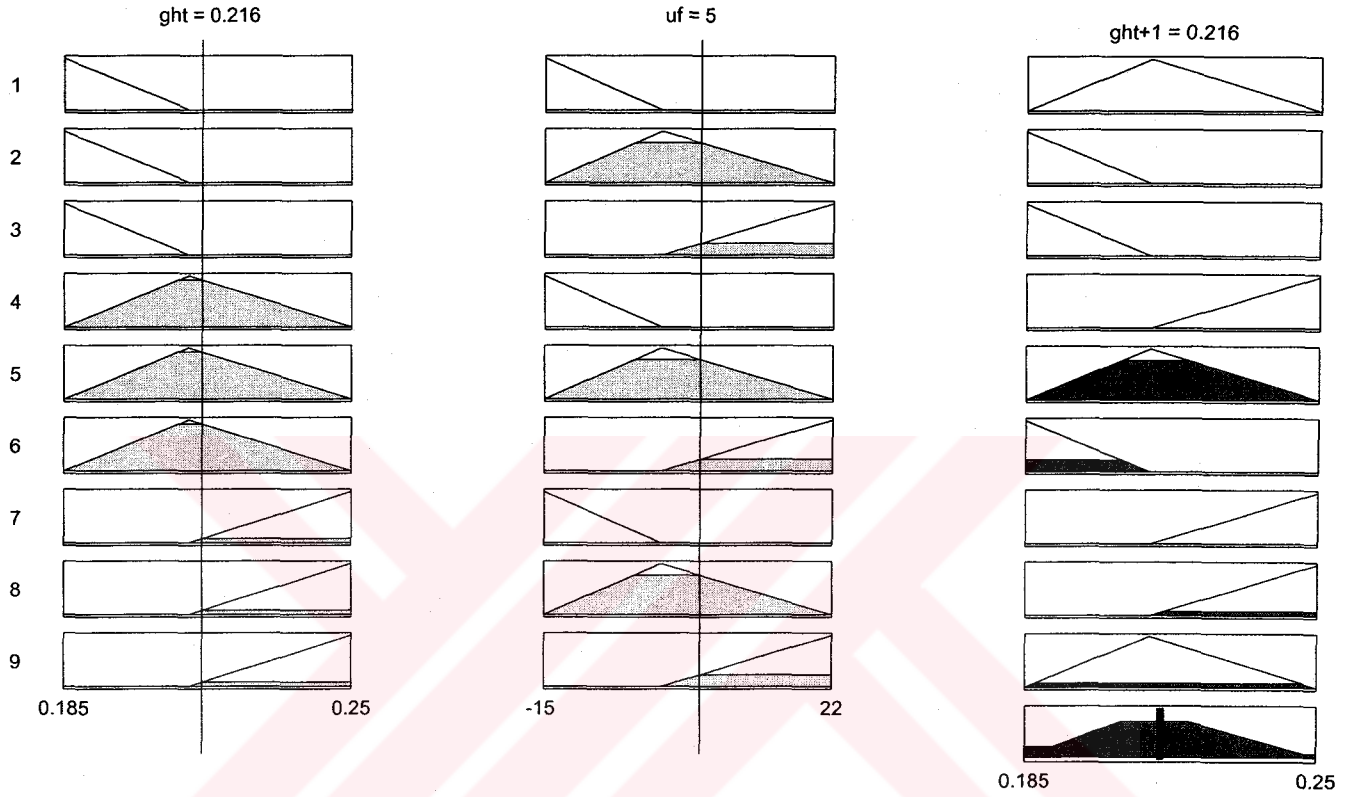
ut: [0.2174 -5]	Plot points: 101	Move: left right down up
ened system uygulama, 9 rules		Help Close



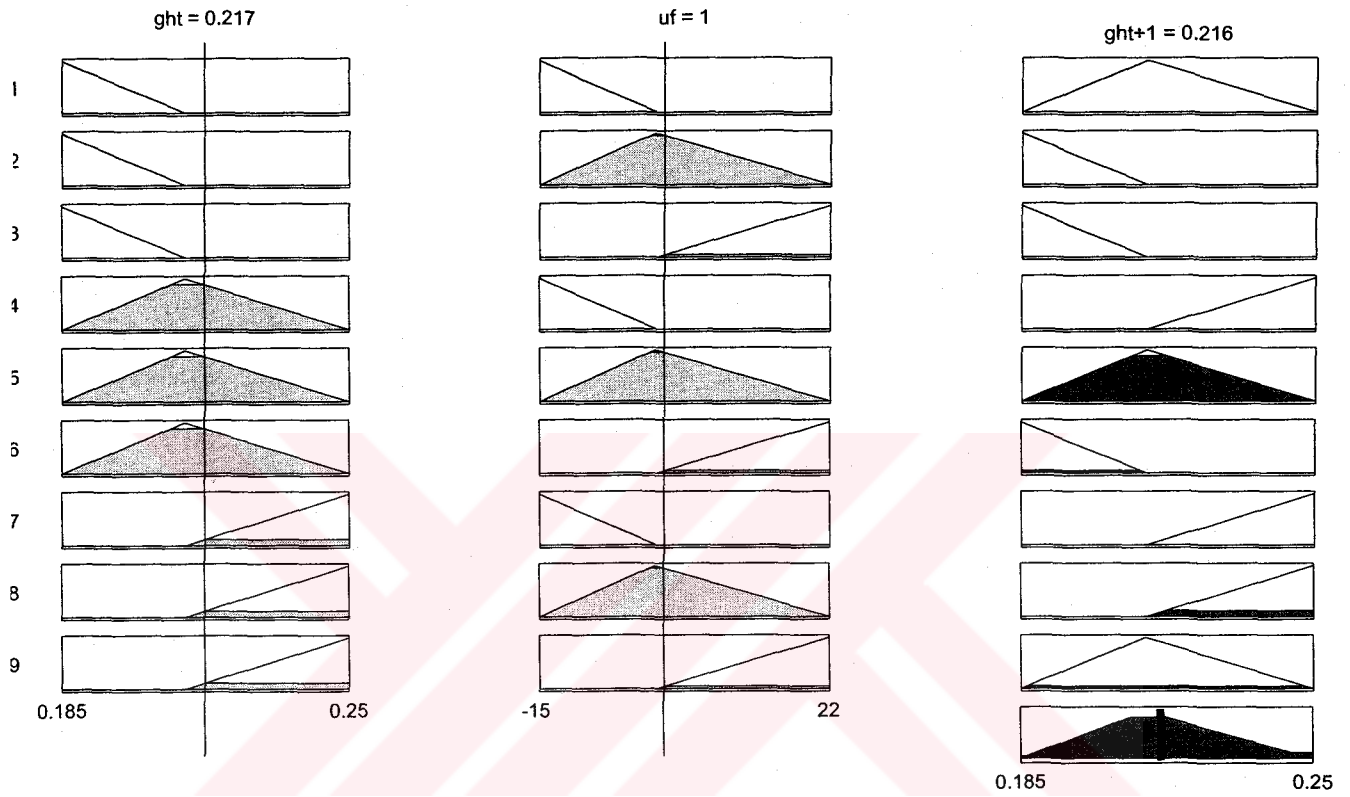
at: [0.218 -5]	Plot points: [101]	Move: [left] [right] [down] [up]
ened system uygulama, 9 rules		[Help] [Close]



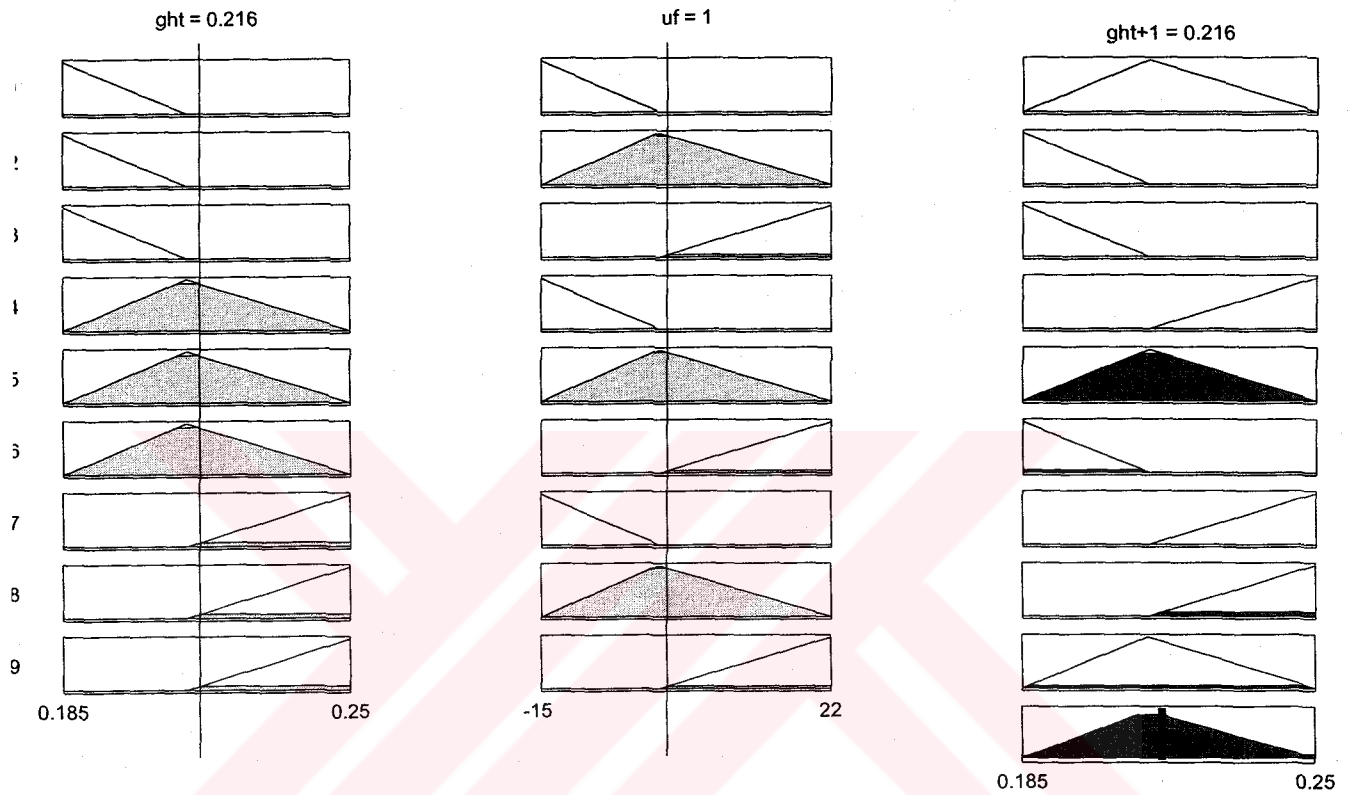
at: [0.2174 5]	Plot points: 101	Move: left right down up
ened system uygulama, 9 rules		Help Close



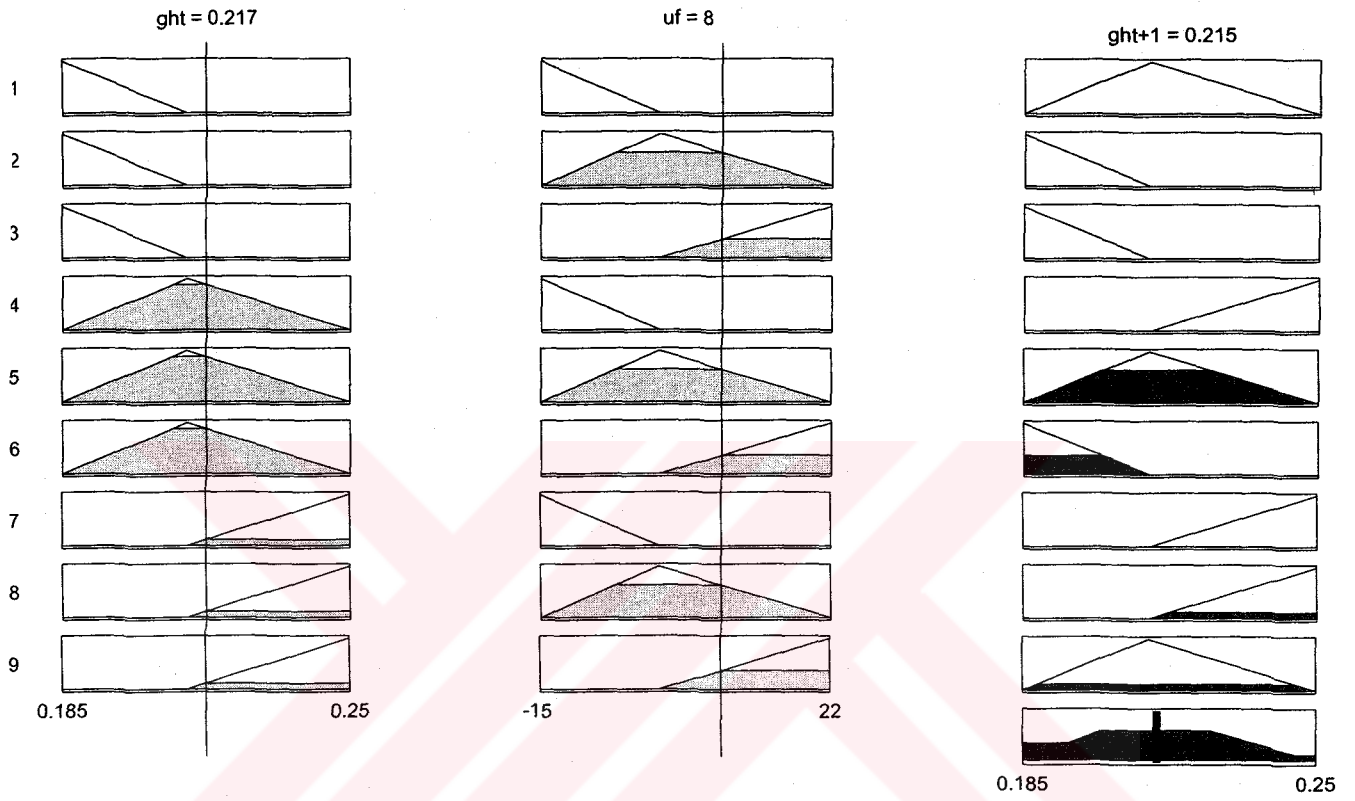
at: [0.216 5]	Plot points: 101	Move: left right down up
rened system uygulama, 9 rules		Help Close



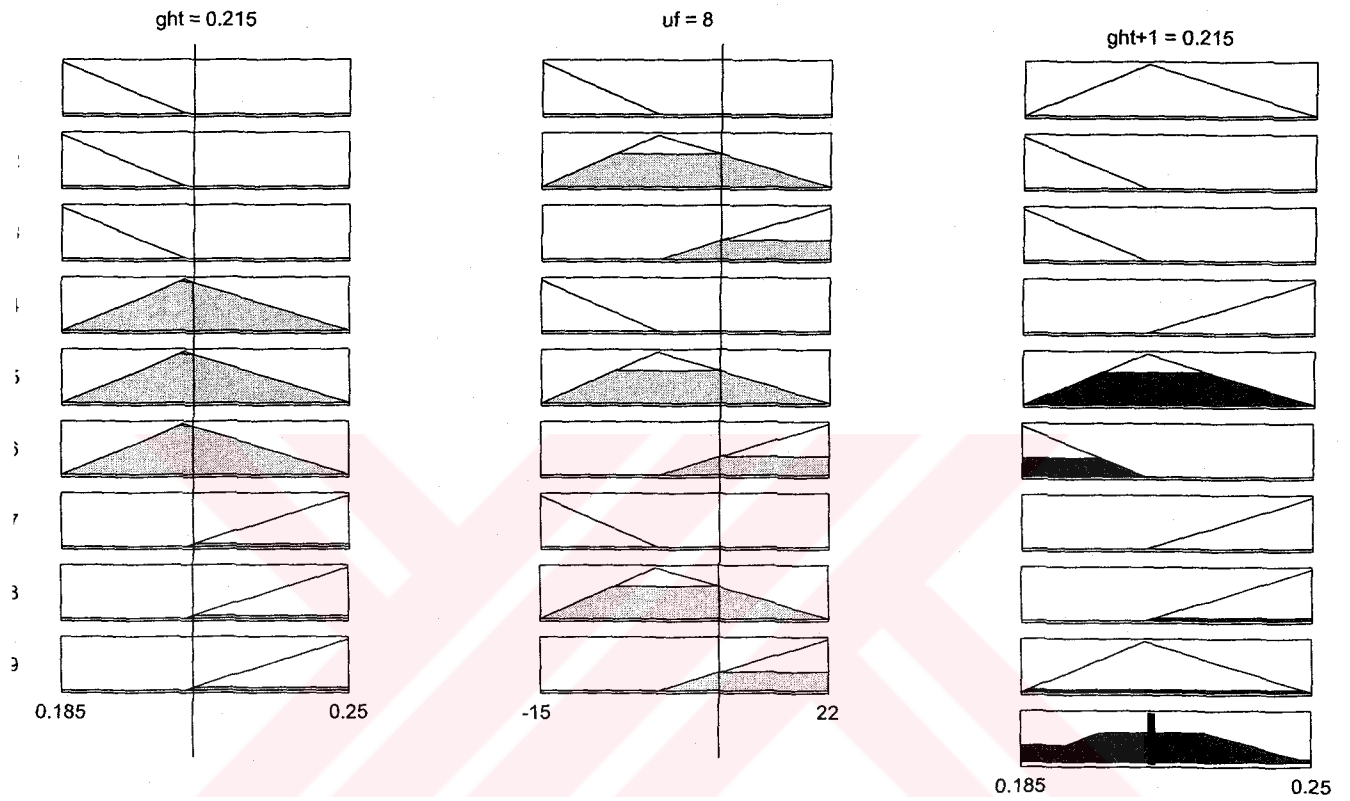
it: [0.21741]	Plot points: 101	Move: left right down up
ened system uygulama, 9 rules		Help Close



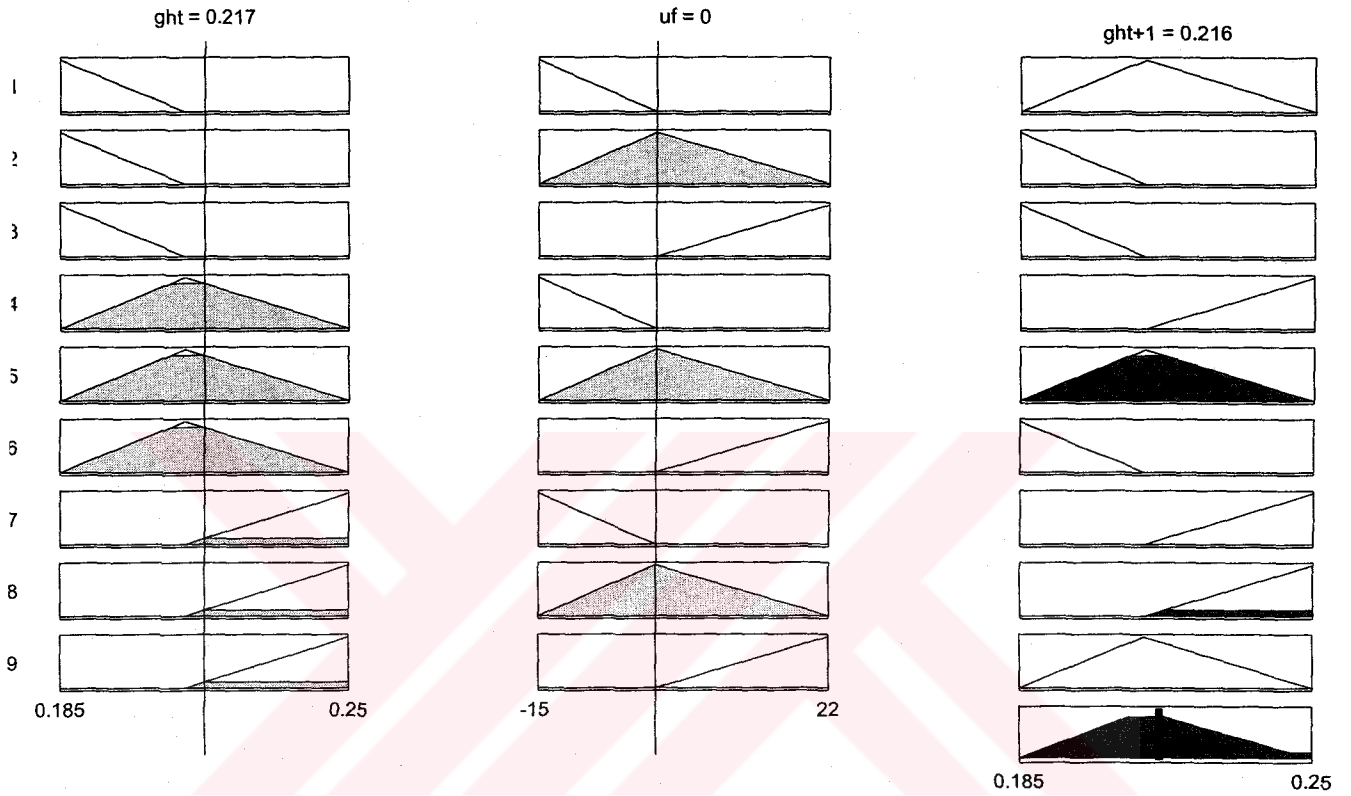
at: [0.216 1]	Plot points: [101]	Move: [left] [right] [down] [up]
erend system uygulama, 9 rules		[Help] [Close]



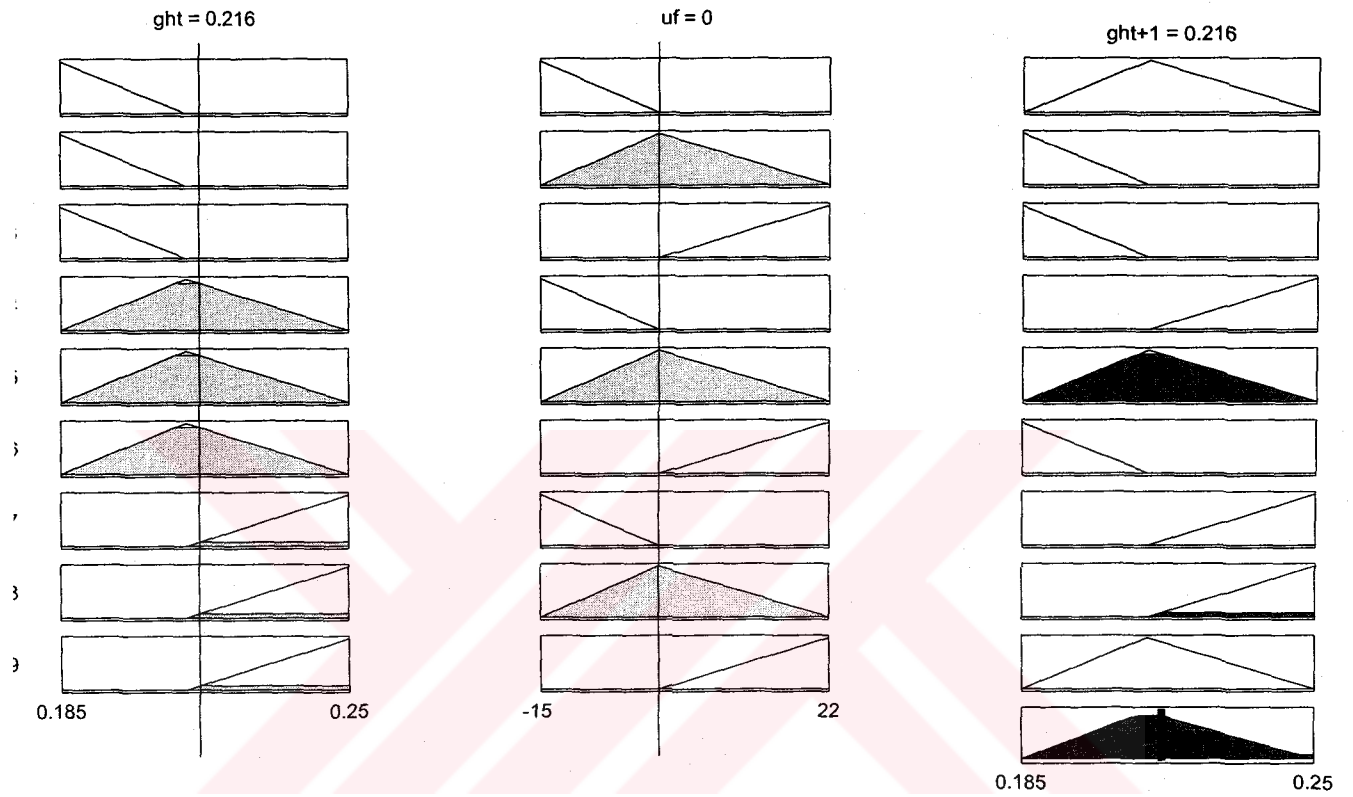
at: [0.2174 8]	Plot points: 101	Move: left right down up
ened system uygulama, 9 rules	Help Close	



it: [0.215 8]	Plot points: 101	Move: left right down up
ened system uygulama, 9 rules		Help Close



at: <input type="text" value="[0.2174 0]"/>	Plot points: <input type="text" value="101"/>	Move: <input type="button" value="left"/> <input type="button" value="right"/> <input type="button" value="down"/> <input type="button" value="up"/>
ened system uygulama, 9 rules		<input type="button" value="Help"/> <input type="button" value="Close"/>



it: [0.216 0]	Plot points: 101	Move: left right down up
ened system uygulama, 9 rules		Help Close

EK-3 Geliş hızlarına göre simülasyonla belirlenen uç değerler için Matlab Fuzzy Logic Toolbox çıktıları

- sayfa 166-177 arasında geliş hızı 0,185 parça/dakika için yani parçalar arası geliş süresi= 5,4 dakika için Arena simülasyon çıktıları ile Matlab fuzzy logic çıktıları verilmiştir.

- sayfa 174-181 arasında geliş hızı 0,25 parça/dakika için yani parçalar arası geliş süresi= 4 dakika için Arena simülasyon çıktıları ile Matlab fuzzy logic çıktıları verilmiştir.

- sayfa 182-189 arasında geliş hızı 0,214 parça/dakika için yani parçalar arası geliş süresi= 4,67 dakika için Arena simülasyon çıktıları ile Matlab fuzzy logic çıktıları verilmiştir.



emre2.out

ARENA Simulation Results
Dogus - License #9400000

Summary for Replication 1 of 5

Project: Run execution date : 3/11/2004
Analyst: Model revision date: 3/11/2004
Replication ended at time : 480.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
Makina 1_R_Q Queue Tim	1.2299	(Insuf)	.00000	7.1400	87
Jrun-Ta	4.2346	(Insuf)	2.5351	10.069	86

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
Makina 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Makina 1_R Busy	.53750	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
# in Makina 1_R_Q	.22306	(Insuf)	.00000	3.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
Jrun_C	86	Infinite

Beginning replication 2 of 5

ARENA Simulation Results
Dogus - License #9400000

Summary for Replication 2 of 5

Project: Run execution date : 3/11/2004
Analyst: Model revision date: 3/11/2004
Replication ended at time : 480.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
Makina 1_R_Q Queue Tim	1.2576	(Insuf)	.00000	10.968	87
Jrun-Ta	4.2939	(Insuf)	2.5986	13.971	86

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
Makina 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Makina 1_R Busy	.54660	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
# in Makina 1_R_Q	.22794	(Insuf)	.00000	4.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
------------	-------	-------

emre2.out

Urun_C

86 Infinite

beginning replication 3 of 5

ARENA Simulation Results
Dogus - License #9400000

Summary for Replication 3 of 5

Project: Run execution date : 3/11/2004
Analyst: Model revision date: 3/11/2004
Replication ended at time : 480.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Observations
Makina 1_R_Q Queue Tim	1.7067	(Insuf)	.00000	10.072	85
Urun-Ta	4.7116	(Insuf)	2.6740	13.333	85

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Final Value
Makina 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Makina 1_R Busy	.53213	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in Makina 1_R_Q	.30223	(Insuf)	.00000	4.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
------------	-------	-------

Urun_C	85	Infinite
--------	----	----------

beginning replication 4 of 5

ARENA Simulation Results
Dogus - License #9400000

Summary for Replication 4 of 5

Project: Run execution date : 3/11/2004
Analyst: Model revision date: 3/11/2004
Replication ended at time : 480.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
Makina 1_R_Q Queue Tim	1.8308	(Insuf)	.00000	9.9486	102
Urun-Ta	4.8418	(Insuf)	2.5519	13.116	102

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Final Value
Makina 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Makina 1_R Busy	.63984	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in Makina 1_R_Q	.38904	(Insuf)	.00000	4.0000	.00000

emre2.out
COUNTERS

Identifier	Count	Limit
Urun_C	102	Infinite

beginning replication 5 of 5

ARENA Simulation Results
Dogus - License #9400000

Summary for Replication 5 of 5

Project: Run execution date : 3/11/2004
Analyst: Model revision date: 3/11/2004

Replication ended at time : 480.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Observations
Makina 1_R_Q Queue Tim	1.6229	(Insuf)	.00000	6.2560	86
Urun-Ta	4.6379	(Insuf)	2.6367	9.4440	85

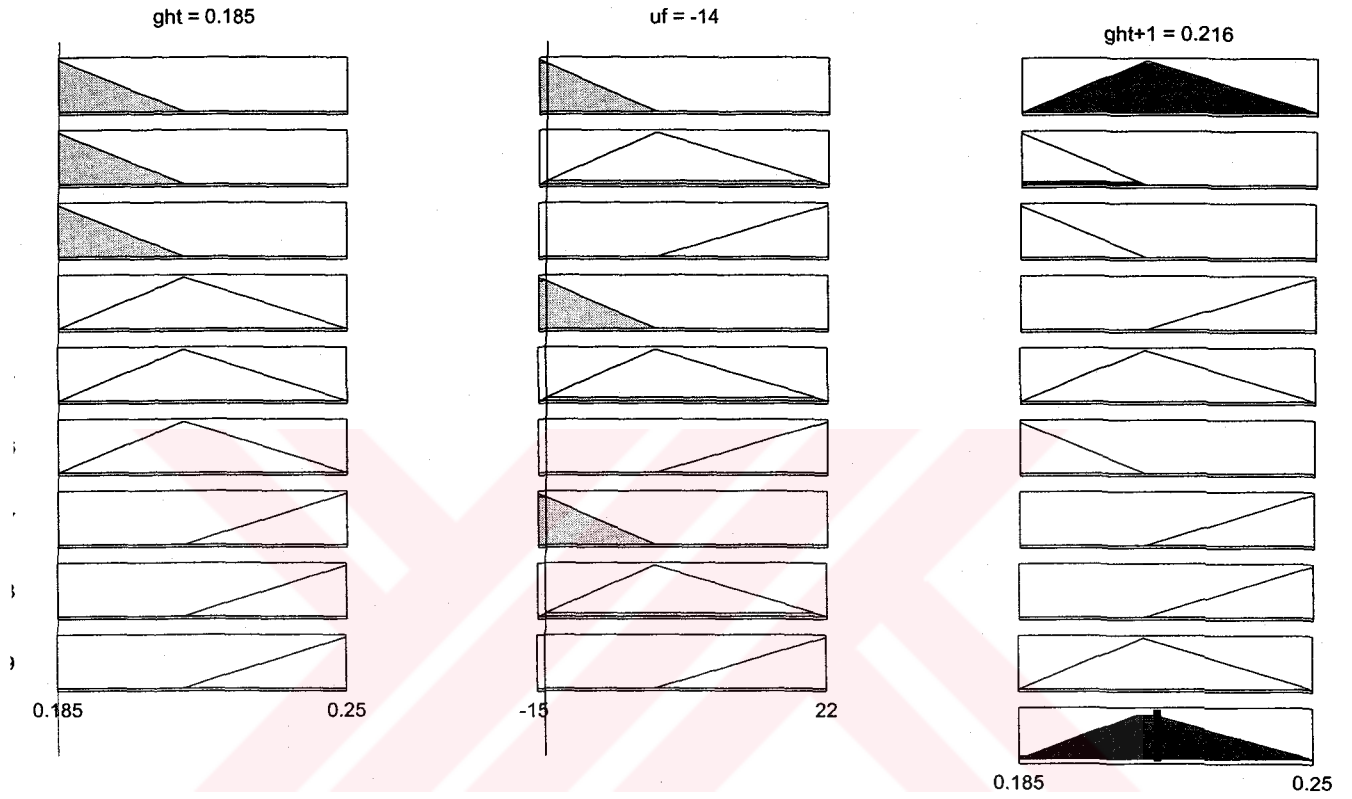
DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Final Value
Makina 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Makina 1_R Busy	.53650	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
# in Makina 1_R_Q	.29097	(Insuf)	.00000	3.0000	1.0000

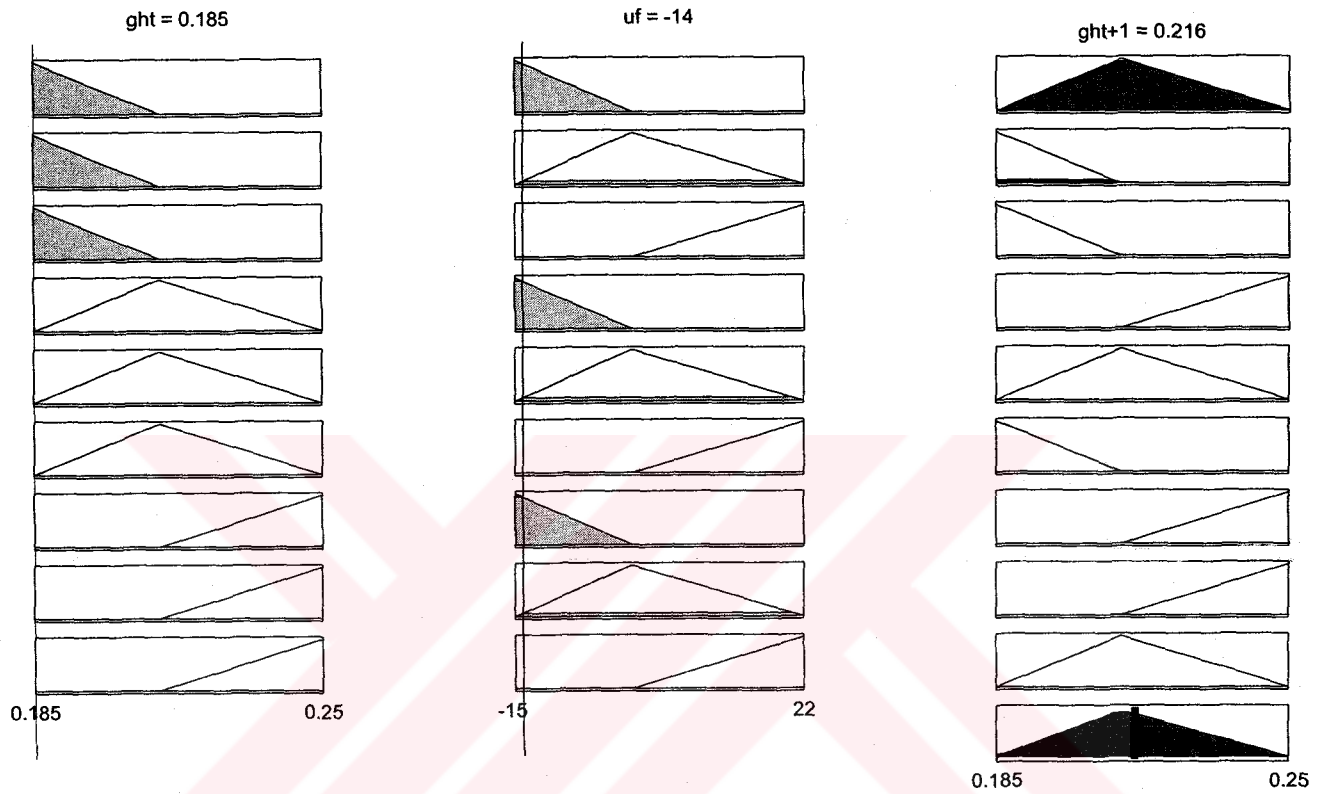
COUNTERS

Identifier	Count	Limit
Urun_C	85	Infinite

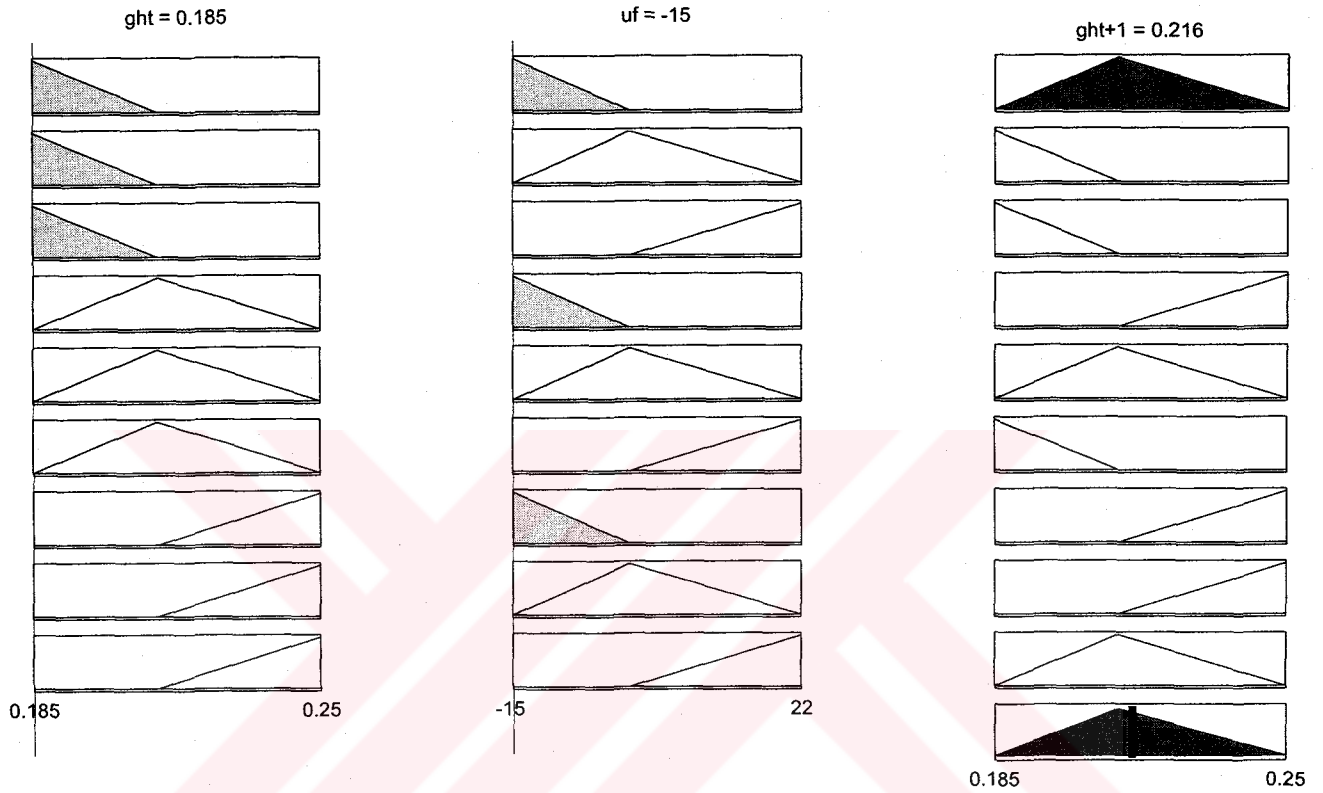
Simulation run time: 0.05 minutes.
Simulation run complete.



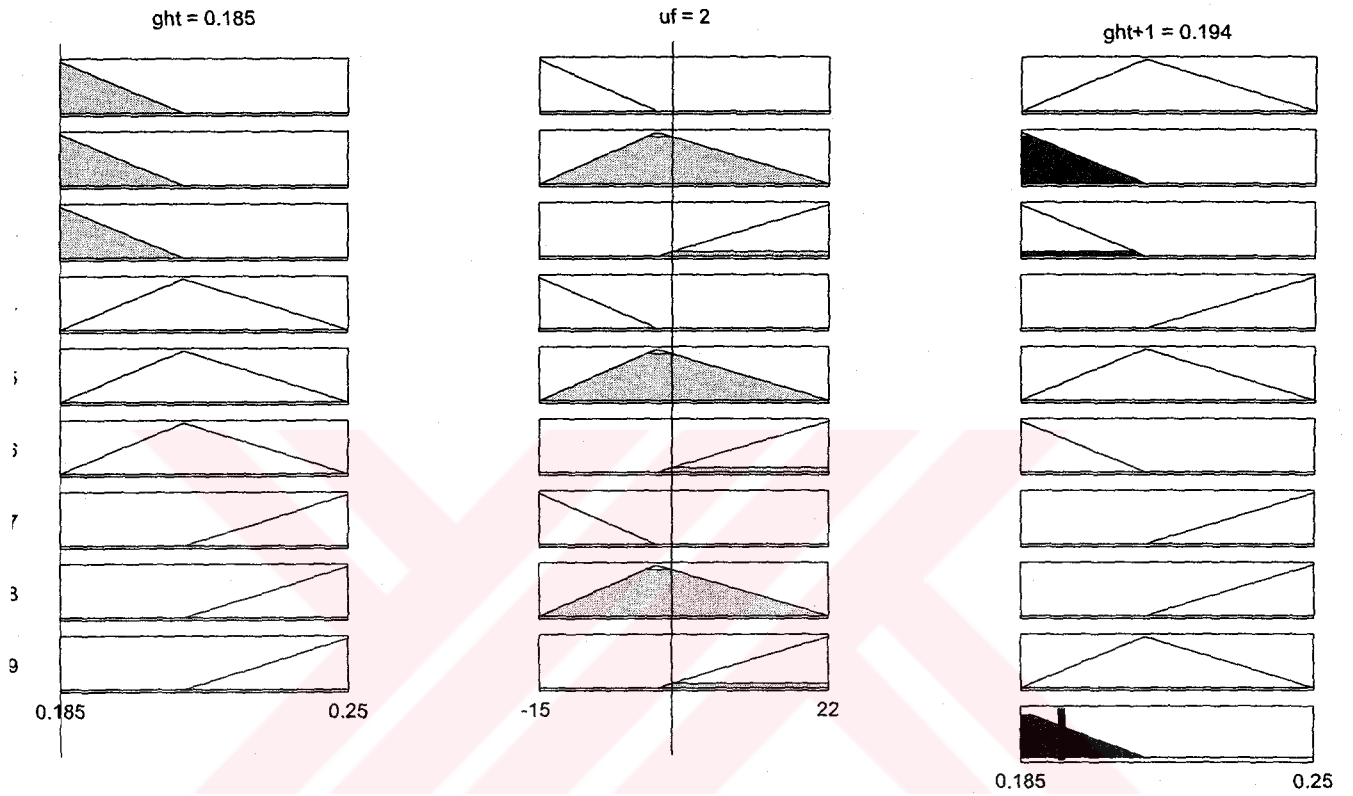
t	[0.185 -14]	Plot points:	101	Move:	left	right	down	up
ened system uygulama, 9 rules				Help		Close		



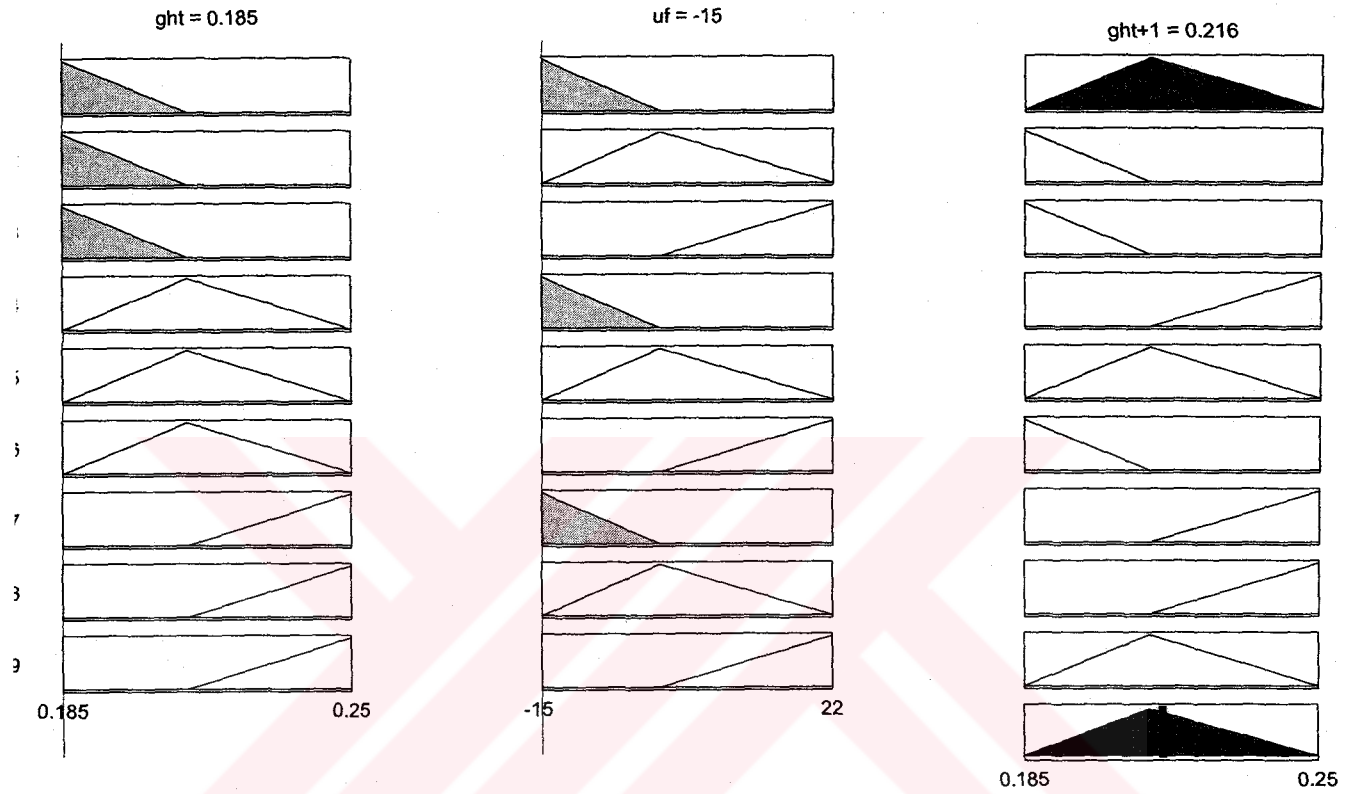
[0.185 -14]	Plot points: 101	Move: left right down up
ened system uygulama, 9 rules	Help	Close



<input type="text" value="[0.185 -15]"/>	Plot points: <input type="text" value="101"/>	Move: <input type="button" value="left"/> <input type="button" value="right"/> <input type="button" value="down"/> <input type="button" value="up"/>
Fuzzy system uygulama, 9 rules		<input type="button" value="Help"/> <input type="button" value="Close"/>



at: [0.185 2]	Plot points: 101	Move: left right down up
Fuzzy system uygulama, 9 rules		Help Close



it: [0.185-15]	Plot points: 101	Move: left right down up
nered system uygulama, 9 rules		Help Close

emre2.out

ARENA Simulation Results
Dogus - License #9400000

Summary for Replication 1 of 5

Project: Run execution date : 3/11/2004
Analyst: Model revision date: 3/11/2004

Replication ended at time : 480.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Observations
Makina 1_R_Q Queue Tim	2.6003	(Insuf)	.00000	10.945	116
Urun-Ta	5.5660	(Insuf)	2.6276	13.847	115

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Final Value
Makina 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Makina 1_R Busy	.71489	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
# in Makina 1_R_Q	.63933	(Insuf)	.00000	4.0000	2.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
Urun_C	115	Infinite

Beginning replication 2 of 5

ARENA Simulation Results
Dogus - License #9400000

Summary for Replication 2 of 5

Project: Run execution date : 3/11/2004
Analyst: Model revision date: 3/11/2004

Replication ended at time : 480.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Observations
Makina 1_R_Q Queue Tim	3.9588	(Insuf)	.00000	14.684	119
Urun-Ta	6.9780	(Insuf)	2.5560	17.826	119

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Final Value
Makina 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Makina 1_R Busy	.74851	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in Makina 1_R_Q	.98147	(Insuf)	.00000	5.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
------------	-------	-------

emre2.out

Urun_C

119 Infinite

Beginning replication 3 of 5

ARENA Simulation Results
Dogus - License #9400000

Summary for Replication 3 of 5

Project: Run execution date : 3/11/2004
Analyst: Model revision date: 3/11/2004

Replication ended at time : 480.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
Makina 1_R_Q Queue Tim	2.9001	(Insuf)	.00000	13.091	123
Urun-Ta	5.9384	(Insuf)	2.6030	15.960	122

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Final Value
Makina 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Makina 1_R Busy	.76951	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
# in Makina 1_R_Q	.74552	(Insuf)	.00000	5.0000	2.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
Urun_C	122	Infinite

Beginning replication 4 of 5

ARENA Simulation Results
Dogus - License #9400000

Summary for Replication 4 of 5

Project: Run execution date : 3/11/2004
Analyst: Model revision date: 3/11/2004

Replication ended at time : 480.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Observations
Makina 1_R_Q Queue Tim	4.7302	(Insuf)	.00000	17.264	119
Urun-Ta	7.7656	(Insuf)	2.4928	20.199	118

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Final Value
Makina 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Makina 1_R Busy	.74068	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
# in Makina 1_R_Q	1.1727	(Insuf)	.00000	6.0000	.00000

emre2.out
COUNTERS

Identifier	Count	Limit
Urun_C	118	Infinite

beginning replication 5 of 5

ARENA Simulation Results
Dogus - License #9400000

Summary for Replication 5 of 5

Project: Run execution date : 3/11/2004
Analyst: Model revision date: 3/11/2004

Replication ended at time : 480.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Observations
Makina 1_R_Q Queue Tim	5.0181	(Insuf)	.00000	19.512	118
Urun-Ta	7.9323	(Insuf)	2.5644	22.440	117

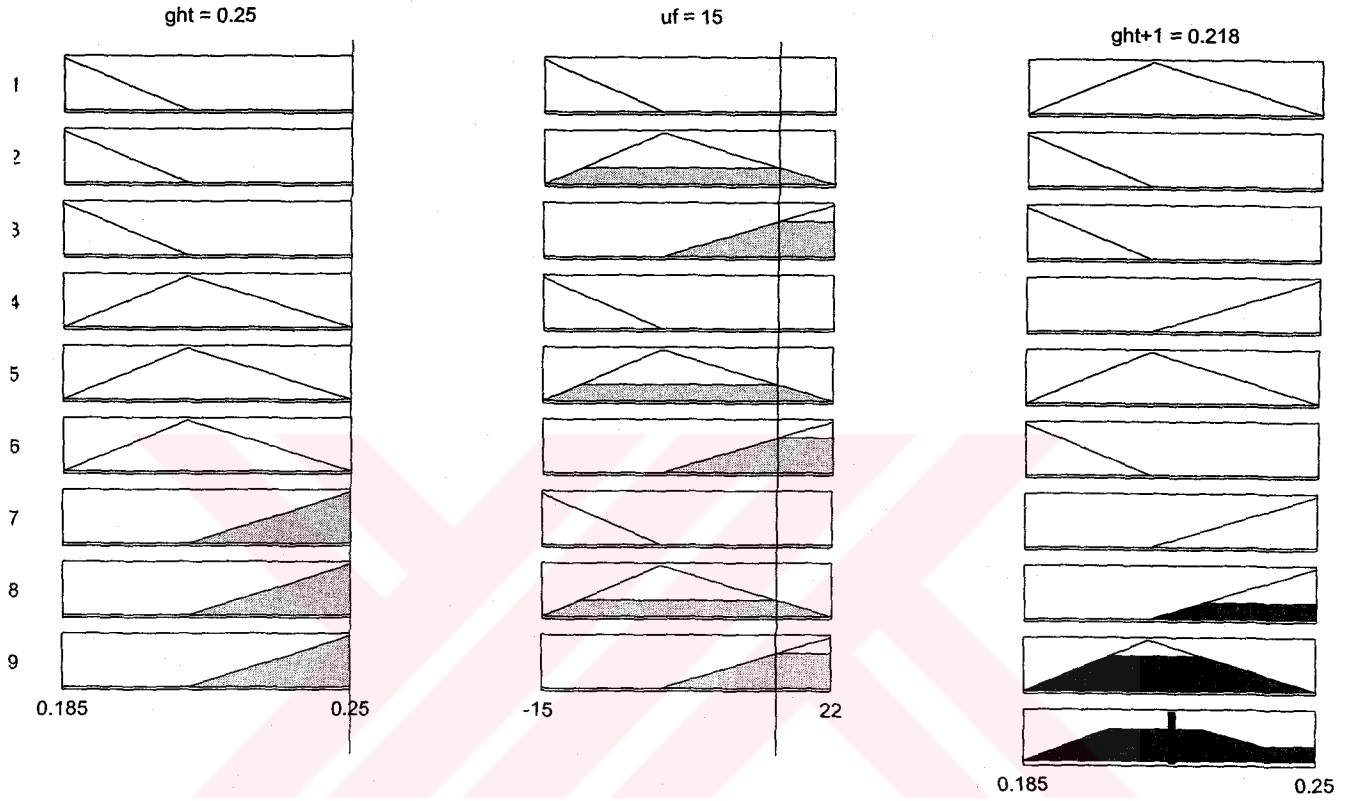
DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Final Value
Makina 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Makina 1_R Busy	.73029	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
# in Makina 1_R_Q	1.2764	(Insuf)	.00000	7.0000	5.0000

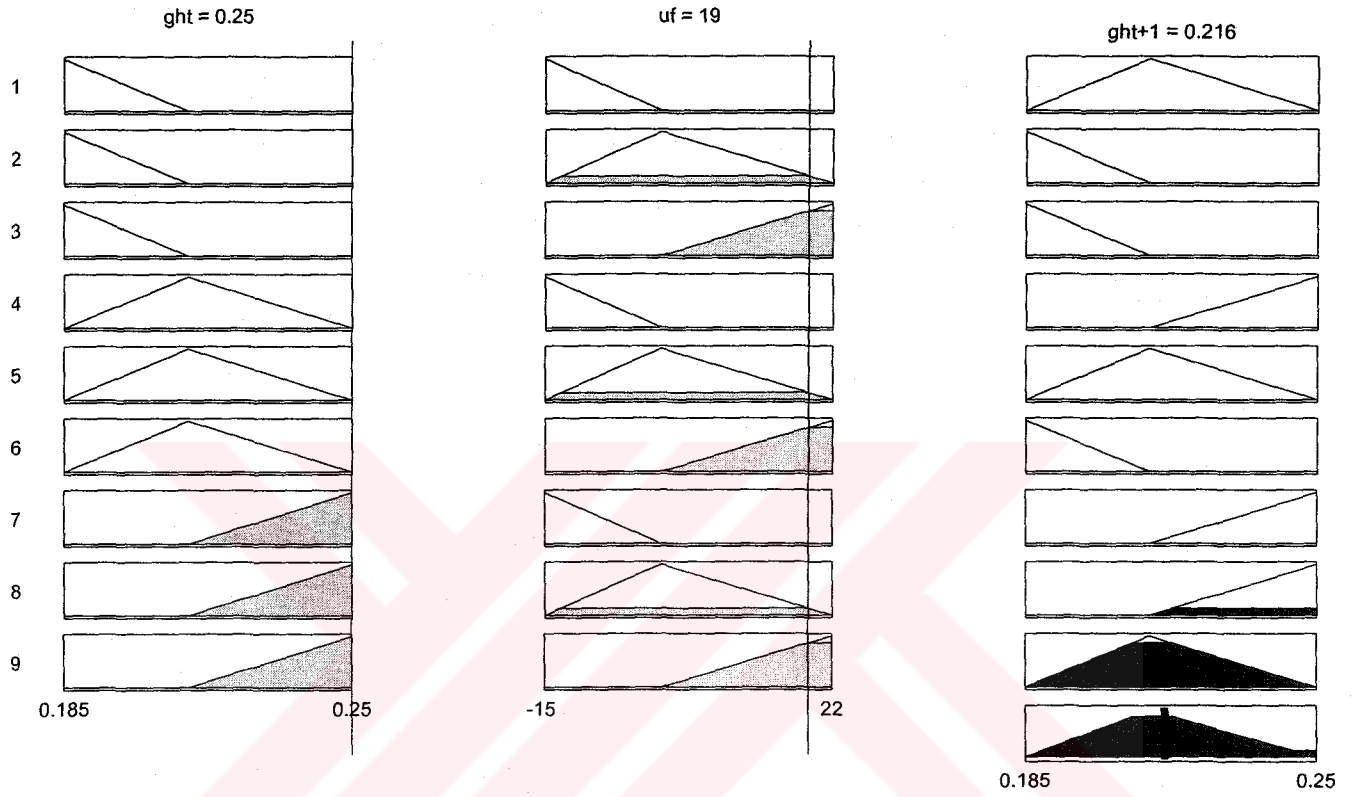
COUNTERS

Identifier	Count	Limit
Urun_C	117	Infinite

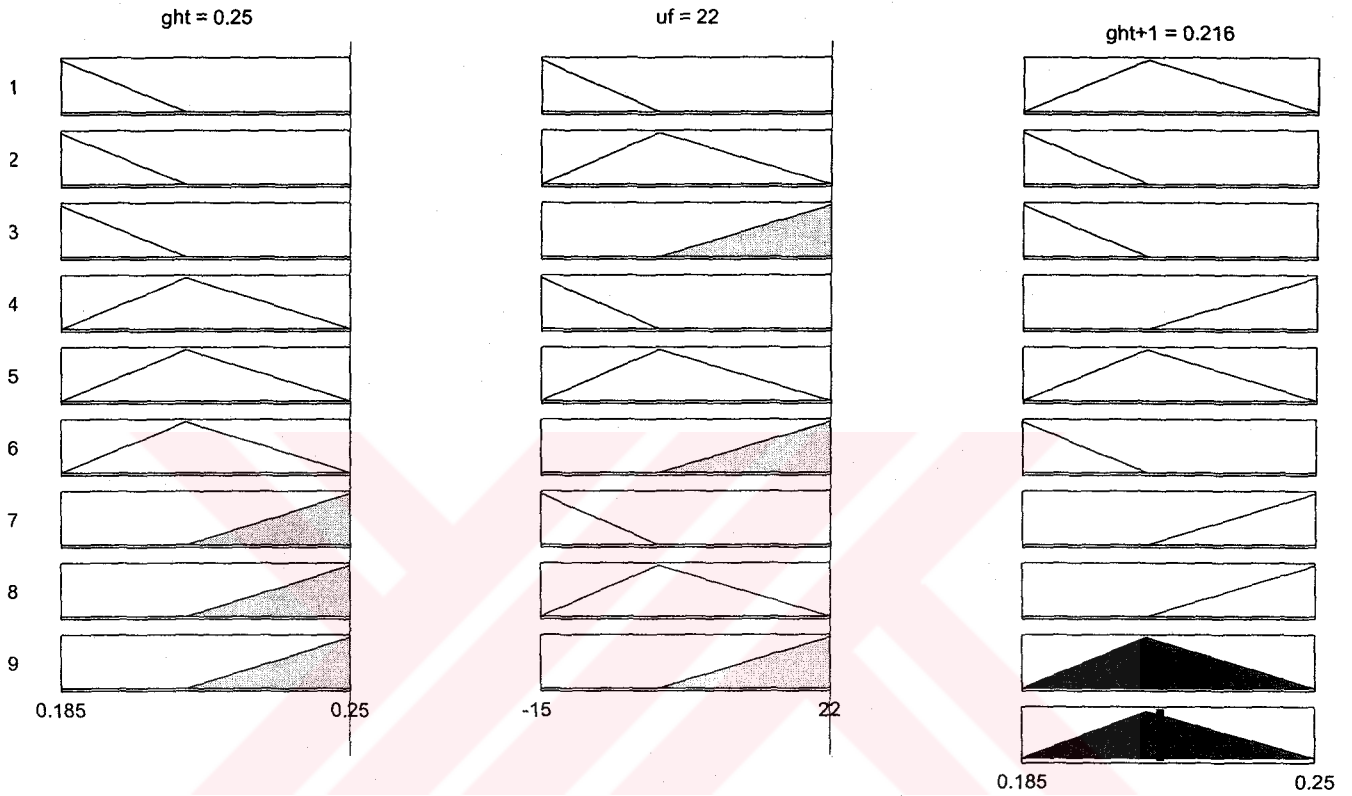
Simulation run time: 0.03 minutes.
Simulation run complete.



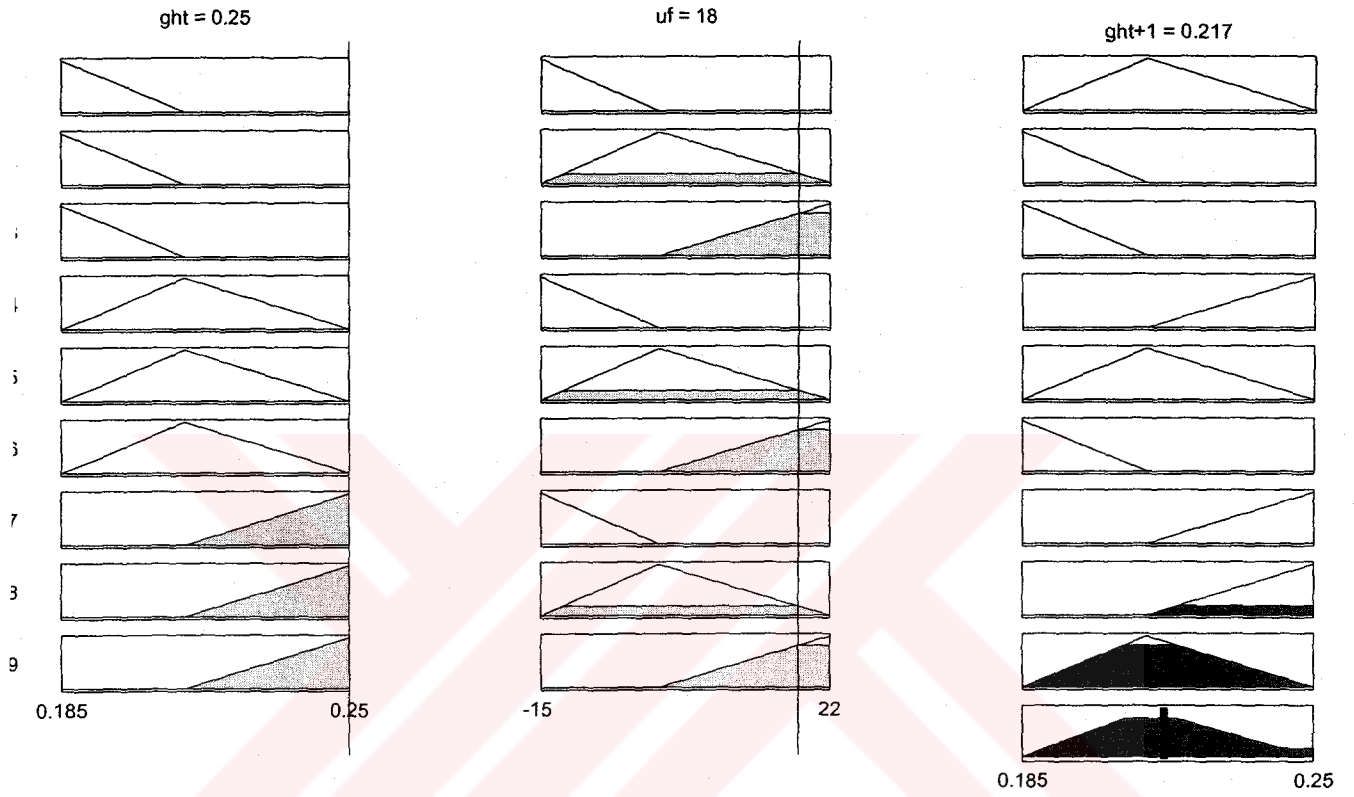
at: [0.25 15]	Plot points: 101	Move: left right down up
ened system uygulama, 9 rules		Help Close



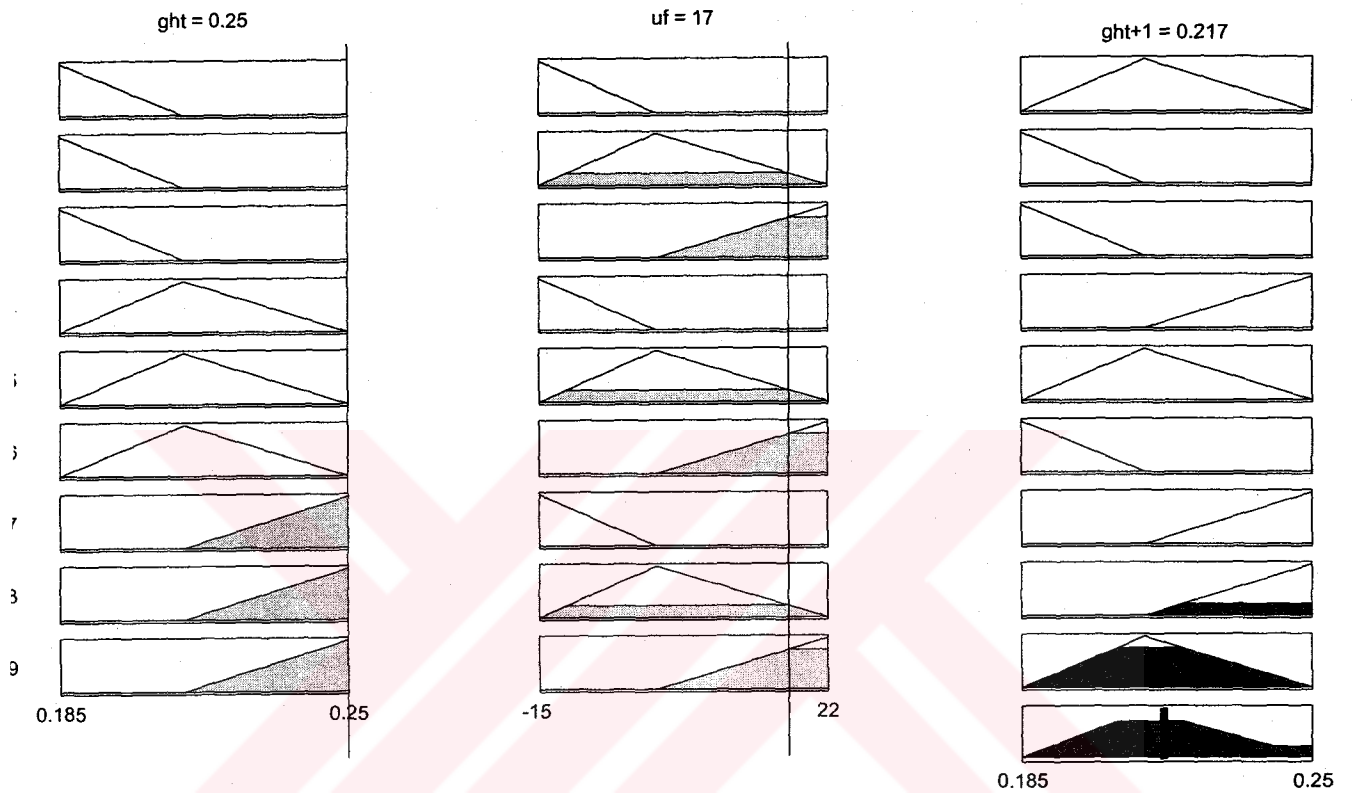
at: [0.25 19]	Plot points: [101]	Move: left right down up
rened system uygulama, 9 rules		Help Close



ut: [0.25 22]	Plot points: 101	Move: left right down up
ened system uygulama, 9 rules		Help Close



Plot: [0.25 18]	Plot points: 101	Move: left right down up
rened system uygulama, 9 rules		Help Close



Plot: [0.25 17]	Plot points: 101	Move: left right down up
nered system uygulama. 9 rules		Help Close

emre2.out

ARENA Simulation Results
Dogus - License #9400000

Summary for Replication 1 of 5

Project: Run execution date : 3/11/2004
Analyst: Model revision date: 3/11/2004
Replication ended at time : 480.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Observations
Makina 1_R_Q Queue Tim	1.7805	(Insuf)	.00000	11.772	98
Urun-Ta	4.7380	(Insuf)	2.5351	14.674	97

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Final Value
Makina 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Makina 1_R Busy	.60458	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
# in Makina 1_R_Q	.36430	(Insuf)	.00000	4.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
Urun_C	97	Infinite

Beginning replication 2 of 5

ARENA Simulation Results
Dogus - License #9400000

Summary for Replication 2 of 5

Project: Run execution date : 3/11/2004
Analyst: Model revision date: 3/11/2004
Replication ended at time : 480.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Observations
Makina 1_R_Q Queue Tim	2.6579	(Insuf)	.00000	11.918	105
Urun-Ta	5.5901	(Insuf)	2.5986	15.020	104

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Final Value
Makina 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Makina 1_R Busy	.65677	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
# in Makina 1_R_Q	.59670	(Insuf)	.00000	5.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
------------	-------	-------

emre2.out
COUNTERS

Identifier	Count	Limit
Urun_C	98	Infinite

eginning replication 5 of 5

ARENA Simulation Results
Dogus - License #9400000

Summary for Replication 5 of 5

Project: Run execution date : 3/11/2004
 Analyst: Model revision date: 3/11/2004
 Replication ended at time : 480.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Observations
Makina 1_R_Q Queue Tim	1.8180	(Insuf)	.00000	9.1956	102
Urun-Ta	4.8361	(Insuf)	2.7116	12.242	101

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Final value
Makina 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Makina 1_R Busy	.63700	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
# in Makina 1_R_Q	.38633	(Insuf)	.00000	4.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
Urun_C	101	Infinite

Simulation run time: 0.03 minutes.
 Simulation run complete.

emre2.out

Urun_C

104 Infinite

beginning replication 3 of 5

ARENA Simulation Results
Dogus - License #9400000

Summary for Replication 3 of 5

Project: Run execution date : 3/11/2004
Analyst: Model revision date: 3/11/2004

Replication ended at time : 480.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Observations
akina 1_R_Q Queue Tim	1.3207	(Insuf)	.00000	8.0429	102
Urun-Ta	4.3215	(Insuf)	2.6249	11.159	101

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
akina 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
akina 1_R Busy	.63867	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
# in Makina 1_R_Q	.28296	(Insuf)	.00000	3.0000	2.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
Urun_C	101	Infinite

beginning replication 4 of 5

ARENA Simulation Results
Dogus - License #9400000

Summary for Replication 4 of 5

Project: Run execution date : 3/11/2004
Analyst: Model revision date: 3/11/2004

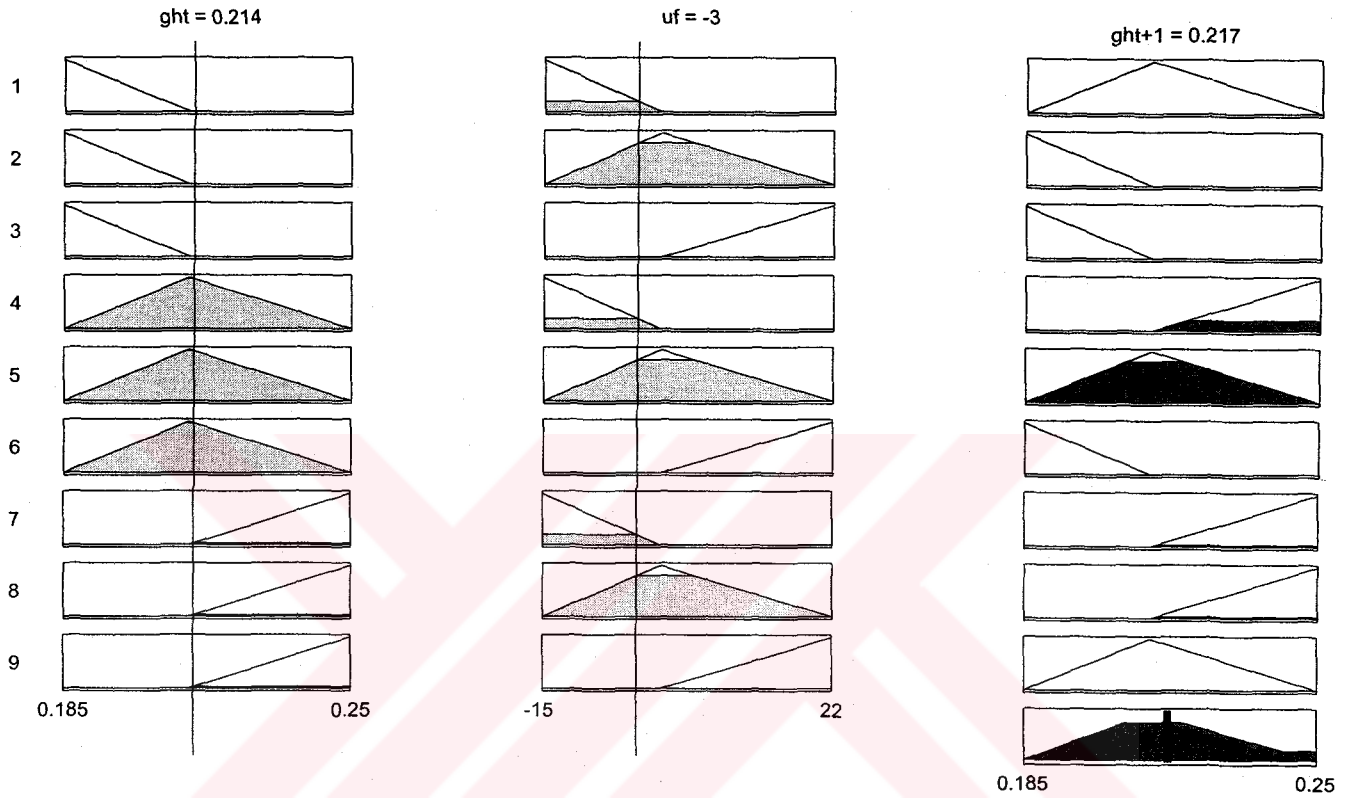
Replication ended at time : 480.0

TALLY VARIABLES

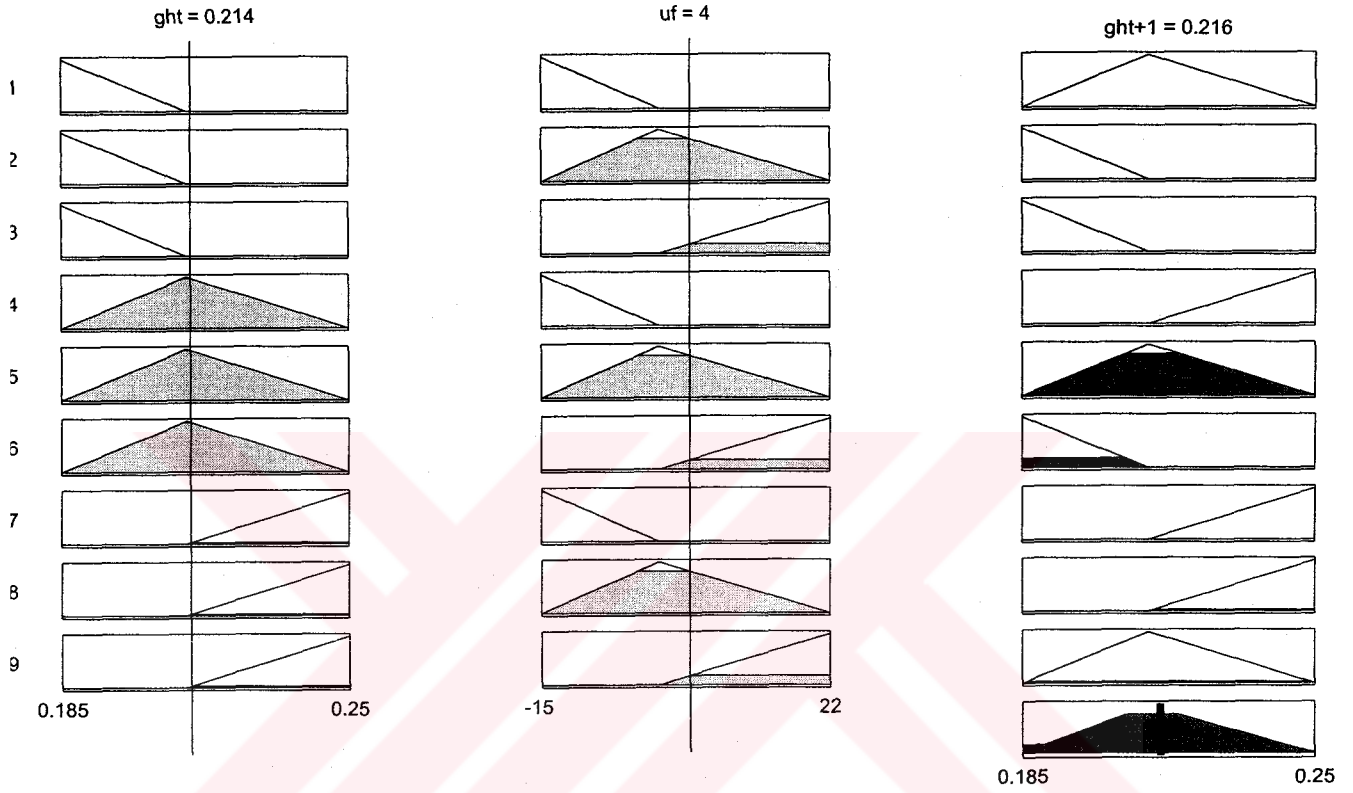
Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Observations
Makina 1_R_Q Queue Tim	2.3622	(Insuf)	.00000	13.956	98
Urun-Ta	5.3805	(Insuf)	2.5692	17.192	98

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

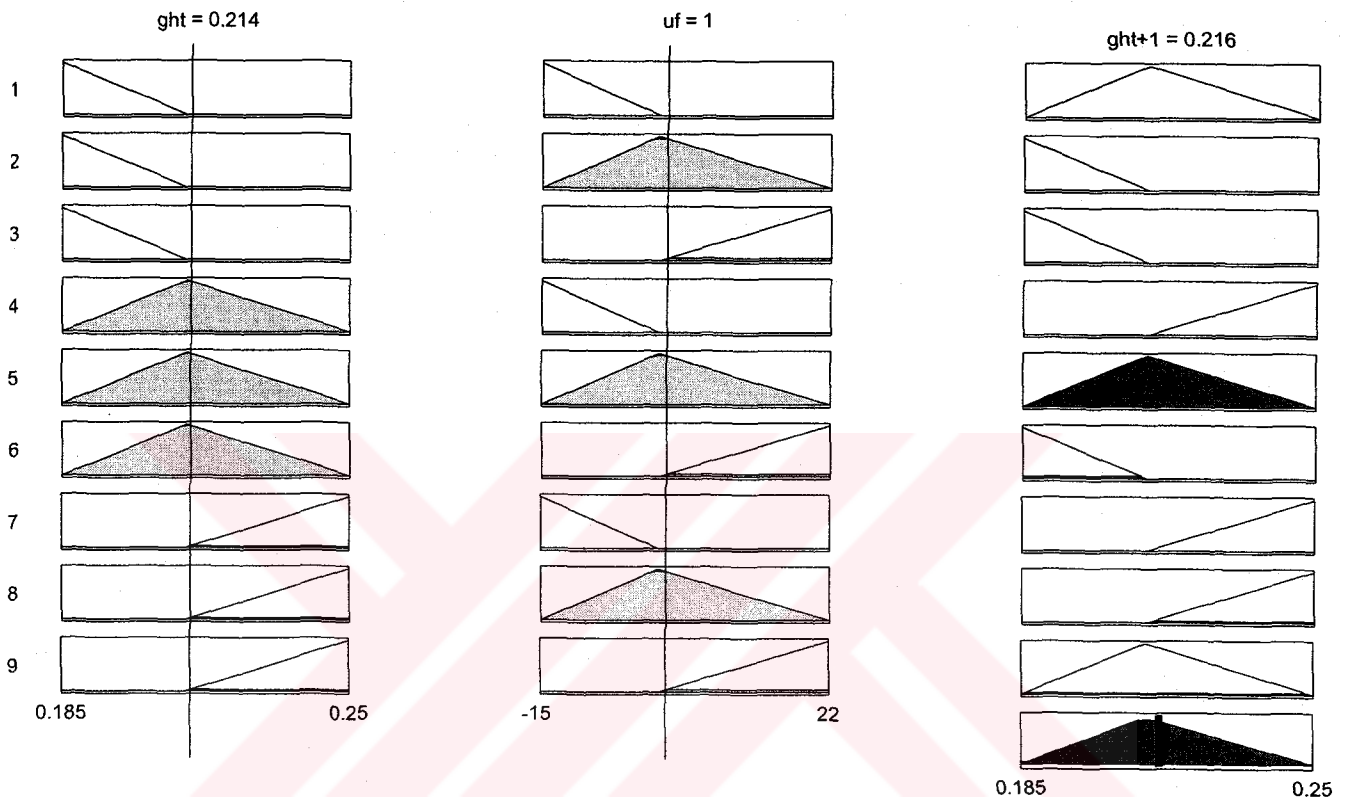
Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Final Value
Makina 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Makina 1_R Busy	.61624	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in Makina 1_R_Q	.48229	(Insuf)	.00000	5.0000	.00000



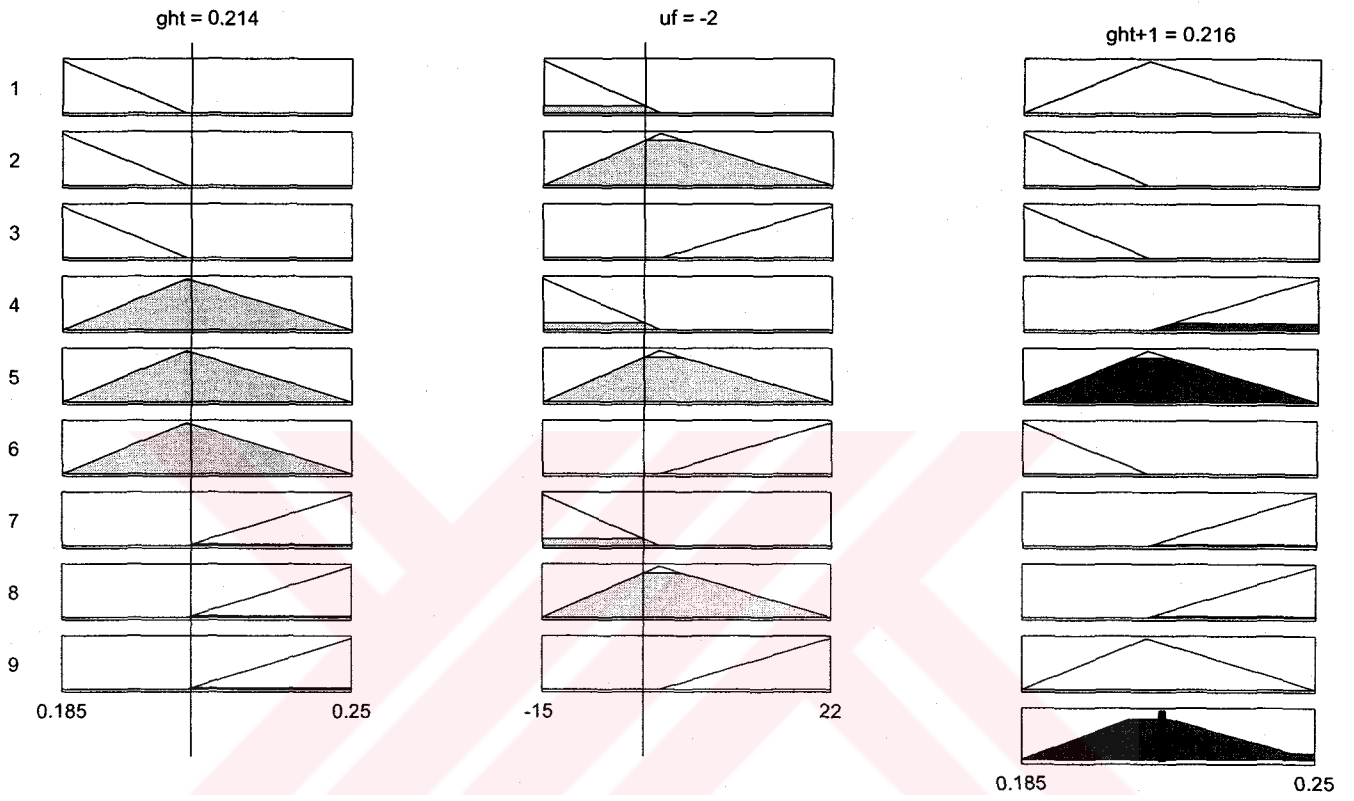
ut: <input type="text" value="[0.214 -3]"/>	Plot points: <input type="text" value="101"/>	Move: <input type="button" value="left"/> <input type="button" value="right"/> <input type="button" value="down"/> <input type="button" value="up"/>
ened system uygulama, 9 rules		<input type="button" value="Help"/> <input type="button" value="Close"/>



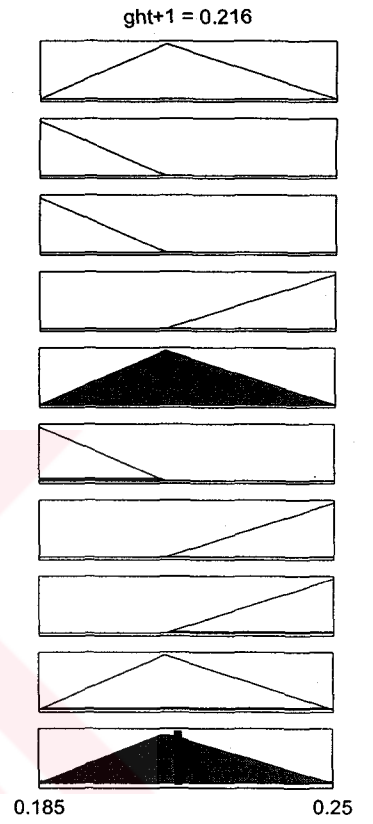
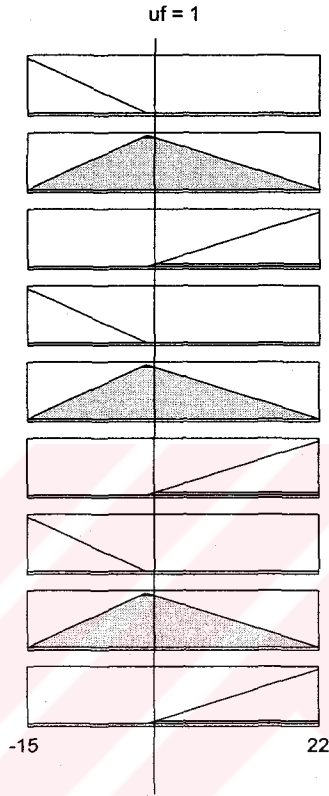
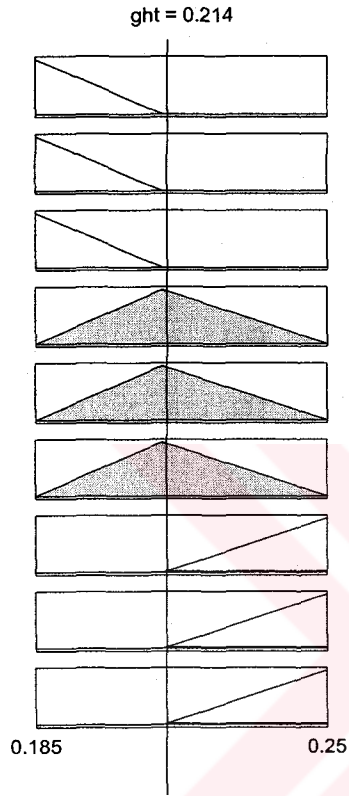
it: [0.214 4]	Plot points: 101	Move: left right down up
ened system uygulama, 9 rules		Help Close



ut: <input type="text" value="[0.214 1]"/>	Plot points: <input type="text" value="101"/>	Move: <input type="button" value="left"/> <input type="button" value="right"/> <input type="button" value="down"/> <input type="button" value="up"/>
ened system uygulama, 9 rules		<input type="button" value="Help"/> <input type="button" value="Close"/>



ut:	<input type="text" value="[0.214 -2]"/>	Plot points:	<input type="text" value="101"/>	Move:	<input type="button" value="left"/>	<input type="button" value="right"/>	<input type="button" value="down"/>	<input type="button" value="up"/>
ened system uygulama, 9 rules				<input type="button" value="Help"/>		<input type="button" value="Close"/>		



it: [0.214 1]	Plot points: 101	Move: left right down up
ened system uygulama, 9 rules		Help Close

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	19.08.1977		
Doğum yeri	İstanbul		
Lise	1988-1996	Saint-Benoit Fransız Lisesi	
Lisans	1996-2000	Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fak. Mühendisliği bölümü	Endüstri
Yüksek Lisans	2000-2004	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Müh. Anabilim Dalı, Endüstri Mühendisliği Programı	
Çalıştığı kurum	2001-Devam	Doğuş Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi	

