

AŞAMALI BİR BİLGİSAYAR BÜTÜNLEŞİK İMALAT (BBİ)
SİSTEMİ MODELİ VE BENZETİM TEKNİĞİ İLE ANALİZİ

143075

143075

DOKTORA TEZİ
Y. Müh. Zeki AYAĞ
(0791.D.107)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 5 Ocak 1999
Tezin Savunulduğu Tarih : 8 Kasım 2002

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Murat DİNÇMEN

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Ataç SOYSAL (İ.T.Ü.)

Prof.Dr. Bülent DURMUŞOĞLU (İ.T.Ü.)

Prof.Dr. Gündüz ULUSOY (Sabancı Ü.)

Prof.Dr. Ali Rıza KAYLAN (B.Ü.)

KASIM 2003

ÖNSÖZ

Günümüzde küreselleşen dünyada ulusal ve uluslararası düzeyde yoğun ve yıkıcı rekabet imalatçı firmaları oldukça zor durumda bırakmaktadır. Bu acımasız rekabet ortamında firmalar, istenilen malı müşteri istekleri doğrultusunda, istenilen kalitede, istenilen miktarda, istenilen yerde ve mümkün olduğunca ucuz üretmek zorunda kalmaktadırlar. Ayrıca, kaynakların yetersizliği, üretim stratejileri ile proseslerindeki değişiklikler firmaları bu olumsuz etkilerden en az oranda etkilenmek için çeşitli çareler aramaya yöneltmektedir. Bu çarelerden en önemlisi yeni teknolojik gelişmelerin kısmen veya tamamen firma bünyesine uygulanması ve bilgisayar entegrasyonunu içeren Bilgisayar Bütünleşik İmalat (BBI) sistemidir. Bu sistem, bir ürünün siparişinin alınmasından müşteriye teslimine kadar geçen süreyi ifade eden ürün tedarik sürecindeki imalat ile ilgili hususların otomasyonunu ifade etmektedir.

Bu tezdeki amaç, BBI sistemlerine geçmek isteyen firmalara yardımcı olabilecek bir çalışma ortaya çıkarmaktır. Ülkemizdeki firmaların ileri teknoloji ürünlerini tanımayı ve bu sistemlerin hayatiyete geçirilmesi konusunda tecrübeli elemanlara sahip olmayışı çalışmanın önemini bir kat daha artırmaktadır. Bu gaye ile bilimsel araştırma yapmanın yanısıra “ ülkemizin problemlerini çözmek “ düşüncesi ile çalışmak tezi çok daha ilginç hale getirmektedir.

Bu tezin gerçekleşmesinde görüşleri ile ışık tutan, doktora tezimi yöneten ve çalışmalarımı titizlikle inceleyip yönlendiren, bitirme ödevi, yüksek lisans tezi ve bu tezimde de birlikte çalıştığım Sayın Prof. Dr. Murat DİNÇMEN ve tez jüri üyelerine şükranlarımı sunarım. Ayrıca bu çalışmanın tamamlanması için gerekli her türlü desteği veren MOLD-MASTERS LTD. firması mühendislik bölümü müdürü Frank Kowal ve Magna International, Inc. firması ürün mühendisliği müdürü Don Ham` a da teşekkürlerimi sunarım. Son olarak tabii ki tez çalışmalarım sırasında ve eğitim hayatım boyunca bana her türlü desteği veren sevgili aileme teşekkürü borç bilirim.

Kasım 2003

Zeki AYAĞ

İstanbul

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vii
TABLO LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
ÖZET	xi
SUMMARY	xii
1. GİRİŞ	1
2. BİLGİSAYAR BÜTÜNLEŞİK İMALAT (BBİ)	4
2.1. Giriş	4
2.2. Tanımı	4
2.3. Amacı	5
2.4. Genel yapısı	6
2.5. Modülleri	8
2.5.1. Bilgisayar destekli tasarım ve imalat (BDT/BDİ) sistemleri	11
2.5.1.1. Bilgisayar destekli tasarım (BDT)	11
2.5.1.2. İki boyutlu çizim (drafting)	11
2.5.1.3. Bilgisayar destekli süreç planlama (BDSP)	12
2.5.1.4. Bilgisayar destekli mühendislik (BDM)	13
2.5.1.5. Bilgisayar destekli imalat (BDİ)	14
2.5.1.6. Doğrudan sayısal kontrol (DSK)	15
2.5.1.7. Bilgisayar sayısal kontrol (BSK)	15
2.5.1.8. Dağıtılmış sayısal kontrol (DaSK)	16
2.5.2. Bilgisayar destekli üretim yönetimi (BDÜY)	18
2.5.2.1. MİP / İKP sistemleri	18
2.5.2.2. Tam zamanında üretim sistemleri (TZÜ)	20
2.5.2.3. Optimize edilmiş üretim teknolojisi (OPT)	20
2.5.2.4. Grup teknolojisi (GT) üretim sistemleri	21
2.5.3. Bilgisayar dest. kalite güvencesi (BDKG) ve kalite kontrol (BDKK)	21
2.5.4. Esnek imalat sistemleri (EİS)	22
2.5.5. Esnek montaj sistemleri (EMS)	23
2.5.6. Endüstriyel robotlar (ROBOTİK)	24
2.5.7. Malzeme iletim (BDTS) ve otomatik depolama sistemleri (BDDS)	25
2.5.8. Bilgisayar destekli bakım planlama sistemleri (BDBP)	27
2.5.9. Yönetim bilişim sistemleri (YBS)	28

2.6. BBİ sistemlerinin ekonomikliliği	28
2.6.1. BBİ sistemleri yatırımları	29
2.6.2. BBİ sistemlerinin ekonomik olarak değerlendirilmesi	31
2.7. BBİ sistemlerinin sosyo-ekonomik ve organizasyonel yönleri	33
2.7.1. Geleceğin fabrikaları	33
2.7.2. BDT/BDİ eğitim programları	33
2.7.3. BDT bölümü organizasyonu	34
2.7.4. BDT' nin insan kaynakları boyutu	34
2.7.5. Eşzamanlı mühendislik sistemlerinde BDT' nin yeri ve önemi	35
2.7.6. Eşzamanlı mühendislik ve toplam kalite yönetiminin etkileşimi	35
3. BİLGİSAYAR BÜTÜNLEŞİK İMALAT (BBİ) SİSTEMLERİNE GEÇİŞ AŞAMALARI VE ENTEGRASYON	36
3.1. Giriş	36
3.2. Bilgi sistemlerinin geliştirilme safhaları	36
3.2.1. Tanım	36
3.2.2. BBİ sistemlerinin geliştirilme safhaları	39
3.3. BBİ sistemlerinde entegrasyon	42
3.3.1. BBİ sistemlerinde entegrasyona geçiş aşamaları	42
3.3.1.1. Bireysel bilgi sistemleri-I.Aşama	42
3.3.1.2. Kısmi entegre edilmiş bilgi sistemleri (BDx fikirleri)-II.Aşama	43
3.3.1.3. Bölümler arası bilgi sistemleri (BDx/BDx fikirleri)-III.Aşama	44
3.3.1.4. Firma genelindeki bilgi sistemleri-IV.Aşama	44
3.3.2. Entegrasyon için kullanılan araçlar	45
3.3.2.1. Veri tabanı teknolojileri	45
3.3.2.2. İletişim	45
3.3.2.3. Yazılım ve donanımdaki gelişmeler	46
3.3.2.4. Standardizasyon	46
3.3.2.5. Modelleme yapısı	47
4. AŞAMALI BİR BİLGİSAYAR BÜTÜNLEŞİK İMALAT (BBİ) SİSTEMİ MODELİ VE BENZETİM TEKNİĞİ İLE ANALİZİ	48
4.1. Problemin tanıtılması	48
4.2. İlgili literatür	49
4.3. Aşamalı bir BBİ modelinin geliştirilmesi	53
4.3.1. Tanım	53
4.3.2. Bilgisayar destekli hücre yapısı	53
4.3.3. Bir bilgisayar destekli hücrenin geliştirilme aşamaları	54
4.3.3.1. Proje ekibinin seçilmesi (Aşama I)	54
4.3.3.2. Hedeflenen BDx sistemi için mevcut durum analizi (Aşama II)	54
4.3.3.3. Proje planının yapılması ve üst yönetim onayı (Aşama III)	56

4.3.3.4. Yazılım ve donanım seçimi için kriterlerin belirlenmesi (Aşama IV)	56
4.3.3.5. Yazılım ve donanım alternatifleri için ön değerlendirme (Aşama V)	56
4.3.3.6. Seçilen alternatiflerin değerlendirilmesi ve analizi (AHP modülü ve Benzetim üretici - Aşama VI)	57
4.3.3.6.1. Çok ölçütlü karar verme yönteminin seçimi	58
4.3.3.6.2. Benzetim ve benzetim üretici	60
4.3.3.6.2.1. Kullanılacak analiz tekniğinin seçimi	60
4.3.3.6.2.2. Benzetim dilinin seçimi	63
4.3.3.6.3. AHP ve benzetim tekniğinin entegrasyonu	64
4.3.3.6.3.1. Kıyaslama (benchmarking) tekniği	64
4.3.3.6.3.2. Benzetim üretici	67
4.3.3.7. Benzetim üretici sonuçlarının değerlendirilmesi (Aşama VII)	75
4.3.3.8. En uygun yazılım ve donanım alternatiflerinin seçimi ve üst yönetimin onayının alınması (Aşama VIII)	75
4.3.4. Bir BBİ sistemine yönelik olarak yerine getirilmesi gereken aşamalar	75
4.4. Modelin orijinalliğinin irdelenmesi	82
5. UYGULAMA	89
5.1. Giriş	89
5.2. Firmanın tanıtımı	89
5.3. Firma bünyesinde BBİ sistemlerine geçiş	91
5.3.1. Aşama I - Mevcut durum analizi	91
5.3.1.1. Ürün tedarik süreci ve ilgili firma fonksiyonları	91
5.3.1.2. Firma içi üretim planlama ve yönetim sistemi (BDÜY)	94
5.3.1.3. Mamul tasarım ve geliştirme faaliyetleri	96
5.3.1.4. İmalat	99
5.3.2. Aşama II - BDT/BDİ sistemlerinin geliştirilmesi	100
5.3.2.1. BDT/BDİ sistemlerine geçiş	100
5.3.2.1.1. BDT sistemi : amacı ve faydaları	100
5.3.2.1.2. BDİ sistemi : amacı ve faydaları	101
5.3.2.1.3. BDT/BDİ sistemlerinin aşamalı olarak gerçekleştirilmeleri	102
5.3.3. Aşama III - BDT/BDİ sistemi ile INTEPS sistemi entegrasyonu	114
5.4.3. Sonuçlar ve yorumlar	136
6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	140
KAYNAKLAR	142
EKLER	146
EK A. Menü akış diyagramları	146

EK B. AHP destekli benzetim üretici programı kaynak programları ve QBasic (<i>Lütfen arka kapaktaki diske bakınız ...</i>)	
EK C. SIMAN model ve deneysel dosya listeleri (mevcut sistem)	
EK C.1. Model dosyası listesi	
EK C.2. Deneysel dosya listesi	
(<i>Lütfen arka kapaktaki diske bakınız ...</i>)	
EK D. SIMAN benzetim dili komutları (tezde kullanılan)	149
EK D.1. Model dosyası komutları	149
EK D.2. Deneysel dosya komutları	151
EK D.3. Çıktı komutları	154
EK E. İstatiksel sonuçlar	157
ÖZGEÇMİŞ	158



KISALTMALAR

BBİ	: Bilgisayar Bütünleşik İmalat (CIM-Computer Integrated Manufacturing)
BDBP	: Bilgisayar Destekli Bakım Planlama (CAMP-Computer Aided Maintenance Planning)
BDD	: Bilgisayar Destekli Dökümantasyon (Drafting-Computer Aided Documentation)
BDDS	: Bilgisayar Destekli Depolama Sistemi (AS/RS-Automatic Storage / Retrieval System)
BDKG	: Bilgisayar Destekli Kalite Güvencesi (CAQa-Computer Aided Quality Assurance)
BDKK	: Bilgisayar Destekli Kalite Kontrol (CAQ-Computer Aided Quality Control)
BDM	: Bilgisayar Destekli Mühendislik (CAE-Computer Aided Engineering)
BDMS	: Bilgisayar Destekli Montaj Sistemi (CAA-Computer Aided Assembly)
BDSP	: Bilgisayar Destekli Süreç Planlama (CAPP-Computer Aided Process Planning)
BDT	: Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD-Computer Aided Design)
BDTS	: Bilgisayar Destekli Taşıma Sistemi (CAH-Computer Aided Handling)
BDÜO	: Bilgisayar Destekli Ürün Ortamı (CAPE-Computer-Aided Production Environment)
BDÜY	: Bilgisayar Destekli Üretim Yönetimi (CAPM-Computer Aided Production Management)
BDx	: Bilgisayar Destekli Sistemler (CAX-Computer Aided Systems)
BSK	: Bilgisayar Sayısal Kontrol (CNC-Computer Numerical Control)
DaSK	: Dağıtılmış Sayısal Kontrol (Dist.NC-Distributed Numerical Control)
DSK	: Doğrudan Sayısal Kontrol (DNC-Direct Numerical Control)
EİS	: Esnek imalat Sistemleri (FMS-Flexible Manufacturing System)
EMS	: Esnek Montaj Sistemi (FAS-Flexible Assembly System)
GT	: Grup Teknolojisi (GT-Group Technology)
İKP	: İmalat Kaynakları Planlaması (MRP II-Manufacturing Resource Planning)
KİP	: Kapasite İhtiyaç Planlama (CRP-Capacity Requirement Planning)
KÖC	: Koordinat Ölçüm Cihazı (CMM-Coordinate Measuring Machine)
MİP	: Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP I-Material Requirement Planning)
OKA	: Otomatik Kontrollü Araç (AGV-Automatic Guided Vehicle)
SEA	: Sonlu Elemanlar Analizi (FEM-Finite Elements Modelling)
SK	: Sayısal Kontrol (NC-Numerical Control)
TZÜ	: Tam Zamanında Üretim (JIT-Just In Time)
YBS	: Yönetim Bilişim Sistemi (MIS-Management Information System)

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 4.1 Kullanıcı tarafından sisteme girilen veriler	69
Tablo 4.2 Benzetim modelinin doğruluğunun testi için TRACE komutunun kullanımı	74
Tablo 5.1 BDT/BDİ sistemlerine ait yazılım ve donanım alternatifleri	113
Tablo 5.2 AHP tekniğinin sonuçları	114
Tablo 5.3 Diğer benzetim verileri	124
Tablo 5.4 Ürün çeşidine göre rota matrisi	127
Tablo 5.5 Ürün çeşidine göre ilgili faaliyetlere ait işlem süreleri (gün)	128
Tablo 5.6 Mevcut sisteme ait % 95 güvenilirlik düzeyinde siparişlerin ortalama sistemde kalma süreleri verilmektedir	133
Tablo 5.7 BDT benzetim çalışması için veriler	134
Tablo 5.8 BDT/BDİ benzetim çalışması için veriler	134
Tablo 5.9 BDT/BDİ ve BDÜY entegrasyon sistemi için kullanılan veriler ...	135
Tablo 5.10 Gerçekleştirilen sistemlere ait ortalama çevrim zamanlarının kıyaslanması (tüm değerler yuvarlatılmıştır)	137
Tablo 5.11 BDT/BDİ ve BDÜY entegrasyon sistemlerine ait benzetim deneyleri sonuçları	138
Tablo E.1 Mevcut sistemin benzetim sonuçlarının t dağılımı yardımı ile değerlendirilmesi ve bu amaçla GraphPad istatistiksel değerlendirme yazılımının kullanılması	157

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : Bir üretim organizasyonunun kapalı kutu olarak gösterimi (Biemans ve Visers, 1991)	6
Şekil 2.2 : BBİ sistemine örnek bir üretim hattı (Biemans ve Visers, 1991)	7
Şekil 2.3 : BBİ sistemine örnek bir üretim kontrol sistemi (Biemans ve Visers, 1991)	7
Şekil 2.4 : Fabrika fonksiyonları ve ilgili bilgisayar desteği kavramları : BBİ' nin yapısı (Dinçmen, 1991)	9
Şekil 2.5 : Bir BBİ sisteminin kompüterize hale getirilmiş elemanları (Kahraman, 1996)	10
Şekil 3.1 : BBİ' nin gelişme eğrisi ve safhaları (Bray, 1988)	37
Şekil 4.1 : Bir bilgisayar destekli hücrenin genel yapısı	53
Şekil 4.2 : BDx sistemlerinin geliştirilme aşamaları (genel yapı)	55
Şekil 4.3 : AHP yazılımının akış diyagramı	61
Şekil 4.4 : AHP destekli benzetim üretici – genel yapı	65
Şekil 4.5 : Bir “ faaliyet “ için tanımlanmış genel bir yapı	68
Şekil 4.6 : Giriş, çıkış bilgi akışı ve ilgili görevlerin yerine getirildiği bir üretim organizasyonu	69
Şekil 4.7 : Modelin güvenilirliği ile gerçek sistemden toplanan veri detay seviyesi arasındaki bağıntı	72
Şekil 4.8 : Modelin doğruluğu ve geçerliliği ile ilgili fikirsek bir yapı (Birta ve Özmızrak, 1996)	73
Şekil 4.9 : Geleneksel bir üretim sistemine ait tüm fonksiyonlar	78
Şekil 4.10 : BDT/BDD/BDSP/BDM/BDİ sistemleri ile BDT/BDİ veri tabanı ilişkisi	83
Şekil 4.11 : BDT/BDİ/BDÜY/DSK/BDKK/KÖC/BDBP destekli üretim sistemine ait faaliyetler zinciri	84
Şekil 4.12 : Tüm BDx sistemlerine ait veri tabanları arasındaki bilgi alışverişi	85
Şekil 5.1 : MTE – Firma içi mevcut ürün tedarik süreci (faaliyet bazlı)	92
Şekil 5.2 : INTEPS sistemi modüler organizasyonu	95
Şekil 5.3 : INTEPS sistemi veri tabanı yapısı ve ilgili bölümler	97
Şekil 5.4 : INTEPS sistemi ve AS 400 donanım konfigürasyonu	98
Şekil 5.5 : MTE A.Ş. BDT sistemi veri akış organizasyonu	104
Şekil 5.6 : BDT sistemi uygulama planı (MTE A.Ş.)	108
Şekil 5.7 : BDİ sistemi uygulama planı (MTE A.Ş.)	109
Şekil 5.8 : AHP tekniği için kriterlerin birbirleri ile eşleştirilmesi	115
Şekil 5.9 : AHP tekniği için her bir kritere göre alternatiflerin birbirleri ile eşleştirilmesi	116

Şekil 5.10 : AHP tekniği için her bir kritere göre alternatiflerin birbirleri ile eşleştirilmesi	118
Şekil 5.11 : AHP tekniği için kriterlerin birbirleri ile eşleştirilmesi	118
Şekil 5.12 : BDİ sistemine ait veri akış organizasyonu (mekanik sıkmalı takımlar için)	119
Şekil 5.13 : INTEPS ve BDT/BDİ entegrasyonuna ait donanım konfigürasyonu	122
Şekil 5.14 : INTEPS ve BDT/BDİ sistemlerinin entegrasyonuna ait veri organizasyonu	123
Şekil 5.15 : BDT/BDİ sistemi ve resim alışverişinde bulunduğu bölümler arasındaki bilgi akış konfigürasyonu	125
Şekil 5.16 : Budama noktasının bulunması için mevcut sistemin benzetim modeli sonucundan elde edilen tüm mamullere ait tedarik zamanı dağılımının analizi	132
Şekil A.1 : AHP destekli benzetim üretici programı menü akışı	146



AŞAMALI BİR BİLGİSAYAR BÜTÜNLEŞİK İMALAT (BBİ) SİSTEMİ MODELİ VE BENZETİM TEKNİĞİ İLE ANALİZİ

ÖZET

Günümüzde gelişmiş olan ülkelerdeki imalat organizasyonları oldukça yoğun rekabet altındadırlar. Kaynaklar, pazar, imalat prosesleri ve ürün stratejileri ile ilgili olarak oldukça önemli değişikliklerle uğraşmaktadırlar. Bu uluslararası rekabetin sonucu olarak yalnız en üretken ve düşük maliyetle üretim yapan endüstriler hayatta kalmaktadırlar.

Bu çalışmada BDx sistemlerinden oluşan bir Bilgisayar Bütünleşik İmalat (BBİ) sisteminin adım adım geliştirilmesi ve analizi için sistematik bir yapı tanımlanmaktadır. Bu amaç için Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), benzetim ve kıyaslama teknikleri birlikte etkin olarak kullanılmaktadır. AHP tekniği bir firmada gerçekleştirilmesi düşünülen herhangi bir BDx sisteminin geliştirilmesi için kullanılacak yazılım ve donanım alternatiflerinin seçimi ve değerlendirilmesi amacı ile kullanılmaktadır. Bu teknik ile entegre olan bir benzetim üretici yardımı ile de daha ileri düzeyde firmanın modellenmiş üretim organizasyonu üzerinde seçilen alternatiflerin faydalarının analizi gerçekleştirilmektedir.

Diğer bir deyişle, çok ölçütlü bir karar verme tekniği olan AHP tekniği, bir yandan firmalara en iyi alternatifin seçiminde ve tüm alternatiflerin ağırlıklarına göre sıralanmasında yardımcı olurken, diğer taraftan bu tekniğe entegre olan bir benzetim üretici firmanın gerçek üretim organizasyonunun otomatik olarak modellemektir. Bu benzetim üretici AHP ile sıralanmış olan her bir alternatifi birer benzetim senaryosu olarak firmanın modellenen üretim organizasyonu üzerinde denemektedir. Eğer ilk alternatif firma yönetimi tarafından belirlenen performans değerlerini karşılayamazsa ikinci en iyi alternatif aynı yol izlenerek ikinci bir senaryo olarak ele alınır ve istenilen değerleri karşılayan alternatife ulaşıncaya kadar işlem devam ettirilir. AHP yazılımı ise kullanıcıya oldukça karmaşık olan ve zaman alan tüm matris hesaplamalarını elle yapmak yerine otomatik olarak yapılmasına yardımcı olur. Benzetim üreticide, SIMAN benzetim dili için gerekli olan dosyaları üretir ve modelleme, benzetim ve programlama konusunda fazla tecrübeye sahip olmayan kullanıcıya ilgili sonuçları sunar. Sonuç kısmında ise bu yapının uygulanabilirliği gerçek bir sistem üzerinde denenmektedir. Bu amaçla uygulama yeri olarak MTE A.S. seçilmiştir. Firmanın üretim organizasyonunu temsil eden benzetim modeli benzetim üretici yardımı modellenmiştir. Hem bir BDx sisteminin getirilerinin ne olacağı hem de firmanın üretim organizasyonunu nasıl etkileyeceği değerlendirilmiştir. Benzetim modeli üreteç yardımı ile modellenmiş ve bu amaçla SIMAN dosyaları oluşturulmuştur. Daha sonra ilgili alternatif için modelden elde edilen performans değerleri değerlendirilmiş ve tatmin edici sonuçlara ulaşıncaya kadar işleme devam edilmiştir.

Genel olarak, bu çalışma sırasında karşılaşılan problemler ise çalışan uyum güçlüğü ve de yetenekli işgücü bulma güçlüğüdür.

A STEP-BY-STEP IMPLEMENTATION MODEL OF A COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING (CIM) SYSTEM AND ITS ANALYSIS USING SIMULATION TECHNIQUE

SUMMARY

Nowadays, manufacturing organizations in the developing countries are under intense competitive pressures. Major changes are being experienced with respect to resources, markets, manufacturing processes, and product strategies. As result of international competition, only the most productive and cost-effective industries will survive.

In this study, a systematic structure for a step-by-step implementation and analysis of a Computer Integrated Manufacturing (CIM) system consisting of CAx systems is described, where analytic hierarchy process (AHP), simulation and benchmarking techniques are used effectively together. As AHP technique is used for the evaluation and selection of the hardware and software components for a CAx system to be implemented in a company, a simulation generator integrated with this technique is used for further analysis to measure its benefits on company's modelled production organization. In other words, while the AHP technique, one of the multiple criteria decision making tools helps companies to both select the best alternative and sort the remaining those by weight, as a simulation generator integrated with it is used to model the real-life production organization of a company automatically, which tries the AHP's ranked alternatives as simulation scenarios on its modelled organization. If the first ranked-alternative as the first scenario does not satisfy to the performance values determined by the company's management, the second best ranked one is taken into account as the second scenario by following the same way, until reached the alternative satisfying the values required. An AHP software allows also the user to make the AHP's all complex and time-consuming matrix calculations automatically instead of making them manually, while the generator produces both of the required files for SIMAN simulation language and its results for the user, who does not have further experience on knowledge of simulation, modelling and programming techniques. In final section, this structure was applied to a company, MTE A.S. as a case study in order to prove its applicability on a real-life system. A simulation model representing its product organization was built by using simulation generator in order to determine both what any CAx system would bring to light and how it would affect the performance of the company's production organization. Simulation model was built thanks to the generator in order to produce both of the SIMAN files. Then, some performance values for each ranked alternative were obtained from the model. Then these values were evaluated relating to the required performance criteria. The process was repeated until reached to the best solution.

Generally, some problems were met in the implementing stage of CAD/CAM systems, such as the adoption process of workers and lack of well-educated personnel so on.

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Günümüzde ekonomik açıdan globalleşmeye doğru giden bir dünyada oluşan yoğun rekabet firmaları oldukça zor durumda bırakmaktadır. Bunun sonucunda firmalar sadece kendi ülkeleri içindeki rakipleri ile mücadele etmek yanında dünyadaki diğer rakipleri ile de baş etmek zorunda kalmışlardır. Bu yüzden firmalar zamanında teslimat, uygun kalite ve uygun fiyat vb. hususlarda rekabet edebilmek için ileri imalat teknolojilerini kullanmaya yönelmişlerdir.

Bu ileri imalat teknolojilerinin en önemlilerinden birisi hiç kuşkusuz tüm imalat sistemini hem idare hem de teknik yönetimini içine alan ve her aşamada bilgisayar teknolojisinde yararlanan Bilgisayar Bütünleşik Üretim (BBI) sistemidir. Firmalar, BBI felsefesini kısmen veya tamamen imalat sistemlerinin her bir noktasına uyarlamaya çalışmışlardır. Ayrıca, bu tür sistemlere yapılan yatırımların pahalı ve uzun vadeli olması firmaları daha çok bireysel sistemlere daha sonra da kısmi entegrasyon sistemlerine yöneltmiştir. Bu noktada söz konusu olan diğer bir husus ise bireysel sistemlerden kısmi entegrasyon sistemlerine, kısmi sistemlerden de tam entegre sistemlere nasıl geçileceğinin belirlenmesidir. Tüm imalat veri tabanının diğer bölümler tarafından ortak olarak kullanılması ile imalat zamanlarında, ürün tedarik zamanlarında vb. gözle görülür bir gelişme sağlamaktadır. Bu da firmalara yoğun rekabet ortamında oldukça pozitif faydalar getirmektedir.

Özellikle, ülkemiz firmaları açısından da Gümrük Birliği` ne ilk adımı attığımız bugünlerde bu tür sistemlerin kullanılması oldukça önem kazanmıştır. Firmalar çoğunlukla BDT ve BDI sistemlerini ayrı ayrı sistemler olarak kullanmaktadırlar. Ama gelişen teknoloji sayesinde bu tür sistemler artık entegre hale getirilmiştir. Daha sonra süreç planlama, kontrol ve mühendislik analiz fonksiyonları bu sistemlere

entegre edilmişlerdir. Bundan sonra bilgisayar bütünleşik yolda ülkemizde sadece belli başlı firmalarda tam otomasyona doğru ilerlenmeye başlanmıştır.

Fakat buradaki problem bilgisayar destekli sistemleri (BDx) gerçekleştirmek isteyen firmaların ne yapması gerektiğidir ? Hangi aşamalardan geçmelidirler ? Faydalarını nasıl ölçeceklerdir ? Bu problemlerin üstesinden gelmek amacı ile bu tezde, BBİ sistemi içerisinde yer alan modüllerin (BDT, BDİ, BDM, BDSP vb.) kurulmalarını, geliştirilmelerini ve performanslarının analizlerini gerçekleştirmek amacı ile aşamalı bir yapı ve analiz tekniği ortaya konmaktadır. Ayrıca ülkemiz boyutuyla ilgili bir uygulama sunulmaktadır. Bu konu ile ilgili daha ayrıntılı bilgi 6. Bölüm’de verilmektedir.

Bu tez aşağıdaki tanımlandığı gibi 6 bölümden oluşmaktadır :

1. Bölüm Giriş bölümüdür.
2. Bölüm’ de ise BBİ ile ilgili tanıtıcı bilgiler, ileri imalat teknolojilerinin değerlendirilmesi ve sosyo-ekonomik yönleri ile kısaca açıklamalar verilmektedir.
3. Bölüm’ de ise BBİ sistemlerine geçiş aşamaları ve entegrasyon ile tanıtıcı bilgiler verilmektedir. Ayrıca entegrasyon ile ilgili olarak bir genel değerlendirme yapılmaktadır.
4. Bölüm’ de ise BDx sistemlerinden oluşan bir BBİ sisteminin geliştirilmesi ile ilgili olarak aşamalı bir yapı önerilmektedir. Her bir BDx sisteminin gerçekleştirilmesi aşamasında ise analitik hiyerarşi süreci (AHP), benzetim ve kıyaslama gibi teknikler kullanılmaktadır. AHP tekniği, kurulacak BDx sistemi için gerekli yazılım ve donanım alternatifini belirlenmiş kriterler yardımı ile seçmektedir ve aday alternatifleri ağırlıklarına göre sıralamaktadır. Benzetim tekniği ise AHP ile entegre bir şekilde ilk önce kullanıcıdan aldığı verileri kullanarak BDx sisteminin kurulacağı firmanın üretim organizasyonunu modellemektedir. Daha sonra AHP işlemi sonucunda elde edilen ve sıralanan alternatifler en büyük ağırlığa sahip olandan başlayarak modellenmiş üretim organizasyonu üzerinde denenmektedir. Eğer benzetim çalışması sonucunda denen alternatif firma yönetimi tarafından uygun

bulunmazsa, ikinci en iyi alternatif denenmeye alınmaktadır ve firma yönetimi tarafından tatmin edici sonuçları üreten bir alternatife rastlayıncaya kadar bu işlem devam etmektedir. AHP işlemi ile seçilen ve sıralanan alternatifler henüz gerçekleştirilmemiş olduğu için benzetim deneyleri için gerekli bilgiler “ kıyaslama (benchmarking) “ tekniği kullanılarak elde edilmektedir.

Bu teorik yapı aynı zamanda finansal konularla ilgili olarak ta bir değerlendirme yapmaktadır. Ayrıca, BBİ ve BDx sistemleri ile ilgili olarak literatürden alınmış önemli çalışmalar sunulmakta ve çalışmayla özdeşleştirilmektedir.

5. Bölüm’ de ise uygulama yeri olarak ülkemizin önde gelen kuruluşlarından Makina Takım Endüstrisi A.Ş. seçilmiştir. Bu firma içerisinde bir BDT/BDİ sistemlerinin nasıl kurulabileceği ve BDÜY sistemi ile nasıl bütünleştirileceği konuları üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Uygulama, 4. Bölüm’ de önerilen aşamalı bir geliştirme modeli baz alınarak gerçekleştirilmiştir.

6. Bölüm’ de ise sonuçlar ve tartışma kısmı yer almaktadır.

Bu tezde dikkat edilen diğer bir husus ise teknik türkçe dilini geliştirmek amacı ile yabancı terimler ve kısaltmalar yerine türkçe terim ve kısaltmaların kullanılmasıdır. Bu amaç için tezin ön kısmında kullanılan türkçe terimlerle birlikte ingilizce karşılıkları verilmektedir.

BÖLÜM 2

BİLGİSAYAR BÜTÜNLEŞİK İMALAT (BBİ)

2.1 Giriş

Bu bölümde, Bilgisayar Bütünleşik İmalat (BBİ) sistemi ile ilgili tanıtıcı bilgiler verilmektedir. Ayrıca, bu tür teknolojilerinin ekonomik olarak değerlendirilmeleri ve sosyo-ekonomik yönleri de kısaca açıklanmaktadır.

2.2 Tanımı

Literatürde, BBİ ile ilgili olarak bir çok tanım mevcuttur. Ama, BBİ en genel hali ile aşağıdaki gibi tanımlanabilir (Mitchell, 1991).

“ Bilgisayar Bütünleşik İmalat (BBİ), ürün tasarımı, imalat ve pazarlama gibi fonksiyonlardan oluşan ürün tedarik sürecinin etkinliğini daha da artırmayı hedefleyen bir üretim felsefesidir. Aynı zamanda kalite, rekabet ve üretkenlik gibi kavramları da iyileştirmeyi amaçlamaktadır. “

BBİ' e yönelik çalışmaların önemini vurgulamak amacı ile Amerika' da 5 büyük şirket üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular örnek olarak verilebilir (Mitchell, 1991) :

1. Tasarım maliyetlerinde azalma	% 25-30
2. Tedarik sürelerinde azalma	% 30-60
3. Ürün kalitesinde artış	2-5 kat

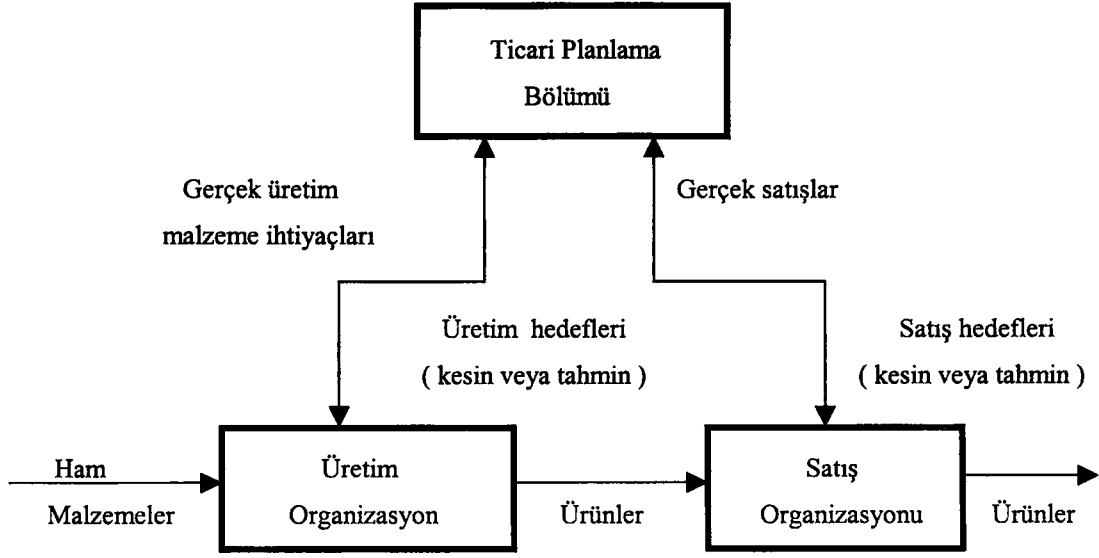
4. Mühendislerin yeteneklerindeki artış	3-35 kat
5. Üretim operasyonlarının üretkenliğindeki artış	% 40-70
6. Yarımamul oranında azalma	% 30-60
7. Personel maliyetlerinde azalma	% 5-20

2.3 Amacı

Bir BBİ yapısının amacı, bileşenlerden oluşan bir yapının nasıl entegre edileceğini göstermektir. Kısaca bu bilgisayar destekli yapı, birbirini etkileyen bileşenlerden oluşan bir üretim organizasyonunu tanımlamaktadır. Ayrıca, bileşenlerin tüm üretim organizasyonunun performansını nasıl etkileyeceğinin de analizini yapmaktadır. Bir üretim organizasyonunun performansı üretim hedeflerini ne derece karşıladığıyla ilgili olarak değerlendirilebilir.

Bazı performans ölçümleri bir üretim organizasyonuna Şekil 2.1' de görüldüğü gibi bir kara kutu olarak uygulanabilir. Ama sorun tüm performans hedeflerinin nasıl analiz edileceğidir ? Bir üretim organizasyonu malzeme yönetimi, ürün tasarımı ve çizelgeleme vb. gibi çeşitli bölüm ve insanlarından oluşmaktadır. Tüm üretim organizasyonunun performansını etkileyen her bir bölümün davranışı tam olarak belli değildir. Bu yüzden bu yapı, bileşenlerin bir bütün üzerindeki etkisinin nasıl olacağını göstermek zorundadır (**Biemans ve Vissers, 1991**).

Tüm organizasyon yapısına bütün bileşenlerin uyumlu bir şekilde katkıda bulunabilmesi için üretim organizasyonunun ne şekilde kontrol edileceği önemli bir sorundur. Örneğin, bir bakım bölümü ele alındığında, bu bölüm üretim içerisindeki herhangi bir tezgahı tamir ve bakım için durdurmak isteyecektir. Ama imalattaki sorumlu ise işleri zamanında yetiştirmek için tezgahın bakımını umursamayacaktır. Bu durumda bakım ve üretim arasında bir kargaşalık doğacaktır. Bakım veya üretim bölümündeki iyileştirme çalışmaları bu karışıklılığı daha da artıracaktır. Bu da büyük olasılıkla, tüm üretim organizasyonunun performansını iyileştirmeye katkıda bulunmayacaktır. Bu gibi koordinasyon problemleri böyle rahatça görülemez ama organizasyon içindeki alt sistemlerin etkinliğini etkiler.



Şekil 2.1 Bir üretim organizasyonunun kapalı kutu olarak gösterimi (**Biemans ve Vissers, 1991**).

Koordinasyon problemlerine ek olarak,tüm imalat içerisindeki iyileştirme faaliyetlerinin getirisi bu yüzden tam olarak elde edilememektedir. Örneğin,bir depo üzerinde talepleri zamanında dağıtmak için bir çalışma yapıldığında bu çaba, depodan üretim hattına daha fazla malzeme akışı sağlayacağından dolayı tüm üretim performansını olumsuz etkileyebilir. Bunun çaresi ise bu üretim hızına uygun dağıtım yapmaktır.

Özetlemek gerekirse,bir üretim organizasyonunun esnekliğini ve etkinliğini iyileştirmek için halledilmesi gereken problemlerden birisi yerel kontrol (her bir bölümün) faaliyetlerinin tüm organizasyonu nasıl etkileyeceğinin belirlenmesidir. Bir üretim organizasyonunun tüm performansı üzerinde rol oynayan yerel kontrol faaliyetlerinin ortaya çıkarılmasına yardımcı olan bir BBİ yapısı firmalara çok faydalı olacaktır (**Biemans ve Vissers, 1991**).

2.4 Genel yapısı

Böyle bir sistemin kurulmasının amacı, üretim organizasyonunun bilgisayar yardımı ile nasıl kontrol edileceğinin belirlenmesidir. Başka bir deyişle, üretim hedeflerine

Bir taşıma sistemi çeşitli iş istasyonlarını birbirine bağlayan bir araçtır. İş parçaları taşıma sistemine girer ve ilgili montaj istasyonlarına taşınırlar. Daha sonra aynı parçalar kalite testlerinin yapılması için kalite kontrol istasyonlarına iletilirler. Eğer kalite kontrol sonuçları olumsuz ise, parçalar tamir istasyonlarına gitmektedirler. Daha sonra yine test istasyonlarına gelmektedirler. Eğer tüm testler olumlu ise parçalar taşıma sistemi ile daha sonraki operasyonun yapılacağı yere götürülürler.

Bundan sonra bir de kontrol ünitesi düşünelim (Şekil 2.3). Her bir iş istasyonu iş parçasını tanıyıp üzerinde daha önceden belirtilen operasyonu yerine getirmek için kendi kontrol sistemine sahiptir. Aynı şekilde taşıma sistemi de kendi kontrol sistemine sahiptir. Bu kontrol sistemi üretilmek istenen ürünü elde etmek için parçanın gitmesi gereken iş istasyonlarını belirler ve konveyör kullanarak her bir parçayı ilgili iş istasyonunun giriş kısmına ulaşmasını kontrol eder. Aynı zamanda test istasyonlarından gelen kalite kontrol verilerini analiz eder ve bir parçanın tamir istasyonuna, test istasyonuna veya çıkışa gidip gitmeyeceğine de karar verir. Bu kontrol yapısı ile parçalar işlenmekte, kontrol edilmekte ve gerekirse tamir edilmektedir. Bununla birlikte, bu yapı rijit bir kontrol şemasını göstermektedir. Ama ürün, operasyonlar ve yerleşim ile ilgili değişiklikleri yapma esnekliği sınırlıdır.

Bir BBİ yapısı bir organizasyonun nasıl kontrol edilebileceğini tanımlamaktadır. Bu yapı tamamen bilgisayar destekli hale getirilmiş imalat kontrol sistemi olarak ta yorumlanabilir (**Biemans ve Vissers, 1991**).

2.5 Modülleri

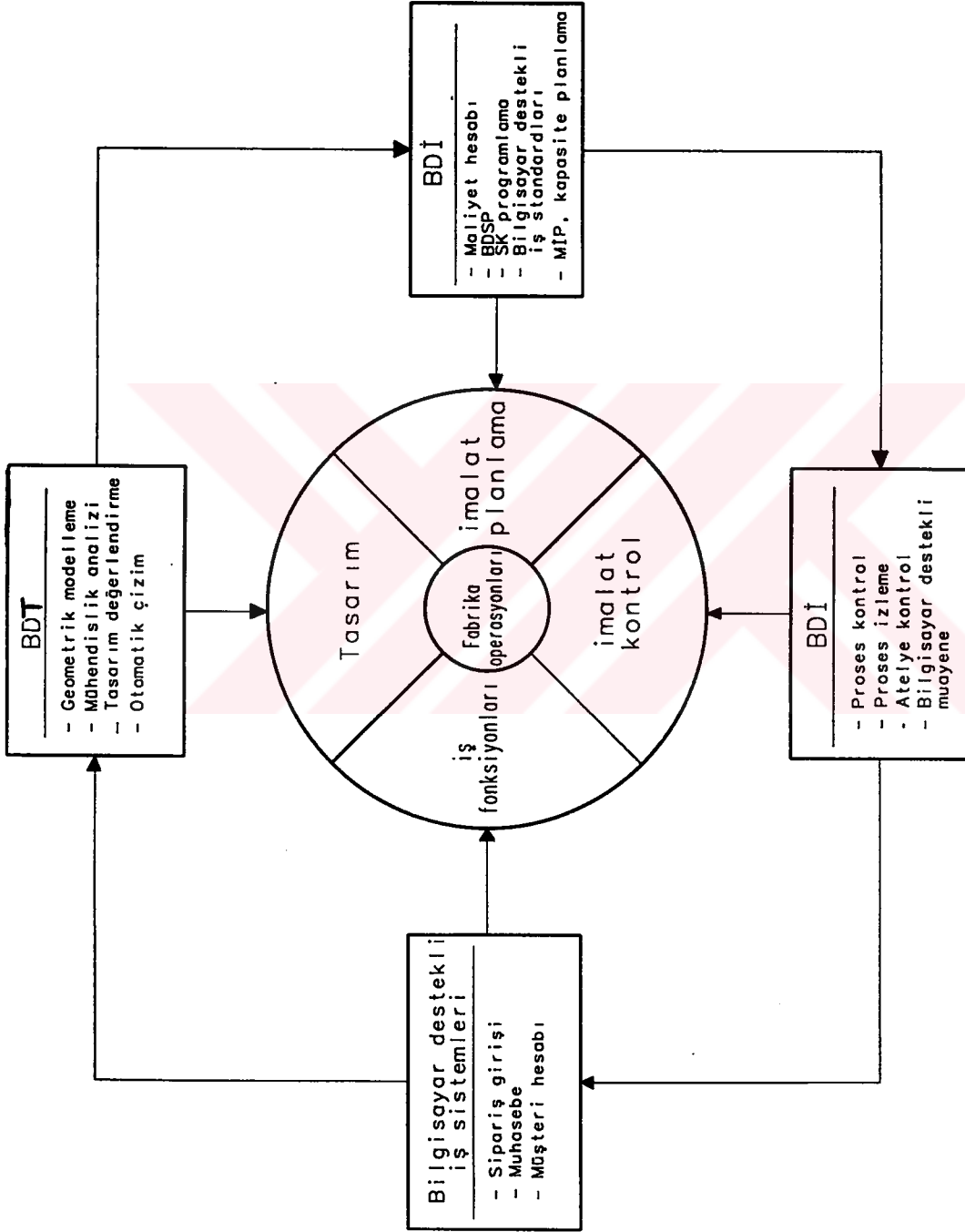
Bilgisayar Bütünleşik İmalat, ürün tedarik süreci içerisindeki alt sistemlerin otomasyonu ve entegrasyonu ile meydana getirilmiş olan komple bir sistemdir (Şekil 2.4).

Ayrıca bir BBİ sisteminin kompüterize edilmiş elemanları Şekil 2.5 'te verilmektedir (**Dinçmen, 1991**).

Şekil 2.4. Fabrika fonksiyonları ve ilgili bilgisayar desteği kavramları : BBİ' in yapısı (**Dinçmen, 1991**).

Fabrika Fonksiyonu	İlgili Bilgisayar Desteği
Ürün Geliştirme - Planlama - Hesaplama	BDM (Bilgisayar Destekli Mühendislik)
Ürün Tasarlama - Taslak Çizimler - İmalat Resimleri	BDT (Bilgisayar Destekli Tasarım) BDD (Bilgisayar Destekli Dökümantasyon)
İmalat Planı Hazırlama - Ne, ne ile - Nasıl, ne sürede işlenecektir. BDT/ BDİ Sistemleri (BDT, BDD, BDM, BDSP, DSK, BSK, SK, Dağıtılmış Sayısal kontrol , SK Programlama)	BDSP (Bilgisayar Destekli Süreç Planlama)
Üretim Planlama - Ne, kaç tane - Nerede, ne zaman işlenecektir.	BDÜY (Bilgisayar Destekli Üretim Yönetimi)
Üretim Kontrol - İmalata Başlama - İş akışı kontrol MİP - İKP - TZÜ - GT - OPT (Malzeme İhtiyaç Planlaması - İmalat Kaynak Planlaması - Tam Zamanında Üretim - Grup Teknolojisi - Optimize Edilmiş İmalat Teknikleri)	
Üretim - Tezgahlar - Düzenler - Montaj - Depolar - Taşıma Sistemleri EİS - EMS (Esnek İmalat ve Montaj Sistemleri)	SK (Sayısal Kontrol) DSK (Doğrudan Sayısal Kontrol) BSK (Bilgisayarla Sayısal Kontrol) ROBOTİK Robotlarla yapılan işlemler (Robotik) BDMS (Bilgisayar Destekli Montaj Sistemi) BDDS (Bilgisayar Destekli Depolama Sistemi) BDTS (Bilgisayar Destekli Taşıma Sistemi)
Kalite Kontrol Üretimle ilgili bilgi toplama veri bankaları Bakım Planlama ve kontrol	BDKK (Bilgisayar Destekli Kalite Kontrol) BDKG (Bilgisayar Destekli Kalite Güvencesi) KÖC (Koordinat Ölçme Cihazları) MIS (Yönetim Bilişim Sistemleri) BDBP (Bilgisayar Destekli Bakım Planlama)

Şekil 2.4. Fabrika fonksiyonları ve ilgili bilgisayar desteği kavramları : BBİ' in yapısı (Dinçmen, 1991)



Şekil 2.5 Bir BBİ sisteminin kompüterize hale getirilmiş elemanları (KAHRAMAN, 1996)

2.5.1 Bilgisayar destekli tasarım ve imalat (BDT/BDİ) sistemleri

Bilgisayar destekli tasarım ve imalat sistemleri bir mamulün veya ürünün tasarımdan imalatına kadar olan süreci bilgisayar destekli bir yapıya dönüştüren sistemlerdir. BDT/BDİ sistemleri modüler yapıda bir çok sistemlerin biraraya gelip entegrasyonu sonucu ortaya çıkan sistemlerdir. Bu modüller BDT (bilgisayar destekli tasarım), BDD (bilgisayar destekli dökümantasyon), BDSP (bilgisayar destekli süreç planlama), BDM (bilgisayar destekli mühendislik), BDİ (bilgisayar destekli imalat) BSK (bilgisayar sayısal kontrol), DSK (doğrudan sayısal kontrol), SK (sayısal kontrol)' dur.

2.5.1.1 Bilgisayar destekli tasarım (BDT)

Bilgisayar destekli tasarım (BDT), bir tasarımın yaratılmasında, değişikliklerin yapılmasında, analiz ve optimizasyonunda bilgisayar desteğinden yararlanmak olarak tanımlanabilir. Bilgisayar sistemleri belirli bir müşteri tarafından istenilen tasarım fonksiyonlarını yerine getiren donanım ve yazılıma sahiptir. Bir BDT donanımı bir bilgisayar ve buna bağlı bir veya birden fazla ekranı vb. içermektedir. Bir BDT yazılımı ise bilgisayar üzerinde grafiksel faaliyetlerin ve mühendislik uygulamalarının müşteri istekleri doğrultusunda yapılmasını sağlayan bir yazılımdır. Bir BDT sisteminde bulunan herhangi bir ürün için gerekli tüm teknik veriler (malzeme bilgileri, imalat bilgi ve dökümanları vb.) imalat sistemi veri tabanının önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Daha önce kağıt üzerinde (2 boyutlu) çalışan teknik adamlar artık BDT sistemi sayesinde 3 boyutlu modelleme sayesinde tasarlanan ürünün tüm teknik özelliklerini ekranda görebilmektedirler. Bu da büyük oranda tasarımdan doğacak hataların hemen görülüp düzeltilmesine imkan vermektedir. İmalat sırasında ortaya çıkabilecek her türlü problem (gereğinden daha dar veya geniş tolerans sınırları, üretilmesi güç olan parçalar veya imalatı zorlayacak prosesler vb.) bu aşamada ele alınıp çözümleri tasarıma yansıtılmaktadır.

2.5.1.2 İki boyutlu çizim (Drafting)

Tüm teknik çizimler ya her türlü detayıyla bu modülde hazırlanır ya da 3 boyutlu tasarım modülü ile entegre bir şekilde, 3 boyutlu resimden 2 boyutlu detay resimlere otomatik olarak geçilir.

Tüm teknik çizimler ortak bir veri tabanında saklanır. Bu fonksiyonu yerine getirmek için çizimci veri tabanına girer ve herhangi bir parça tasarımını ekrana getirir. Daha sonra aşağıdaki değişiklikleri sırası ile yerine getirebilir :

1. Resimler üzerinde detay çalışması yapılır
2. Çizgiler ve köşe radyüsleri düzeltilir
3. Yerleştirme (referans) eksenleri kaldırılır
4. Alanlar taranabilir (kesit alındığında)
5. Matkap delikleri tanımlanır
6. Ölçülendirme yapılır (metrik veya inç vb.)
7. Toleranslar verilebilir
8. Resim üzerine gerekli her türlü bilgi yazılabilir

vb.

Şirket için özel antet ve resim formları sistem sayesinde kolayca hazırlanabilir. Çizim yapan kişiye değişik şekildeki görünüşler yardımı ile (izometrik, perspektif vb.) yardımcı olunabilir. İmalat prosesi için gerekli tüm teknik bilgiler bu safhada hazırlanır.

2.5.1.3 Bilgisayar destekli süreç planlama (BDSP)

Herhangi bir iş parçasına ait bir çizim imalat sürecine uygun olarak yorumlanmak zorundadır. Bu durumda her bir parça için bir imalat rotası (operasyon sırası, teknik veriler vb.)' nin hazırlanması gereklidir.

En yaygın olarak BDSP sistemlerinin temeli, parçaların sınıflandırılması, kodlama ve grup teknolojisine dayanır. Bu yaklaşımda parçalar ve ilgili aparatlar imalat özelliklerine göre parça ailelerine gruplandırılır. Her bir parça ailesi için standard bir süreç oluşturulur. Bu standard süreç bilgisayarda depolanır ve gerektiği zaman bu aileye ait yeni bir parça sözkonusu olduğunda kullanılır. Bazı yeni parçalar için varolan bir süreç planının güncelleştirilmesi gerekebilir. Bu güncelleştirme o parçaya ait imalattaki herhangi bir operasyonun özelliklerinin değiştirilmesini içerebilir. Tüm süreç planı parçanın geçeceği makinaları da içerecek şekilde dökümanite edilir. Alternatif makina değişiklikleri yapılır. Bu sistemlerde eksiksiz ve doğru bilgilerin

alınması ve derlenmesi oldukça önemli bir hususdur. Bu da çok iyi bir bilgi alışverişini gerekli kılmaktadır. Bir çok BDT/BDİ sisteminde bu sorun imalat seviyesinden elektronik sistemler aracılığıyla bilgilerin sisteme kaydedilmesi ile çözülmektedir. Bu yapılmazsa sistem imalat seviyesindeki değişikliklerden (makina ilerleme ve devrindeki değişiklikler, bakıma ayrılan tezgahlar vb.) haberdar olmayacak ve eski verileri kullanarak çalışmasını sürdürecektir (**Zimmers, 1995**).

2.5.1.4 Bilgisayar destekli mühendislik (BDM)

Analiz yetenekleri imalat prosesini destekleyen ve parçanın çalışma şartlarının benzetimini yapan özellikler toplamıdır. Aşağıda, bu yeteneklere ait bilgiler verilmektedir (**Zimmers, 1995**) :

1. Bir BDT/BDİ sisteminin analiz yetenekleri içerisinde en yaygın olarak kullanılanı kütle özellikleridir. Bu özellik otomatik olarak herhangi bir parçaya ait eylemsizlik momenti, kütle merkezi vb. bilgileri vermektedir. Herhangi bir eksen etrafında döndürülen bir kesitin oluşturduğu hacim, ağırlık, eylemsizlik momenti ve kütle merkezi gibi değerler hesaplanabilmektedir. İşleme sırasında ortaya çıkan bir çok problem bu yetenekler kullanılarak analiz edilebilmektedir

2. Bu uygulamada mühendis , bir montaj işlemi ile ilgili tüm parçaları ekrana getirip bir teknik ressam için gerekli olan herşeyi tanımlayabilir.

3. Bir çok parça veya parçaların herhangi bir kısmı işleme süreci sırasında (veya kullanılırken) stres koşullarına ve önemli derecede ısı transferine maruz kalmaktadır. Bu yüzden tasarım aşamasında bazı hesaplamalar yapılır. Bir matematiksel yöntem verilen bir parça üzerinde bu etkileri analiz eder. Bu sonlu elemanlar analiz tekniğidir. Bu teknikte 3 boyutlu model ayrı ayrı hesaplama kolaylığı olsun diye küçük küp veya kiriş şekline bölünür. Bir parça üzerindeki toplam etki bu alt kısımlar üzerine gelen her bir etkinin toplamına eşittir. Sonlu elemanlar için model otomatik olarak üretilir. Bir çok BDT / BDİ yazılımı bunu desteklemektedir. Kullanıcı isterse sonlu elemanlar modülünün oluşturduğu parça modelinin özelliklerini değiştirebilir. Elemanlar (tüm parçayı oluşturan) numaralanır ve grafik sistem sayesinde düğüm noktalarının koordinatları otomatik olarak hesaplanır.

Analiz için bilgisayara veri girişi yapılıncaya kadar sistem analiz için modeli hazırlar. Eğer geometri bir değişikliğe gereksinim duyacaksa yapılan analiz bunu göstermektedir. Bu değişiklik için tasarım aşamasına dönülür, tasarım değiştirilir ve tekrar analiz modülüne dönülebilir. Bu tasarım aşamalarına geri dönüş ve analiz modeline dönüş istenilen niteliklerde parça elde edilinceye kadar devam eder.

2.5.1.5 Bilgisayar destekli imalat (BDİ)

Bilgisayar destekli imalat, mevcutretim kaynakları ile dolaysız ya da dolaylı olarak ilgili olan bir imalat tesisinin operasyonlarının planlanması, kontrolü ve idare edilmesi için bilgisayar kullanılması olarak tarif edilebilir.

BDİ uygulamaları iki ana kategoriye ayrılabilir :

1. Bilgisayar yardımı ile takip ve kontrol
2. İmalat desteği

Bilgisayar destekli süreç izleme, süreç ve ilgili donanımların takip edilmesi amacı ile bilgisayar desteğinin kullanılmasıdır (rneğin imalat sürecinden veri toplanması) Bilgisayar vasıtası sistem operasyonu doğrudan kontrol etmez. Sürecin kontrolü, bilgisayar tarafından derlenen bilgileri kullanarakretimi yönlendiren operatörlerin inisiyatifindedir. Bilgisayar destekli süreç kontrol bir adım daha ileriye giderek yalnız süreci gzlemez aynı zamanda gözlemlere dayalı olarak kontrolde eder. Bilgisayarla takip sayesinde işleme süreci ile bilgisayar arasındaki veri akışı yalnız bir yöndedir. Bu yönde süreçten bilgisayara doğrudur. Süreç kontrolde bilgisayar bağlantısı verinin iki yönde de akmasına izin verir. İşleme sürecinden bilgisayara sinyaller gözlem sırasında iletilir.

Süreç izleme ve kontrol amacı ile DSK sisteminin kurulmasına ek olarak, BDİ aynı zamanda imalat operasyonlarının yerine getirilmesinde dolaylı olarak ta yardımcı olur. Bazı uygulamalarda bilgisayar imalat sürecine doğrudan bağlanmaz. Bunun yerine bilgisayarretim kaynaklarının daha verimli olarak kullanılması amacı ile ihtiyaç duyulan planlar, programlar ve tahmini bilgiler için off-line olarak ta

kullanılır. BDI' nin imalata olan desteğinin en tipik örneği imalat için gerekli olan SK kodlarının üretilmesidir.

2.5.1.6 Doğrudan sayısal kontrol (DSK)

Geleneksel SK sisteminde bir çok problem vardır. Parça programları ya disket yada teyp vasıtası ile tezgahlara aktarılmaktadır. Bu yüzden SK/BSK tezgahlarının genel amaçlı bir bilgisayar kullanarak bir noktadan kontrolü fikri DSK sistemlerini ortaya çıkarmıştır.

Doğrudan sayısal kontrol sistemi, bir çok tezgaha direk bağlantısı olan merkezi bir bilgisayar vasıtası ile imalat sisteminin on-line kontrolü olarak tanımlanabilir. Teyp okuyucusu bir SK sisteminin en az güvenilir olanıdır. Bu yüzden DSK sisteminde kullanılmaz. Teyp sürücüsü kullanmak yerine parça programları bilgisayar hafızasından tezgahlara kablolar (bu amaçlar için üretilmiş ve veri kaybına neden olmayan) vasıtası ile iletilirler.

Bir DSK sisteminin 4 ana bileşeni vardır :

1. Merkezi bir bilgisayar
2. SK parça programlarının depolandığı bir bilgi tabanı
3. İletişim bağlantıları
4. Tezgahlar (SK / BSK)

Bilgisayar veri tabanından daha önce hazırlanmış olan SK programını çağırır (bu program otomatik olarak BDT sisteminde çizilen parça geometrisinden elde edilir) ve onları ihtiyacı olan tezgahlara ayrı ayrı gönderir. Aynı zamanda tezgahlardan da ihtiyaç duyulan bilgi bu sistem sayesinde alınabilir. İki yönlü bilgi alışverişi gerçek zamanlı (real-time) olarak yapılabilir. Tezgahlara merkezi bilgisayardan ihtiyacı olan bilgiler anında iletilir.

2.5.1.7 Bilgisayar sayısal kontrol (BSK)

Yıllar geçtikçe sayısal bilgisayarların fiziksel boyutu ve maliyeti gittikçe azalmaktadır. Aynı zamanda hesaplama hızları da o derece artmaktadır.

Bu gelişmelerin ışığında BSK sistemlerinin kullanımı son yıllarda daha da yaygınlaşmıştır.

BSK, temel SK programlarını icra etmek için bilgisayar yazılımı kullanan bir SK sistemidir. Bilgisayar hem BSK' de hem de DSK ' de kullanıldığı için bu iki kontrol sistemi ile ilgili çok fazla yanlış anlaşılma vardır. Temel farklılıkları ise aşağıdaki gibidir :

1. DSK sistemindeki bilgisayarlar, talimat verilerini dağıtmak, SK tezgahlarından veya imalat hücrelerinden veri toplamak amacı ile kullanılır. BSK sistemi ise bir imalat hücresi içindeki bir veya birkaç tezgahı kontrol etmek için kullanılır.
2. DSK bilgisayarları kontrolü altındaki tezgahları uzaktan kontrol eder. BSK ise tezgahlara yakın bir noktadadır veya tezgah üzerindedir.
3. DSK yazılımı yalnız üretim donanımının her bir parçasını kontrol etmenin yanında bir firmanın imalatındaki yönetim bilgi sisteminin akışını sağlamak için de geliştirilmiştir. BSK yazılımı ise özel bir SK tezgahının yeteneklerini artırmak için geliştirilmektedir.

Hemen hemen tüm BSK tezgahları üzerinde operatörünün SK programını değiştirmesi ve ekleme yapması amacı ile yeterli donanım mevcuttur. Hatta bir çoğunda iş parçasına ait işleme özellikleri parça işleme benzetimi sayesinde görsel olarak operatöre sunulmaktadır. Herhangi bir program yanlışlığı anında düzeltilebilmektedir (**Zimmers, 1995**).

2.5.1.8 Dağıtılmış sayısal kontrol (DaSK)

DSK sisteminin daha genişletilmiş şekli dağıtılmış sayısal kontroldür (DaSK). Bu yapı imalatla bütünleşik BDT/BDİ sistemine uygundur. Dağıtılmış sayısal kontrol sistemi DSK sisteminin merkezleştirilmiş veri tabanı özelliğiyle BSK tezgah özelliklerini birleştiren bir yapıdır. Bu sistem imalat için uygun bir iletişim yapısı ortaya koyar. Aynı zamanda kağıt işini yok eder ve otomatik parça kütüphanesi

oluşturur. İmalatla ilgili her türlü bilgiyi elde etme ve çok uzun parça programlarını çalıştırma yeteneğine sahiptir.

İmalat sisteminin etkinliğini artırmak için DaSK sisteminin kullanılmasının bir çok sebebi vardır

1. Herhangi bir tezgahla iletişim kurabilen düşük maliyetli mikroişlemcilerin mevcudiyeti .
2. Parça programlarının dağıtılması için mikrobilgisayarları etkin bir yönetim aracı yapan donanımların ucuzlaması.
3. Fiber optik gibi veri iletişimi tesislerinin geliştirilmesi.
4. Sistemin imalatla entegrasyonunu sağlayan BSK tezgahlarının kullanımının artması.
5. Parça programları ve veri iletimleri için standartların oluşturulması.
6. Yöneticilerin bilgisayarlara olan yakınlığı.
7. BDT / BDİ ve MİP sistemlerinin başarısı sayesinde, yöneticiler bilgisayar kullanarak imalat sisteminin etkinliğini daha da artırmak istemeleri.
8. Geleceğin fabrikasını oluşturma faaliyetinin kilit noktası imalat prosesi ile mühendislik ve planlama fonksiyonlarının entegre edilmesidir.

Entegrasyon süreci dağıtılmış sayısal kontrolün temelidir. Üretim araçlarının ve BDT sisteminin entegrasyonu EİS'leri gibi imalat sistemlerinin kurulmasına ve geliştirilmesine olanak tanır. DaSK sisteminin faydalarını optimize etmek için sistemin ana elemanları en iyi şekilde tanımlanmak zorundadır.

Dağıtılmış sayısal kontrol sisteminde bulunan ana fonksiyonlar ise, editleme, çıktı ve çizilen parça ve programlarıdır. Dosya yönetimi, parça programlarına ait

kütüphanelerin otomatik olarak oluşturulmasını sağlar. Mükemmel bir DaSK sistemi BDT / BDİ ve parça programlama sistemi ile sağlıklı bir entegrasyon oluşturmak zorundadır. Bilgisayar ağıları gelecek için ihtiyaç duyulacak etkin bir araçtır (Zimmers, 1995).

2.5.2 Bilgisayar destekli üretim yönetimi (BDÜY)

Bilgisayar destekli üretim yönetimi (BDÜY) sistemlerinde aşağıda belirtilen dört yaklaşım yaygın olarak kullanılmaktadır (Mutlu, 1995):

1. Malzeme ihtiyaç ve imalat kaynak planlaması (MİP / İKP)
Kapasite ihtiyaç planlaması (KİP)
2. Tam zamanında üretim (TZÜ)
3. Optimize edilmiş üretim teknolojisi (OPT)
4. Grup teknolojisi (GT)

2.5.2.1 MİP / İKP sistemleri

MİP ilk defa 1960' lı yılların başlarında ABD' de geliştirilmiştir. Malzeme tedarik planlamasına bilgisayar desteği ile yeni bir anlayış getirmiştir. İlk çalışmalarda sadece üretilecek ürünün, ürün ağacında yer alan çeşitli malzemelerin, zaman ekseninde planlanması ve buna göre malzeme edinmenin terminlemesi şeklinde yapılmıştır. Zamanla etkin atelye kontrolü, süreç planlama kapasite analizleri, finansal planlama ve maliyetlendirme özellikleri ile gelişimini sürdürmüştür.

MİP sistemleri, pazarlama, mühendislik, finansman, imalat ve stok kontrol fonksiyonlarını birarada ortak bir veri tabanına dayandırarak açık sistem aracılığıyla yerine getirmesi dolayısıyla diğer üretim planlama yaklaşımları (TZÜ, OPT vb.) arasında popülaritesini ve değerini her zaman koruyan sistemlerdir.

MİP sistemleri, işletmelere büyük şeffaflık ve açıklık getiren özelliklerinin yanı sıra yöneticilere karar verme işlemlerinde sağladıkları güven ve kolaylık nedeni ile ' Karar Destek Sistemi ' olarak ta nitelendirilmektedir. Bazı sistemlerin kullanımının etkinleşebilmesi için sistemlerin bilgisayarda hazırlanıp işletilmesi yeterli olmayıp

firma kültürünün bu sistemlerin felsefesine uyarlanması gerekir. Bunun için de herşeyden önce geleneksel ‘ duruma göre yönetim ‘ ve olsa olsa şeklinde özetlenebilecek tecrübeye dayalı sezgisel yönetim sistemlerinin yerini çok düzenli disiplinli profesyonel bir yönetim anlayışına terk etmesi gerekir. Başka bir deyişle, bu sistemler informal yönetim sistemlerinden formal yönetim sistemlerine geçişi zorunlu kılmaktadır. Genellikle bu sistemi satın alan firmalar ortalama 2-3 yılda kurup çalışabilir hale gelmişlerdir. Pek çok firmada da yukarıda belirtilen formel yönetim anlayışına geçememekten doğan başarısız uygulamalarda görülmüştür. Firmaların çoğunda planlanan sürenin % 50 ile % 100 oranında fazla sürede uygulanabildiği görülmüş olup üst yönetimin desteği ve kararlılığı bu sistemleri uygulamada en önemli faktörü oluşturmaktadır (Mutlu, 1995).

Bu sistemlerin faydaları aşağıdaki gibi özetlenebilir. Bu veriler, Amerika’ da yapılan bir araştırmanın sonuçlarıdır (Mutlu, 1995) :

1. Stok düzeylerinde azalma	% 25 - 40
2. Ürün teslim sürelerinde azalış	% 90 - 100
3. İşçilik verimliliğinde artış	% 5 - 15
4. Pazar payında artış	% 5 - 15
5. Satınalma masraflarında azalma	% 5 - 20
6. Karlılıkta artış	% 5 - 30

MİP sistemi ana üretim planı, ürün ağaçları ve stok durumunu değerlendirerek üretim programını yapar ve iş emirlerini hazırlar. Neyin ne zaman, nerede, ne miktarda, nasıl üretileceğini belirler. Kaynak planlama yapmaz. Ana üretim planına göre belirli dönemler için saptanan üretim miktarını belirler (brüt ihtiyaç) stok durumunu analiz ederek net ihtiyaçları saptar. Daha sonra ürün ağacı bilgilerini dikkate alarak iş emirleri bazında zamana bağlı üretim programı yapar. MİP sistemleri üretim kontrol sistemlerinin iki ana tipinden birisi olan ‘ itme ‘ sistemine göre çalışırlar. Bu sistemde talep tahminlerine dayanılarak hazırlanan üretim çizelgelerine uygun olarak gerekli satınalma ve iş emirleri hazırlanarak, çizelgedeki sırasına uygun olarak üretilirler. Merkezi üretim kontrol birimi sürekli olarak faaliyetleri takip eder, öncelikleri güncelleştirir, sapmaları ortaya çıkarır ve giderilmesi için araştırmalar yapar.

Burada ki diğ er önemli husus ise imalat programlarının ve iş emirlerinin yapılması sırasında mevcut kaynaklarında dikkate alınması gerekmektedir (tezgah kapasiteleri, iş gücü vb.). Zaten M P sisteminin felsefesinde üretim 4 temel kaynağı olan Malzeme - Makina -  nsang c  - Para faktörlerinin planlanmasına yönelik bir yapı vardır (Mutlu, 1995).

2.5.2.2 Tam zamanında üretim sistemleri (TZÜ)

Tam zamanında üretim sistemi, üretim için gerekli olan bileşenlerin tam zamanında ne geç ne de erken olarak dağıtılması veya üretilmesini sağılayan bir üretim felsefesidir. Tam zamanında üretim sistemi bir çekme sistemidir. Yani, depoda ihtiyaç duyulan bir ürünü karşılamak için gerekli olan her husus geriye dönük programlanarak sağılanır. Bu geriye dönük olarak yapılan üretim kanban denilen bir sistem ile gerçekleştirilir. Bu sistem sayesinde istenilen miktarda ürünü elde etmek için gerekli tüm alt parçalar ve montaj grupları ayrı ayrı hesaplanarak istenilen sayıda alt parça ve montaj grubu sayısı istenilen yerlerde bulundurulur. Bu sistem sayesinde yarı mamul stoklarında ve maliyetlerinde oldukça fazla bir iyileşme sağılanmaktadır. Tam zamanında üretim felsefesi aynı zamanda sürekli iyileştirme (KAZIEN) sistemini de sıkı sıkıya bağılıdır. M P sistemleri ile TZÜ  retim sistemlerinin kullanılması da mümkündür. Özellikle k  k üretim hacimlerinde ve ürün çeşitliliğinin fazla olması durumunda M P en uygundur. TZÜ ise ürün çeşitliliğinin fazla olmadığı fakat üretim miktarlarının fazla olduğı sistemlerde başarı ile uygulanabilir (Salvendy, 1992).

2.5.2.3 Optimize edilmiş üretim teknolojisi (OPT)

Optimize edilmiş üretim teknolojisi felsefesi, tamamen firma içerisindeki darboğazlara yoğunlaşmaktadır. Bu sistem müşteriye kadar mamul ve malzeme akışının akışın sorunsuz olmasını sağıladığı gibi satış sonrasında elde edilen gelirlerin tekrar sistem içerisinde akışını sağılamaktadır. OPT fabrika içerisindeki darboğazları giderip  retkenliğı artırmayı hedefleyen bir çizelgeleme tekniğidir. Aynı zamanda üretim hacminin artışı üzerinde oldukça önemli etkisi vardır (Salvendy, 1992).

2.5.2.4 Grup teknolojisi (GT) üretim sistemleri

GT sistemleri, akış hattı üretim yöntemleri, kütle üretimi endüstrilerinde yani aynı boyut ve şekilde çok sayıdaki parçaların imalatı söz konusu olduğu hallerde başarı ile uygulanabilmektedir.

Buna karşılık, piyasa taleplerinin düşüklüğü ve değişkenliği işletmeleri ürünlerle ilgili olarak sadece küçük parti ihtiyaçlarının karşılanmasını, yani parti üretiminin yapılmasına zorlamaktadır. Parti üretiminde makinalar ve diğer tesislerin herbiri, ardışık partilerde, değişik parçaların farklı biçimlerde işlenmesi için kullanılırlar. GT sistemi, grup yerleştirme ve malzeme akışını basitleştirmeye dayanan parti üretimine yani bir yaklaşım olmuştur. Kütle imalatında hat düzenleme ile sağlanan avantajlar, parti üretiminde bu teknik ile elde edilmeye çalışılmaktadır. GT yalnız talaşlı imalatda değil, parti üretiminin söz konusu olduğu her türlü imalata uygulanabilir (Cebeci, 1994).

GT uygulamasındaki amaç fabrika içindeki malzeme akış sisteminin basitleştirilmesidir. Tüm basitleştirmeler gereksiz çeşitlerin elenmesi ile ilgilidir. GT özellikle gereksiz malzeme akış rotalarının ortadan kaldırılmasını sağlar.

2.5.3 Bilgisayar destekli kalite güvencesi (BDKG) ve kalite kontrol (BDKK)

Kalite Yönetimi ile ilgili hususların iyileştirilmesi ve bilgisayar destekli planlama için kullanılan bilgisayar destekli kalite güvencesi sistemleri, firma içinde mevcut olan diğer bilgi sistemlerinin etkinliğini artıran önemli bir modüldür. Esas gayesi firmanın rekabet ettiği piyasadaki istikrarının korunması ve daha da iyiye götürülmesidir.

Bu amaca ulaşmak içinde çok iyi bir veri toplama, değerlendirme sisteminin kurulması ve kalite ile ilgili verilerinin ihtiyaç duyulan noktalara dağıtılmasıdır. BDKK, aynı zamanda kalite kontrol çemberlerinin kurulmasında da önemli bir rol oynar (Groover ve Zimmers, 1994). Bilgisayar teknolojisi ve BDT/BDİ sistemlerindeki inanılmaz gelişmeler sayesinde karmaşık parça modellerinin tasarımı ve imalatı artık sorun olmaktan çıkmıştır. Aynı zamanda parça toleranslarının

daralması gibi nedenlerden dolayı koordinat ölçüm cihazları (KÖC) geliştirilmiştir. Şimdi ki BDT sistemlerinin çoğu tasarım, dökümantasyon, çizim ve imalat gibi hususlarda kullanılmakta fakat otomatik muayene konusu dikkate alınmamaktadır. Fakat mevcut BDT sistemi ile çok iyi bir entegrasyon sayesinde koordinat ölçüm tezgahları çok etkin olarak kullanılmaktadır. BDT sistemlerinden bilgi gerektiğinde koordinat ölçüm cihazlarına transfer edilip(terside olabilir) işlenen parçanın tasarıma uygun olup olmadığı kontrol edilir. Eğer bu sistem bir BSK tezgahı üzerinde ise parça üzerinden alınan ölçümle (parça sökülmeden) tezgah hafızasına aktarılır gerekli ayarlamalar (gereken ölçüler) yapılarak parça istenen ölçülere getirilir.

2.5.4 Esnek imalat sistemleri (EİS)

Esnek İmalat Sistemlerinin amacı, otomasyon kavramı ve teknolojisi ile bir imalat sisteminin belirli bir üründen olabildiğince çabuk başka bir ürüne geçebilme yeteneği olan esneklik kavramı ve teknolojisini tek bir imalat sisteminde birleştirmektedir. Buna göre EİS, esnek otomasyonu mümkün kılan imalat sistemi olarak tanımlanabilir. Bu sistemler otomatik malzeme taşıma sistemlerini, sayısal kontrollü tezgah ve tertibatları, grup teknolojisini ve hiyerarşik bir düzende işleyen bilgisayar destekli kontrol sistemlerini içermektedir. EİS, en kısa zamanda, en ekonomik biçimde ve çok hassas toleranslarda imalat yapabilen, gelişen teknolojiye paralel hareket edebilen verimli ve esnek sistemlerdir.

EİS' lerde küçük ve orta büyüklükteki parçalar ;

1. SK kontrollü tezgahlar veya SK kontrollü tezgah hücreleri tarafından imal edilemektedir.
2. İş parçası transferi otomatik olarak transfer araçları, robotlar veya insansız taşıyıcı arabalarla yapılmaktadır.
3. Sonuçta tüm sistemler bağlı bulundukları merkezi bir bilgisayarın kontrolünde idare edilmekte ve yönlendirilmektedir.

Esnek imalat sistemleri, çeşitli işlemler yapabilen ve aralarındaki bağıntı çok esnek olan iki yada daha fazla esnek imalat hücresinden meydana gelen bir sistemdir. EİS planlanırken esas problem, sistemin hücrelerini meydana getirmektir. Esnek imalat hücreleri de, imalat esnasında istenen gerekli değişimlerin sağlanabilmesi için çok amaçlı özelliklere sahip olmalıdırlar. Bu etkileyici amaçlara ulaşabilmek için üst seviyedeki kontrol hiyerarşisi ile haberleşmelidir. Esnek imalat hücreleri çeşitli işlemler yapabilen ve aralarındaki bağıntı çok esnek olan 2-5 tezgahtan oluşan sistemlerdir. Sistemdeki tezgahlar genellikle U biçiminde yerleştirilirler. Bu tezgahların yükleme ve boşaltma işlemleri günümüzde robotlarla yapılmaktadır. İmalattaki yan zamanları azaltarak verimliliği artırmak için EİS içinde yer alan imalat hücreleri, herhangi bir parçanın işlenebilmesi için gerekli tüm kesici takımları tezgah gövdesi üzerine depolayabilen ve magazin adı verilen zincir mekanizmalı dönebilen takım tutucuları ve ayrıca iş parçalarını otomatik olarak işleme yerlerine nakleden paletli nakil aracı sistemleri ile donatılmıştır. EİS'lerinde robotlar, SK kontrollü tezgahlar ve taşıyıcılar, paletli yükleme ve boşaltma araçları gibi değişik sistemler birarada koordineli olarak çalışmaktadır (**Kahraman, 1996**).

2.5.5 Esnek montaj sistemleri (EMS)

Montaj işlemi, geometrik olarak elde edilmiş bir çok parçanın biraraya getirilmesi ihtiyaç duyulan operasyonların tümüdür. Montaj işlemleri iki yolla yapılabilmektedir. Birincisi elle montaj operasyonları, ikincisi ise otomatik montaj işlemidir. İkincisi, aynı FMS' lerinde olduğu gibi oldukça pahalı bir yatırım gerektirmektedir ve BBİ'nin önemli alt bileşenlerinden biridir. Montaj işleminin otomatikleştirilmesinin faydaları aşağıdaki gibidir :

1. Montaj maliyetinde olan azalma
2. Üretkenliğin artması
3. Daha uygun, daha homojen kalitede ürün elde edilmesi
4. Tehlike arzeden operasyonlarda el emeğinden kaçılması.

Bu sistemlerde de aynı esnek imalat sistemlerinde olduğu gibi alt sistemler arasındaki entegrasyon oldukça önemlidir. Bu da BBİ' in önemli bir bileşenidir. Bilgisayar destekli montaj sistemlerinin önemli uygulamalarından bazıları maliyet

hesaplama, bilgisayar destekli proses planlama, kompüterize edilmiş montaj bilgileri, bilgisayar destekli montaj programlama, bilgisayar destekli hat dengeleme, montaj operasyonu çizelgeleme ve envanter planlama ve kontroldür

Bu sistemlerin endüstrideki uygulama alanları ise aşağıda verilmektedir :

1. Elektronik parça montajı
2. Otomotiv montajı
3. Esnek parçaların montajı
4. Hortum ve boru montajı
5. O - ring montajı
6. Kablo imalatı

2.5.6 Endüstriyel robotlar (ROBOTİK)

Robotlar, bir parçayı veya işparçasını tutma yeteneğine sahip kolları olan ve değişik eksenlerde hareket eden bu kollar sayesinde imalatın bir çok aşamasında yaygın olarak kullanılan bir mekanizmadır (**Groover ve Zimmers, 1984**).

A. Robotların sınıflandırılması :

1. El manipülatörleri
2. Sabit bir operasyon sırasını yerine getiren robotlar
3. Değişken operasyon sıralarını yerine getiren robotlar
4. Belli bir hareketi hafızasına kaydedip daha sonra onu tekrarlayan robotlar
5. Sayısal kontrollü robotlar
6. Akıllı robotlar

B. Endüstrideki Uygulamaları :

1. Kaldırma ve yerleştirme, tezgaha parça götürülmesi ve bağlanması
2. Boyama ve kaynak operasyonları
3. Montaj İşlemleri

C. Robotların Faydaları :

1. İşçilik maliyetlerini kaldırır
2. Hurda ve hurda maliyetlerini azaltır
3. Üretkenliği artırır
4. Daha iyi kalite sağlar
5. Emniyet tertibatlarına ayrılan harcamaları azaltır
6. İnsanların yapamayacağı ağır ve tehlikeli işlerde çalışır

vb.

Değişik tipteki robotlar BBI' alt bileşenlerinden olan esnek montaj ve esnek imalat sistemlerinde de etkin olarak kullanılırlar.

2.5.7 Malzeme iletim (BDTS) ve otomatik depolama sistemleri (BDDS)

Malzeme iletim sistemleri bir fabrika içerisindeki malzemelerin hareketini ve depolanmasını sağlayan sistemlerdir. Bu sistemleri parçaların imalat sistemi içerisinde gideceği yerler (tezgahlar, depolar vb.) arasında kurulmuş olan malzeme iletimine uygun donanımları içeren (otomatik kontrollü araçlar, paletler vb.) sistemlerdir. Malzeme iletim sistemleri tamamen bilgisayar kontrollüyle idare edilirler ve çalışma özellikleri (hızı, taşıyıcı sayısı vb.) tamamen kullanıldığı sistemin özelliklerine (SK tezgah sayısı, robot sayısı vb.) bağlıdır. Bilgisayar Bütünleşik İmalatın en önemli bileşenlerinden olan bu sistemlerin kurulmasının en zor kısmı diğer sistemlerle olan entegrasyonunun sağlanmasıdır.

Malzeme İletim sistemlerinin bir çok çeşidi vardır : Bunlar sabit rotalı sistemler ve değişken rotalı sistemler olarak adlandırılmaktadır. Bu sistemlerde kullanılan araçlar veya düzenekler ise aşağıdaki gibidir :

1. Otomatik kontrollü araçlar (OKA)
2. Otomatik boşaltma ve yükleme sistemleri (BDDS)

vb.

BBİ 'in diğ er önemli parçalarından biri ve malzeme iletim sistemlerinin de birlikte çalıştığı otomatik depolama ve alma sistemleridir.

BDDS diye adlandırılan bu sistemler birer envanter tutma sistemleridir ve elle yapılan depolama işlemlerini bilgisayar desteğıyle yapmak için tasarlanmışlardır. BDDS sistemlerinin mantığı genel olarak paletler veya standard konteynerler üzerindeki depolanacak malzemeleri yükleme istasyonlarından alıp, dikey ve yatay düzlemde aynı anda çalışabilen bir araba yardımı ile uygun görülen gözlerden birine yerleştirilmesi veya malzemenin depodan çekilmesi işlemi olarak özetlenebilir.

BDDS' ler çoğunlukla hammaddeyi karşılayarak içeri alan, parçaları ve makina aparatlarını tanıyıp depolayan ve bunları gerektiğinde tekrar alan atölye içi araçlardır. Bu sistemlerin amacı , doğru malzemeyi , doğru yere doğru zamanda sunmaktır. Malzeme elde edilir ve kullanılacağı yere mümkün olan en kısa zamanda ulaştırılır.

Bir BDDS esas olarak, bilgisayar kontrollü otomatik bir ambardır. Parçalar malzeme taşıma sistemlerince ambara teslim edilir ve depolama tamamen BDDS kontrol sisteminin desteğı altındadır. Bu sistemler oldukça pahalıdır. Ancak kendi kendilerine yetebilme avantajları ve çok sayıda parçaya çok küçük bir alanda muamele yapma yetenekleri vardır. Bu sistemlerin en büyük dezavantajı sistem arıza yapması durumunda elle işletilmesinin zor olmasıdır. Bu sistemlerin yüksek maliyetinden başka, BDDS' lerin denetimi de kolay değildir. Sistemin yanlış kullanılması ve bir problemin farkedilmesi kolay değildir (**Kahraman, 1996**).

Bu sistemlerin faydaları da aşağıdaki gibidir :

1. Geliştirilmiş envanter yönetim ve kontrolü
2. Güvenli ve anında malzeme sağlanması
3. Alan etkinliği
4. Basitleştirilmiş ve daha hızlı envanter sorumluluğı
5. Kapatılmış ve korunmuş stok alanı
6. Kayıp ve yanlış yere konmuş parça sayısında azalma
7. İşçilik maliyetlerinde azalma
8. Kesin doğru envanter

9. Envanter azalması
10. Hurda ve yeniden işlemlerde azalma

BDDS sisteminin başarısı , çoğunlukla yaptığı iş miktarı ile ölçülür.Yapılan iş miktarı BDDS bazında aşağıdaki gibi pek çok faktörlerin kombinasyonudur :

1. Vinç hızı
2. Depolama raflarının yüzde kullanım oranı
3. Giriş ve çıkış anında forkliftin hızı ve etkinliği
4. Depolama safhalarının ayarlanması
5. Giriş ve çıkış operasyonlarının karması
6. BDDS' lerin hızı
7. Açık giriş - çıkış noktaları

2.5.8 Bilgisayar destekli bakım planlama sistemleri (BDBP)

Bir firma içerisindeki en önemli fonksiyonlardan birisi de bakım ve onarım birimidir. Bu birimin görevi imalat amacı ile direk (tezgahlar, düzenekler vb.) veya yardımcı ünite (soğutma ve ısıtma tesisleri, jeneratör vb.) olarak kullanılan donanımların bakım ve onarım işlemlerini yerine getirmektir. Bilgisayar Bütünleşik İmalata kadar giden boyutta ortak veri tabanı üzerinde bakım onarım faaliyetlerinin yer alması ve diğer bilgi sistemleri ile etkileşir olması aşağıdaki gibi bir çok faydayı beraberinde getirmektedir :

1. Herhangi bir durumda bir üst düzey yönetici bakım onarım faaliyetleri hakkında bilgi alabilir (tezgahların durumu, önleyici bakım çalışmaları, bakım maliyetleri vb.).
2. Bakım ve onarım gider ve maliyetleri ilgili bölümlerince rahatça hesaplanabilir (maliyet muhasebesi vb.).
3. Tezgahların yükleri ve bakım onarım faaliyetleri ilgili ilişkiler yakalanabilir.

4. Tezgahlara yük dağılımı yapılırken arıza sıklıkları dikkate alınabilir.

5. Bakım onarım ile ilgili istatistikler, değerlendirmeler ve raporlar alınabilir.

Yukarıda bazı faydaları belirtilen BDBP sistemi, BBİ içerisinde de oldukça önemli bir yere sahiptir.

2.5.9 Yönetim bilişim sistemleri (YBS)

Yönetim Bilişim Sistemlerinin amacı, alınması gereken kararlar için yönetime bilgi sağlamaktır. Endüstride bu sistemler firma içerisindeki değişik bölümler veya sistemler (BDT, BDİ, MİP, İKP vb.) arasındaki etkinliği artırmak amacı ile tasarlanmış en alttan en üst kısma kadar bilgi akışını sağlayan sistemlerdir. Ne yazık ki, bu sistemler çoğu firmada imalat sisteminin daha iyi yönetilmesine olanak tanınması gerekirken bu görevini bilgi aktarımının iyi olmaması yüzünden tam olarak yerine getiremez. YBS raporları sık sık karar verme aşamasına ya geç gelir ya da karar verme süreci için uygun bir zemin oluşturmaz. Ama yine de YBS sistemlerinin faydaları da bütün bu olumsuzluklar yanında gözardı edilemez.

İşin ilginç tarafı YBS sistemleri imalat sistemlerinin bütünleşik bir parçası olarak tasarlanmışlardır. İhtiyaç duyulan bilgi imalat sistemlerinden alındığında zamanında istenilen yere ulaştırmak amacı ile oluşturulan mekanizma imalat sisteminin tipine de uygun olmalıdır. Ek olarak sistem içerisinde, sistem yöneticilerine değişiklik yapma imkanı tanıyan kontrol yapısı YBS sistemi ile de bütünleşik konumdadır ve uygun karar verme mekanizmasını sağlamaktadır. Yönetim tam olarak sistemin nasıl çalıştığını anlamadığı sürece sistem hakkında karar vermesi ve sistem etkinliğinin artırılması tam olarak beklenemez (Mitchell, 1991).

2.6 BBİ sistemlerinin ekonomikliği

Bu kısımda BBİ sistemlerinin ekonomik olarak nasıl değerlendirileceği ile ilgili olarak bazı temel bilgiler verilmektedir. İlk etapta BBİ yatırımları değerlendirilmekte daha sonra ise BBİ' nin ekonomikliği hakkında bilgiler verilmektedir.

2.6.1 BBİ sistemleri yatırımları

Mikroişlemcilerin ve bilgisayar kontrollü imalat araçlarının endüstriye girişi, imalat süreçlerine yeni bir bakış açısı getirmiştir. BDT/BDİ, BBİ sistemleri çoğu endüstriler tarafından dolaylı ve dolaysız imalat maliyetlerini düşürebilecek, mamul kalitesini iyileştirebilecek ve arzedilen mamul çeşitliliğini artırabilecek uygulanabilir araçlar olarak görülmektedir. İleri imalat teknolojilerine yatırım yapmaktaki amaç, dünya pazarında endüstrileşmiş diğer ülkelerle rekabet edebilir duruma gelmektir. İleri imalat teknolojilerine yapılan yatırımın nedeni, bunların daha düşük üretim maliyeti, esneklik, kalite ve verimlilik bakımından imalat performansını iyileştirebilecek potansiyele sahip olmalarıdır.

İleri imalat sistemlerine yapılan yatırım tutarlarının yüksek olmasından dolayı, değerlendirme prosesinde nicel kazançlar kadar nitel kazançları da gözönüne alan etkili teknikleri kullanmak zorunludur. İleri imalat teknolojilerinin aşağıda belirtilen iki karakteristiği ekonomik analiz sürecini oldukça karmaşık hale getirmektedir :

1. İleri imalat teknolojileri çok esnektirler. Bu esneklik uzun vadede teçhizatın değerini korur. Firmaların ileri imalat teknolojilerine yatırım yapmalarının nedeni, ileride herhangi bir imalat teçhizatı için daha fazla yatırım yapmayacaklarına inanmalarıdır. Ancak, bu esnekliğin sağladığı avantajlar basit ekonomik analiz yöntemleri ile çözülememektedir.

2. Bu teknolojilerin birbiriyle bağlantısı yapıldığında ortaya çıkan sinerjik etkidir. Kullanıcıların, bu şekildeki bağlantılı sistemlerden normal maliyet tasarruflarından çok daha önemli sayılan müşteri taleplerine daha hızlı cevap verebilme gibi nitel kazanç sağladıkları görülmektedir. Ortaya çıkan sinerjik etki ekonomik olarak değerlendirildiğinde yatırımının verimliliği üzerindeki olumlu etkisi rahatça görülebilmektedir.

Bir çok firma yatırım kararlarını değerlendirirken uzun vadeli stratejik hedeflere ulaşıp ulaşılmadığını analiz etmek yerine karlılık ölçütünü daha iyi karşılayan geleneksel iskonto edilmiş nakit akışı yöntemlerini kullanmışlardır. Bu geleneksel yöntemler bugünün belirsiz ve sermaye kıtlığının bulunduğu bir ortamda çoğu kez

önerilen ileri teknoloji ve sistemlerin reddine neden olmaktadır. BDİ sisteminin sağladığı kazançların seviyesi, BDİ' in bitişik operasyonlarının birbirleri ile ve genel kontrol sistemleri ile bütünleştirme yeteneğinde yattığını ifade etmektedir.

İleri imalat teknolojilerinin maliyeti yüksektir ve ileri teknoloji firmaları otomasyona geçmek için ne yapılması gerektiğini, ne zaman ve nasıl otomasyona geçileceği konularında düşünmeye zorlamaktadır. Bu kararların verilmesi ise oldukça güçtür. Örneğin, ileri teknoloji teçhizatını ilk kullananlar, otomasyona sahip sürecin fiziksel yerleşiminin çok önemli olduğunu ve geçersiz bir süreci otomasyona sahip hale getirmenin başarısızlığın hemen hemen garantisi olduğunu görmüşlerdir. Yeni bir sürecin geliştirilmesi üst yönetimden operasyonel personele kadar bütün organizasyonun onayına bağlıdır. İleri teknoloji teçhizatına yapılacak yatırım bir sermaye bütçeleme kararıdır. Sermaye yatırımlarının analizi teorik olarak iskonto edilmiş nakit akışı modelleri tercih edilmektedir. Ama bu tekniklerin kullanımı proje tipine göre değişmektedir. Fakat ayrı bir görüş olarak bu tekniklerin bu amaçla kullanılması için sözkonusu tekniklerde bir takım değişiklikler yapılması gerekmektedir.

İleri teknoloji yatırımlarının stratejik kazançlarını ölçmek gerektiğinde, bu değerler uzun vadede elde edilebilecektir. Yönetim, uzun vadeli kazançlara ulaşmak için kısa vadeli kayıpları kabullenebilir. Ama bu görüşü zayıflatan bir unsur da bu tekniklerin uzun vadeli yatırımlar için önyargılı bir değerlendirme yaptığıdır. Yönetim, aynı zamanda yatırım yapmamanın fırsat maliyetini de gözönüne almalıdır. Rekabetçi firmalar yeni teknolojiye yatırım yaparsa sıfır fırsat maliyeti varsayımı yanlış olacaktır.

Diğer ilginç bir araştırmaya göre, EİS' lerin uygulanması toplam imalat maliyetini yaklaşık % 30 düşürmektedir. Bununla birlikte, EİS' lerin uygulanması pahalı, zaman alıcı ve karmaşık bir süreçtir.

EİS ile birlikte maliyet ve kazançların çok çeşitli olması, bunların hem nitel hem de nicel yönden değerlendirilmesi ve ayrıca rekabet halindeki yatırımlarla ödünleşmelerinin değerlendirilmesi karmaşık bir süreçtir (**Kahraman, 1996**).

2.6.2 BBİ sistemlerinin ekonomik olarak değerlendirilmesi

BBİ sistemlerini uygulamaya koyan firmalar acaba bu sistemlerin getirilerini nasıl ölçeceklerdir. Bunu ancak bu konuda yoğun çaba ve para harcayan firmalar daha iyi cevap verebilmektedir.

Aşağıda bu amaçla Boeing Firmasının bu konuda yaptığı çalışmalar verilmektedir (Marks ve Riley, 1996) :

Bu firma BDT/BDİ sistemlerinin faydalarını ve kar üzerindeki etkilerini araştırmaktadır. Altı yıldan beri firma bu faydaları analiz etmektedir.

Bu firma 4 milyar \$ yatırım tutarı ile 4 yıldan beri Boeing 777 tasarımı ve imalatı ile uğraşmaktadırlar. BDT/BDİ sistemleri sayesinde tekrar işleme ve hata düzeltme zamanında % 50' nin üzerinde bir iyileşme sağlanmıştır. Elde edilen tasarrufların çoğu BDT modellemeyen ve otomatik numune üretme sisteminden elde edilmektedir. Bunun yanında, firma BDT sistemi kullanılarak yapılan ilk 777 çalışmasına harcanan süre elle yapılan tasarımlarla kıyaslandığı zaman harcanan sürenin aynı olduğunu bildirmektedir. Bu sistemler sayesinde firma büyük miktarda para tasarrufu yapmıştır. Firmadaki BDT müdürleri sonunda bu tür sistemlerin eski sistemlerle kıyaslanıp getirilerini tam olarak sayısallaştırmanın hiç de kolay olmadığı sonucuna varmışlardır. Sadece uzun vadeli kullanımlar sonucunda elde edilen tecrübe ile faydaları ve kar üzerindeki etkileri kolayca analiz edilebilmektedir. Boeing gibi dünyanın en iyi yönetilen ve en çok saygı duyulan firmasında bile 6 yıllık bir süre sonunda dahi faydaları ölçmek çok zordur. Tasarım ve imalatla son derece faydalı olduğu görünmesine rağmen bu faydalar tüm ürün çevrimi içerisinde düşünüldüğünde zaman ve maliyet olarak getirisi o kadar kolay değerlendirilemez. Dünyanın önde gelen şirketlerinde dahi durum Boeing firmasından daha iyi değildir.

Çoğu firmalar bu tür sistemlerin getirilerinin tam ölçülemediği için bu sistemlere yapılan yatırımları açık çevrim 'open loop ' yatırımları olan uygulamaktadırlar. Değerlendirme safhasında faydaları ve getirileri hesaplanabilirken uygulamaya geçildikten sonra çok zor olmaktadır.

Bu yüzden bu sistemlerin kurulmasından sorumlu kişiler yazılım, donanım ve başlangıç maliyetleriyle ilgili hususları çok iyi anlamak zorundadırlar. Bu yatırımlar 1 ila 20 milyon \$ arasında değişmektedir. Hiç bir firma, bu sistemler sayesinde 5 milyon \$ yatırımla pazar payını 8 puan arttı ve net karını \$ 15 milyon ulaştı diyememektedir. Finansal değerlendirmenin tam olarak yapılamaması bir çok mühendis ve yardımcı elemanı üst yönetime karşı zor durumda bırakmaktadır. Bütün güçlüklerle rağmen, yine BDT/BDİ sistemleri uygulamasının getirisi ile faydaları ve kar üzerindeki etkisi arasında bir ilişki yakalamak zorunludur.

BDT/BDİ sistemleri gibi ileri teknoloji sistemlerinin faydalarını tahmin etmenin en kolay ve en basit yolu ihtiyaçların ve faydaların anlaşılmasıdır. Bu amaçla aşağıdaki gibi bir genel formül düşünülebilir :

$$(MS)^3 = \text{Kar}$$

MS_1 = Pazar büyüklüğü

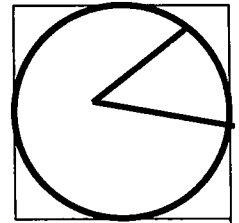
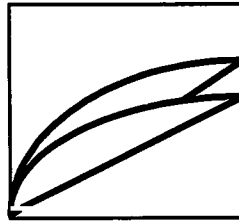
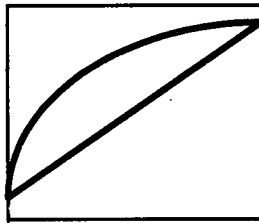
MS_2 = Pazar payı

MS_3 = Kar marjı

Pazar büyüklüğü

Pazar payı

Kar marjı



zamana bağlı olarak değişir

$$\text{Kar} = \text{Pazar büyüklüğü} \times \text{Pazar payı} \times \text{Kar marjı}$$

$$(MS)^3 = MS_1 \times MS_2 \times MS_3$$

2.7 BBİ sistemlerinin sosyo-ekonomik ve organizasyonel yönleri

BBİ sistemlerinin teknik, ekonomik değerlendirilmelerinin yanında önemli olan hususlardan diğeri bu tür sistemlerin sosyo-ekonomik ve organizasyonel boyutudur. BBİ sistemleri, özellikle BDT/BDİ sistemleri gibi gelişmiş teknolojilerin kullanılması sırasında sosyo-ekonomik ve organizasyonla ilgili yönlerinin de incelenmesi, bu teknolojilerin başarısında büyük rol oynamıştır. Bu tür teknolojilerin yeni geliştirilen işletme yöntemleri ile entegrasyonu da gelişmiş ülkelerde üretim süreçlerini kısaltan faktörlerin başında gelmektedir. Bu amaçla, BDT/BDİ sistemlerinin yönetimi, organizasyonu ve eğitimi ile ilgili aşağıdaki bazı hususları belirtmekte fayda vardır (**Daim, 1993**) :

2.7.1 Geleceğin fabrikası

Geleceğin fabrikası deyimi, bugünden yarına uzanan dinamik iş ortamına verilen isimdir. Bu ortamda başarıya ancak statikleşmiş geleneksel yöntemlerden sıyrılıp yeni dinamik ortamına uygun yöntemleri kullanılarak ulaşılabilir. Geleceğin fabrikasının aydınlatmasız bir ortam ve insansız olarak düşünülmesi yanlıştır. Bu dinamik ortamda insan, önemi sürekli artan bir unsurdur. Geleceğin fabrikasında BDT unsurları firma içi faaliyetleri birbirine bağlamada büyük rol almaktadır. Devamlı geliştirilen BDT sistemleri üretim süreçlerini önemli miktarlarda kısaltmıştır (**Daim, 1993**).

2.7.2 BDT/BDİ eğitim programları

BDT/BDİ teknolojilerini edinen firmalar, çalışanların genelde tedarikçi firmalar tarafından düzenlenen tanıtıcı düzeydeki eğitim programları ile bu tür teknolojileri rahatça kullanabileceklerini zannetmektedirler. Hatta bu sayede firmanın prodüktivitesinin hemen artacağına inanmaktadırlar. Bu iki düşünce de çok yanlıştır. BDT çok çeşitli pozisyonlardaki insanlar tarafından çok değişik amaçlarla kullanılmaktadır. Operatörlerin alacağı eğitimle mühendislerin alacağı eğitim birbirinden farklı olmalıdır. Hatta üst yöneticilere de BDT/BDİ sistemlerinin ekonomik değerlendirmesinin farklı olması gerektiği konusunda eğitim alması gerekmektedir. Her yeni teknolojide olduğu gibi BDT/BDİ sistemlerinin de bir

alışma dönemi olacaktır. İnsanların bu tür sistemlere alışması zaman alacaktır, yani sonuçta ani mucizeler gerçekleşmeyecektir. BDT/BDİ sistemlerine yapılan yatırımların uzun vadeli yatırımlar olduğu kesinlikle unutulmamalıdır (Daim,1993).

2.7.3 BDT bölümü organizasyonu

Firma içinde BDT organizasyonu, BDT teknolojisinin başarıya ulaşabilmesi için çok önemlidir. BDT sistemine aşama aşama geçmek alışma döneminin daha az hırçın olmasını sağlayacaktır.

Örneğin, teknik çizim bölümünde BDT'e geçiş varsa, resim masaları hemen kaldırılmamalıdır. BDT ilk önce kendi başına bir bölüm olmalı daha sonra mühendislik, üretim ve teknik çizim gibi bölümlerle entegre olmalıdır. Unutulmamalıdır ki BDT yalnızca çizim amaçlı bir teknoloji değildir. Günümüzde BDT/BDİ teknolojilerinin yeni ve en güçlü ürünü hızlı prototip üretme cihazıdır.

Bu pahalı teknoloji hızlı prototip hazırlanmasında kullanıldığında herhangi bir imalat yatırımı yapılmadan ürünün kullanılacağı alanda denenmesini sağlamaktadır (Daim, 1993).

2.7.4 BDT' in insan kaynakları boyutu

BDT teknolojisinin edinilmesinde unutulmaması gereken en önemli unsur insan unsurudur. Çünkü yeni teknolojileri kullanacak olan insandır. BDT' i kullanacak olanların veya BDT eğitimi alacakların seçiminde kullanılan çeşitli yöntemler vardır. Bu yaklaşım deneyimli mühendislerin veya teknik mühendislerin tercih edilmesini, diğeri ise genç, motivasyonu yüksek olanların tercihini önermektedir. Deneyimli olanlar, deneyimlerini kullanıp BDT teknolojilerinden firmanın elde ettiği faydayı artıracaklardır. Fakat bunun yanısıra genç ve motive olan grup ise BDT'i daha kısa sürede öğrenip değişik uygulamalarını keşfedeceklerdir.

Görüldüğü gibi her iki yaklaşımın karışımı bir yaklaşım kullanmak belki en iyisi olacaktır (Daim, 1993).

2.7.5 Eşzamanlı mühendislik (Concurrent engineering) sistemlerinde BDT' in yeri ve önemi

Amerika' da ve yavaş yavaş ülkemizde de uygulanmakta olan Eşzamanlı mühendislik (Concurrent Engineering) amacı üretim sürecinin kısaltılmasıdır. Klasik mühendislikte fikir araştırma bölümünden, tasarım bölümüne ve oradan da üretime ve pazarlama bölümüne iletilmektedir. Arada bazı hatalar yüzünden geriye dönüşler olmaktadır. Bu da zaman kaybını neden olmaktadır. Buna İngilizce de ' over the wall approach ' denilmektedir. Yani, bölümler arasında bazı duvarlar vardır ve bu duvarlar aşılırken zaman kaybedilmektedir. Eşzamanlı mühendislik bütün bu bölümlerin beraber takım olarak çalışmasını hedeflemektedir. Ürün tasarım halindeyken bile pazarlama bölümünden müdahale edilebilir ki geriye dönüşler olmasın. Bu müdahaleler ancak iyi bilgi akışı ile sağlanabilir. BDT sistemleri işte bu bilgi akışını, alışverişini sağlamaktadır. Unutulmamalıdır ki kazanılan zaman para demektir (Daim, 1993).

2.7.6 Eşzamanlı mühendislik ve Toplam Kalite Yönetimi (TKY)' nin etkileşimi

Toplam Kalite Yönetimi bir firmanın tüm faaliyetlerinde kaliteyi yükseltmeyi hedefler ve böylece her aşamada oluşması sözkonusu hataları önler. Bu felsefeye göre, başarı tüm çalışanların katılımı ile gerçekleşebilir. Takım çalışması esastır.

Görüldüğü gibi eşzamanlı mühendislik, toplam kalite yönetiminin gerektirdiği ortamı yaratmaktadır ki sonucunda istenen kalite elde edilebilmektedir. Eşzamanlı mühendislik felsefesine dahil olan üretim için tasarım, kalite için tasarım gibi daha özel yöntemler vardır ki bunlar da toplam kalite yönetiminin yöntemlerini kullanmaktadır. İstatistiksel Proses Kontrolü (İPK), Toplam Kalite Yönetimi'nin en güçlü yöntemlerinden biridir. İPK hatanın nedenine inilerek yok edilmesini sağlar. Örneğin, tasarım bölümündeki bazı düzeltmelerle üretim de oluşan hatalar yok edilebilir. Bu düzeltmeler İPK sayesinde rahatça ortaya çıkarılır ve böylece üretim veya kalite amaçlı tasarım yapılabilir (Daim, 1993).

BÖLÜM 3

BİLGİSAYAR BÜTÜNLEŞİK İMALAT (BBİ) SİSTEMLERİNE GEÇİŞ AŞAMALARI VE ENTEGRASYON

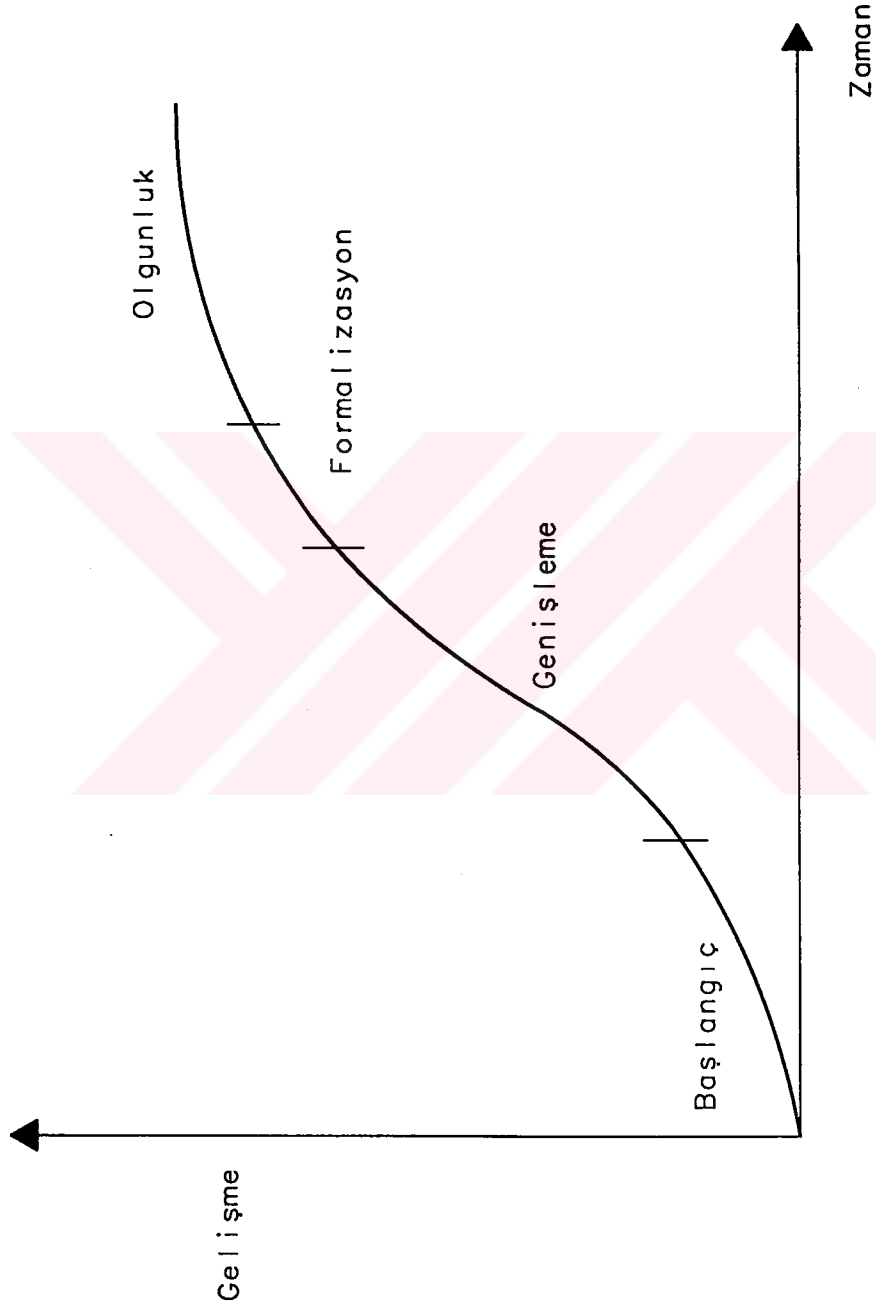
3.1 Giriş

Bu bölümde, Bilgisayar Bütünleşik İmalat (BBİ) sistemlerine geçiş aşamaları ve entegrasyon çalışmaları çerçevesinde ilk önce bilgi sistemlerinin nasıl geliştirileceği açıklanmaktadır. Daha sonra ise BBİ sistemlerinde entegrasyon konusu ile ilgili olarak kullanılan araçlar ve entegrasyona geçiş aşamaları hakkında bilgi verilmektedir.

3.2 Bilgi sistemlerinin geliştirilme safhaları

3.2.1 Tanım

Son yıllarda bir çok firmada yapılan çalışmalar bilgi sistemlerinin gelişiminin endüstri veya şirket büyüklüğü ile ilgili olduğunu göstermiştir. 1974' te Gibson ve Nolan, Harvard Business School' daki bir araştırmaya dayalı olarak elektronik veri işlemede dört safha tanımlamaktadırlar (**Bray, 1988**). Bu dört safha, başlangıç, genişleme, formalizasyon ve olgunluktur. Bu safhalar Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Her safha üç boyutta incelenmektedir. Bunlar uygulamaların doğası, personel uzmanlaşması, yönetim teknikleri ve organizasyondur. İlk safha başlangıçtır. Bir şirket veri işlemeye başladığı zaman bu çalışma bir kaç basit uygulama üzerinde yoğunlaşır. Bu uygulamalar öncelikle maliyetleri azaltmak ve muhasebe ile ilgili bir kaç uygulamayı içermektedir. Personel uzmanlaşması bilgisayar hünerlerini içerir (basit ihtiyaçları etkin bir şekilde yeni ve pahalı donanım kullanarak bilgisayar



Şekil 3.1 BBI' nin gelişme eğrisi ve safhaları (BRAY, 1988)

programlarına aktarabilme yeteneği). Yönetim teknikleri genellikle neredeyse yoktur. Çünkü bu alandaki yönetim algılamaları çok karmaşıktır.

Genişleme sürecindeki bir çok uygulama safhasında hızlı bir büyüme vardır. Basit bir kaç uygulama başarı ile sonuçlandığında bir çok kısmın sorumlusu olan yöneticiler kendi uygulamalarını yapmak isteyeceklerdir. Bu yeni uygulamaların bir çoğu hala basitdir ama bu safhanın sonunda daha karmaşık uygulamalara kalkışılabilir. Bazı durumlarda bu uygulamalar bilgisayarsız yapılamayacak yeni prosedürleri içerebilir. Personel uzmanlaşması ihtiyaçları net olarak tanımlamak için gerekli sistem analizlerinin devreye girmesinde söz konusudur. Analistler sistem tasarımını yatıktan sonra detay programlama üzerinde yoğunlaşarak tasarım ve geliştirme faaliyetlerini bilgisayarı en iyi şekilde kullanarak yapacaktır. Bu safhada genellikle çok küçük bir yönetim kontrolü vardır. Üst yönetim veri işleme alanının çok karmaşık olduğunu düşünür. Bu safha esnasında birçok bilgi sistemleri yöneticisi, yönetici özelliklerinden dolayı değil sırf teknik bilgilerinden dolayı yönetime konu hakkında bilgi verirler. Çünkü üst yönetim ne hünerleri ne de değişik araçları ile bu gelişimi etkin olarak kontrol edemezler.

Genişleme ve formalizasyon safhaları arasındaki geçiş veri işleme ve sistem geliştirme süreci kontrolden çıktığı zaman meydana gelir. Bu safhada personel uzmanlığı daha önemlidir. İnsanlar formal metodolojiler ve geliştirme araçları konusunda uzmandırlar. Yönetim formel kontrollerde ve değerlendirme mekanizmaları ile daha çok ilgilidir. Üst yönetim teknik detaylarla ilgilenmemesine rağmen veri işleme sonuçları ve maliyetleri ile daha çok ilgilidir. Bununla birlikte üst yönetimin sadece belirli konulara ilgi duyması bilgi sistemleri yöneticisini teknik konulardan çok temel yönetim kontrolleri üzerinde yoğunlaştırabilir.

Son safhada ise yeni uygulamaların gelişimini içerir. Bununla birlikte bu uygulamalar daha çok entegrasyona yöneliktir. Bu uygulamaların çoğu maliyetlerin azalması amacı yerine firmanın rekabet gücünün artırılmasını sağlamak için tasarlanmış yeni uygulamaları ve fonksiyonları kapsar. Yeni personel uzmanlık veri tabanı yönetimi, veri işletimi ve veri iletişimlerini konularını içerir. Yukarıda belirtilen dört safha geliştirildiği zaman bir çok firma artık olgunluk safhasına girmiştir. Temel sorun şimdi ne olacaktır ? Ek safhalar getiren yeni teknoloji veya

tamamen farklı bir gelişim çizgisinde model revize edilebilir mi ? Araştırmacılar bu sorunun cevabını bulmak için sık sık bu tip firmaları gözden geçirmişlerdir. Bu analiz sırasındaki anahtar yeni veritabanı yönetimi teknolojisi. Model 6 safhaya formüle edilmiştir. Bu safhalar başlangıç, hızlı gelişme, kontrol, entegrasyon, veri yönetimi ve olgunluktur. Bu yeni safhalar veri tabanının ne olduğunu ve organizasyona veri tabanı teknolojisinin uyarlanması ile ilgilidir.

Gelişme modelinin genelleştirilmesinin diğer bir yolu safhaları değiştirmeye gerek bırakmamaktır. Geleneksel öğrenme eğrisi veya yenilik eğrisine benzer bir şekilde gelişme eğrisinin şekli belirlenebilir. Eğriyi genelleştirmenin diğer bir yolu genel olarak bilgi sistemlerinin gelişmesinden ziyade bu sistemler içerisindeki belirli bir teknolojinin geliştirilmesini ifade eder. Bu temel gelişme eğrisi tüm teknolojilere uygulanabilir. Onun için bu eğrinin genelleştirilmesi için temel gelişme modelini değiştirmeden çeşitli teknolojilerinin gelişme eğrilerinin nasıl bir araya getirileceği üzerinde düşünülmelidir. Örnek : Büyük organizasyonların bilgi sistemleri bölümlerinde bir kaç değişik teknoloji vardır ve her biri kendi gelişme eğrisine sahiptir. Bu teknolojiler geleneksel uygulama geliştirme yaklaşımını, veri yönetimi teknolojisini, veri iletişimi teknolojisini, iş istasyonu teknolojisini, uzman sistemler teknolojisini, ofis otomasyon teknolojisini vb. içermektedir. Bir şirketin bu yeni teknolojileri nasıl planlayacağı ve geliştireceği konusunda iki faktör vardır ve oldukça karmaşıktır. Birincisi, farklı teknolojiler ancak farklı safhalarda firma içerisine uygulanabilir. Firma içerisindeki teknolojilerin herbiri birbirini etkiler.

İkincisi aynı teknolojinin organizasyonun farklı kısımlarında farklı safhalarda uygulanmasıdır. Bazı büyük şirketlerde mühendislik ve Bİİ bilgi sistem grupları başlangıç safhasında iken iş bilgi sistemleri bölümü veri tabanının geliştirilmesi safhasında olabilir. Bu ilerde iki grup arasında yoğun bir ilişki olacağını göstermektedir.

3.2.2 Bİİ sistemlerinin geliştirilme safhaları

Bir önceki bölümde genel olarak bilgi sistemlerinin nasıl uygulanacağına dair gelişme safhaları tanımlanmıştır. Bu kısımda ise özellikle Bİİ uygulamaları üzerinde bu safhaların ne anlama geldiği ifade edilmeye çalışılacaktır.

Başlangıç safhası iki boyutlu çizim (drafting), SK programlama, mühendislik analizi ve daha sonra 3 boyutlu modelleme gibi tek fonksiyonlu uygulamaları içerir. Bu uygulamalar mühendislik bölümü çalışanları için basit olmasına rağmen, konunun uygulamadaki boyutunu tam bilmeyen BDT/BDİ sistemlerini satan firmalar için karmaşık olabilir. Bu safha için BBİ uygulamaları iyi analiz edilmiş bir operasyonu otomatik hale getiren uygulamalar olan iş bilgi sistemi (MİP vb.) ile genelde benzerdir. Ana fark satın alınan ürünün firma içinde geliştirilen uygulamalardan daha fazla güvenilir olmasıdır.

Bir çok firma BBİ endüstrisi bir bütün olarak genişleme veya formalizasyon safhasında iken hala başlangıç safhasındadır. Genel olarak başlangıç ve genişleme safhaları arasında önemli bir fark vardır. Bununla birlikte bugün için bu kanı fazla doğru değildir. Çünkü çoğu BDT/BDİ satıcıları bir çok uygulamayı içeren programlara sahiptir. Onun için bir şirket herhangi bir satıcıdan kendi çalışma alanları ile ilgili bir yazılımı alır ve uygulamaya koyabilir. Buradaki önemli konu ise satıcının verdiği ürünler aynı donanım üzerinde çalışabilir ama genellikle entegre edilemez. Bu uygulamalar basitçe dosyalara transfer edilirler bu yüzden bir takım değişikliklerin yapılması ve uygunluğu sağlamak güçtür veya mümkün değildir. Bunu sağlayabilmek için bir kaç yol vardır ama genellikle en geçerli olanı satıcıların gösterdiği büyük kritik üretim problemleri yerine firmaya özgü yapılan araştırma ve prototip sistemler üzerinde çalışmaktır.

BBİ'in başlangıç ve genişleme uygulamaları arasındaki fark uygulamaların hayatiyete geçirilme hızı veya uygulama sayısı ile ilgili değildir. Buradaki kritik faktör firma içerisinde yapılan faaliyetlerin miktarı olabilir. Bir firma satıcının ürünlerine dayalı olarak kendi uygulamalarını inşa edebilir veya satıcının yapmadığı ama formalizasyon safhasında karşılaşılabilecek metodoloji ve entegrasyon problemlerini çözmeye yönelik uygulamaları birbirine bağlayabilir.

Gerçekte bir BBİ çalışması iki safhaya ayrılabilir : satınalma uygulamaları ve firma içi geliştirilen uygulamalar. Formalizasyon safhası firma içi uygulamalar başarısızlıkla sonuçlandığı zaman gündeme gelir. Burada firma içi uygulamaların geliştirilmesi için iki safha vardır. Geleneksel dosya yönlendirmeli (file-oriented) metodoloji, geliştirme tek fonksiyonu veya kendi başına uygulamalar olduğu sürece

problem yoktur. İkinci safhada ise daha çok entegrasyon içeren çok fonksiyonlu (belki de bölümlerarası) uygulamalara teşebbüs edildiği zaman problemler çıkabilir.

Çoğu firmalarda iş bilgi sistemleri ile ilgili çalışmalar yeni olduğu için firma içinde geliştirilen uygulamaların bir çoğu ile ilgili entegrasyon problemleri bir krize neden olmadan çözülebilmektedir. Ayrıca bugün piyasadan satın alınan iş bilgi sistemlerinin (MİP, İKP vb.) diğer uygulamalarla uyum sağlaması için gerekli bütünleşik bir veri tabanına sahiptir. BBİ bilgi sistemleri bu problemlerin çoğundan başarı ile sıyrılabilir. BBİ geliştirme prosesinin formalizasyon safhası bir çok departmanı ilgilendireceği için daha zor olabilir. Her bir mühendislik birimi kendi sistemlerini geliştirdikleri zaman bu durum sözkonusu olabilir. Mühendislik bilgi sistemleri (MBS) tüm olarak bu işin içinde ise problem kolaylaşır. Hatta bu durumda MBS formalizasyon safhasına başladığı zaman YBS ve MBS grupları arasındaki metodolojide önemli bir farklılık vardır. Yine de mühendislikten ürün ağacına veya mühendislik faaliyetlerinin koordinasyonundan imalat değişikliği kontrolü gibi hususlarda entegrasyon sağlamak için yapılan uygulamalarda ciddi bir problem ortaya çıkmaktadır. Bu geçiş esnasındaki diğer önemli bir problem ise kullanıcıların kendi problemlerini anlamak için kullandıkları farklı kişilerce geliştirilen farklı türdeki yaklaşım ve amaçların herbirini iyi anlamak zorundadırlar.

Bunu daha iyi anlatmak amacı ile tipik bir örnek verelim : Bir kullanıcı özel tipteki bir parçayı tasarlamaya ve analiz etmeye çalışıyor. Dosyaya yönelik (file-oriented) bir yaklaşımla bir geliştirme grubu tasarım için gerekli bilgileri kullanıcıdan almak için bir görüşme yapar. Aynı metodolojiyi kullanan diğer bir geliştirme grubu analiz uygulamasını gerçekleştirmek için ek bilgilere ihtiyaç duyacaktır. Bu geliştirme gruplarının soruları da doğal olarak farklı olacaktır. Ama burada yine de önemli benzerlikler vardır. Veri sürümlü (data-driven) bir yaklaşımla hareket eden bazı geliştirme grupları gelecekte olabilecek uygulamalarda kullanılmak üzere genel bir bilgi modeli inşa etmek için kullanıcıyla görüşmek isteyebilir. Kullanıcının bakış açısından bu bilgi iki geliştirme grubuna aktarılır.

Son olarak uzman sistem tasarımcıları tekrar kendi metodolojisi ile tasarım prosesini otomatize eden bir uzman sistem için kullanıcıyla görüşmek isteyebilir. Açıkça

söylemek gerekirse kullanıcı bütün bu faaliyetlerden etkilenmez ama ne yazıkki formalizasyon esnasında sık ve kaçınılmaz problemler ortaya çıkacaktır.

Olgunlaştırma safhası bu problemlerin tekrar ele alınıp çözüldüğü bir safhadır. Genel bir veriye yönelik metodoloji kullanıcıdan alınan tasarım bilgisi ve ihtiyaçlar elde edilir edilmez kullanılır. Ayrıca metodoloji gerekli entegrasyonu daha kolay hale getirmek için gerekli detay bilgiyi de elde eder. İlk bir kaç uygulama için bilgi modelinin oluşturulması oldukça zaman alıcıdır. Ama daha sonraki uygulamalarda modelleme bilgi modelinin çoğu oluştuğu için daha hızlı olacaktır. İdeal olan ise yalnız küçük değişikliklerin entegrasyon modeline yansıtılmasıdır.

Sonuç olarak her firma bünyesinde yeni bir teknoloji uygulamaya soktuğunda bu safhalara benzer safhaları uygulamaya almak zorundadır.

3.3 Bİİ sistemlerinde entegrasyon

Bilgisayar bütünleşik imalat (Bİİ) sistemlerinin geliştirilmesi ile ilgili en önemli husus farklı yapıdaki alt sistemlerinin entegre edilmesidir. Bir firma içindeki entegrasyon çalışmaları aşağıda belirtilen hususlar çerçevesinde rahatlıkla geliştirilebilmektedir.

3.3.1 Bİİ sistemlerinde entegrasyona geçiş aşamaları

Bilgisayar bütünleşik imalat sistemlerinde entegrasyon faaliyetlerinin oldukça hızlı gerçekleştirilmesi sırasında bir çok aşama sözkonusudur.

Bu aşamalar aşağıda kısaca tanıtılmaktadır (Salvendy, 1992) :

3.3.1.1 Bireysel bilgi sistemleri - I. Aşama

Bu aşamada yalnız tek başına veri işleme sistemleri (finansal muhasebe, sipariş işleme, finansal planlama vb..) idari ve ileriye dönük hedeflere ulaşmayı sağlayan sistemlerdir. Küçük firmalar genellikle özel amaçlı iş istasyonları kullanırken, büyük firmalar ise daha geniş boyutta daha fazla sayıda ve tip iş istasyonlarını

kullanılmaktadırlar. Tasarım ve imalat sektöründe ise firmalar BDT sistemleri, robotlar, SK işleme merkezleri vb. faaliyetler için yüksek seviyede otomatize edilmemiş özel amaçlı sistemler kullanılmaktadırlar. Bireysel sistemlerin kullanılması işleme zamanlarını azaltır ve işin kalitesini yükseltmesine rağmen avantajları varolan bir organizasyonel yapı içerisinde fazla göze batmayabilir. Kar analiz raporlarında ise ne yazık ki bu sistemlerin getirileri ile yapılan yatırımlar kıyaslanır ve performansı ölçülür. Diğer taraftan tamamen entegre edilmiş sistemlerdeki sinerji etki bu sistemlerde tam olarak ortaya çıkmaz. Entegrasyonun II. aşamasında ise veri akışındaki kesikliklerle ortaya çıkan engellerin algılanması ve çözümü ele alınmaktadır.

3.3.1.2 Kısmi entegre edilmiş bilgi sistemleri (BDx fikirleri) - II. Aşama

Kısmi entegre edilmiş çözüm bilgi ve iletişim sistemlerinin entegrasyonunda ikinci sahadır. İş sistemleri gözönüne alınırsa MİP entegrasyonunda bu safhada dikkate alınır. İş idari / planlama sistemleri ile tasarım ve imalat proses sistemleri arasında organizasyonel ve teknik entegrasyon imkanları mevcut olduğu için MİP sistemleri ile BDx sistemleri arasında da bu entegrasyon mevcuttur.

Entegrasyonun bu aşamasında firmalar iş gücünün belirli bir bölge içerisinde yer almasını desteklemektedirler. II. Aşama' da entegre edilmiş sistemler I.Aşama' daki sistemlerden daha esnek olma avantajına sahiptirler. Kısmi sistemler bireysel olarak ele alınamaz. Bu sistemler firmadaki tüm sistemlerle olan ilişkileri optimum olmalıdır. II.Aşama' nın teknik olarak en büyük özelliği bilgilerin merkezileştirilmesidir. Bu seviyedeki entegrasyonda varolan dezavantajlar ise bireysel kısımların ağ şebekesi ile birbirine bağlanmasıyla çözülebilir. Bu amaç için disiplinlerarası bir yaklaşımın geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Organizasyonel seviyede proses ile ilgili davranış önemlidir. Teknik destek sistemi seviyesinde dağıtılmış sistem ve ilişkilerinin tüm bileşenleri hakkında daha yoğun bilgiye ihtiyaç duyulur.

Entegrasyonun daha sonraki aşamasındaki geliştirme prosesi karar destek sistemleri, alternatif yapıların modellenmesine izin veren araçlar ve bu modeller yardımıyla çalışma faaliyetlerinin benzetimi çalışmaları ile oldukça basitleştirilebilir. Bilgisayar

yardımla yapılan modelleme ve tasarım araçları bilgi sistemlerinin tüm önemli bileşenlerinin planlanmasına ve grafik olarak tasarlanmasına olanak tanır. Üretilen modellere dayalı olarak değerlendirme yapılmasına olanak tanıyan simülatörler dağıtılmış bilgi sistemi mimarisini optimize etmek için kullanılırlar. Bu simülatörler alternatif çözümlerin etkilerinin belirlenmesine yardımcı olurlar.

3.3.1.3 Bölümler arası bilgi sistemleri (BDx/BDx Fikirleri) - III. Aşama

Entegrasyonun III. aşaması, II. aşamada otomatize halen getirilen bilgi adacıklarının bilgisayar ağları yardımıyla entegre edilmesidir. Firmanın çeşitli bölümleri bu değişiklikten önemli derecede etkilenmektedirler. Bu aşamadaki entegrasyonda artık BDT/BDİ entegrasyonu gibi çözümler söz konusudur.

Örneğin : parça listelerinin otomatik üretimi ve MİP sistemine bu bilgilerin otomatik iletimi gibi çalışmalar ortak veri tabanı ile başarılmaktadır. Çalışma planlarının ve SK kodlarının üretimi de aynı şekilde yapılmaktadır.

Entegrasyonun bu aşamasında organizasyonel yapı üzerinde teknolojinin baskısı daha hissedilir haldedir. Bu teknolojinin amacı ise firmanın rekabet düzeyini arttırmak, yapısal esnekliğini iyileştirmek ve bölümler arasındaki sinerjik etkiyi arttırmaktır. Kullanılan bilgi sistemlerinin daha da karmaşıklaşması sistemlerin hata yapma riskini daha da artırmaktadır.

3.3.1.4 Firma genelindeki bilgi sistemleri - IV. Aşama

IV. aşama' daki entegrasyon potansiyeli teknik bilgi, iletişim ve iş sistemlerinin biraraya getirilmesi ile değerlendirilebilir. Sipariş işleme gibi bağlanmış prosesler firma içerisinde merkezi bir konuma sahiptir ve planlamadan üretim ve işleme operasyonlarına kadar tüm departmanları yakından etkilemektedir. Firma içerisinde bir taraftan organizasyonel boyutta tasarım ve maliyet muhasebesi sistemlerinin entegre edilmesi diğer taraftan teknik boyutta BDT ve MİP sisteminin entegrasyonu mümkün olabilmektedir. Firma fonksiyonlarının kombinasyonu ve işgücü bölümüne dayalı olarak organize edilen çalışma prosedürlerinden süreç yönlendirmeli prosedürlere geçiş disiplinlerarası veri tabanlarına dayalı olarak hazırlanan teknoloji

yönlendirmeli prosedürler sayesinde yapılmaktadır. IV. Aşama' da faaliyetlerin tekrar entegrasyonunu sağlayan süreç oryantasyonuna özellikle tasarım ve planlama faaliyetlerinde daha çok ihtiyaç duyulur.

3.3.2 Entegrasyon için kullanılan araçlar

BBİ sistemlerinin geliştirilmesi amacı ile kullanılan bu araçlar BBİ sistemlerinden ayrıdır ve entegrasyon faaliyetleri için bilgi adacıklarının otomasyonunu sağlarlar. Bu araçlar aşağıdaki gibi kısaca ifade edilebilir (Salvendy, 1992) :

3.3.2.1 Veri tabanı teknolojisi

Bir imalat sisteminde mevcut tüm faaliyetlerle ilgili bilgilerin toplandığı veri tabanlarının geliştirilmesidir. Bilgilerin nasıl depolanacağı ve kullanılacağı oldukça önemlidir. Bir imalat sisteminde ürün tanımlamaları (detaylı tasarımlar, malzeme kütüğü), imalat talimatları, proses planları, BSK parça programları , maliyet bilgileri, mevcut işleme kabiliyetleri, atelye durumu, stok kontrol, siparişler ve bunun gibi bir çok tipte bilgi mevcuttur.

Bu verilerin nasıl organize edileceği kritik bir durumdur. Bu amaçla veri tabanı yönetim sistemleri kullanılır.

3.3.2.2 İletişim

BBİ sistemi içerisinde alt sistemlerin bir çoğunu ilgilendiren bir faaliyetin yerine getirilmesi için çok iyi ve güvenilir bir iletişim sisteminin olması gerekmektedir. İletişim standartlarının geliştirilmesi ise bunu oldukça kolaylaştırmıştır. Entegrasyon uyumsuzluklarını ortadan kaldırmaktadır. Son derece karmaşık olan iletişim ağları geliştirilmiştir. Bu iletişim standartları arasında ise en göze çarpan ISO (Uluslararası Standartlar Enstitüsü) tarafından geliştirilen Açık sistem ara bağlantısı (OSI) modelidir. Bu model tüm iletişim fonksiyonunu yedi farklı katmana bölmektedir. Her bir katman bir üstteki katmana hizmet vermektedir. Herhangi bir katman üzerinde yapılan bir iyileştirme diğerlerini etkilememektedir. Bu

standard MAP (İmalat otomasyon protokolü) yardımıyla imalat ve ofis otomasyonu çalışmalarının temelini oluşturmaktadır.

3.3.2.3 Yazılım ve donanımdaki gelişmeler

Yazılım ve donanım sistemlerindeki gelişmeler bir BBİ sisteminin geliştirilmesine katkıda bulunan önemli unsurlardan biridir.

Bilgisayar teknolojisindeki ilerlemeler sayesinde bu sistemlerin maliyetleri eskiye göre oldukça azalmıştır. Kısaca BBİ bilgi sistemi içerisinde bilgisayar teknolojisinin en son ürünleri daha makul bir fiyata kullanılabilir. Örneğin : Bir BDT/BDİ sisteminin kurulması çalışmasında gerekli olan donanımlar ve teçhizatlar eskiye oranla daha ucuza sağlanabilmektedir. Sadece maliyetlerin azalmasının yanında donanımların performanslarının da (hızı, kapasitesi vb.) artmış ve daha karmaşık fonksiyonların da otomasyonu imkanı doğmuştur. Donanımların yanında bu sistemlere ait yazılımlarda zamanla gelişmiş gün geçtikçe uygulama alanları artmıştır.

3.3.2.4 Standardizasyon

Standardizasyon, ürünler, prosesler ve bilgi işleme vb. ilgili olarak imalat ortamında ortaya çıkabilecek gereksiz karmaşıklığa son vermek için başvurulacak bir yoldur. Bir örnek vermek gerekirse bir firma içerisinde iki farklı BDT sisteminin bulunduğunu varsayalım. Eğer bir sistemden diğer sisteme bilgi aktarmak gerektiğinde büyük sorunlarla karşılaşılabilir. Bu yüzden, herhangi bir parçaya ait BDT bilgileri dosyası başka bir sistemde kullanılabilir diye standard olarak tanımlanmış bir formatta hazırlanır. Hatta firma dışı başka BDT sistemlerinde bile hazırlanan standard formattaki dosya kullanılabilir. Şu an BDT/BDİ pazarında bulunan yazılımların çoğu birbirleriyle bilgi alışverişi yapabilmektedir. Bunun için uluslararası bir standard olan IGES (Uluslararası Grafik Değişim Sistemi) formatı kullanılmaktadır. Özellikle kitlesel üretim sistemlerinin analizinde ve kontrolünde iki farklı sorun ortaya çıkmaktadır. Bunlardan birincisi çok farklı imal edilecek parça olması, ikincisi ise her bir parçaya ait proseslerin fazla olmasıdır. Bu problemlerde standardizasyon sayesinde çözülmektedir. Çünkü benzer parçalar

fiziksel özelliklerine göre gruplanabilir. Bu da proses ve ürünle ilgili sorunları daha düzenli ve net bir şekle sokar.

3.3.2.5 Modelleme yapısı

BBİ sistemlerinin tasarımında modüler ve hatasız tasarımların elde edilmesi için yardımcı olarak kullanılan yapılanmış modelleme teknikleri diye isimlendirilen bir takım yöntemler vardır. Bu teknikler BBİ sistemlerinin tasarımında özellikle ilk tasarım sırasında ortaya çıkacak problemlerin giderilmesinde kullanılırlar. Bu araçlardan ilk üçü bilgisayar bilimi ve hesaplama teknolojisi ile ilgilidir. Son ikisi ise sistemleri entegre etmek için kullanılmaktadır. Bütün bu araçlar tamamen ayrı düşünülmesine rağmen aslında birbirleriyle oldukça derinden ilişkilidirler.



BÖLÜM 4

AŞAMALI BİR BİLGİSAYAR BÜTÜNLEŞİK İMALAT (BBİ) SİSTEMİ MODELİ VE BENZETİM TEKNİĞİ İLE ANALİZİ

4.1. Problemin tanıtılması

Daha önceki bölümlerde de belirtildiği gibi BBİ sistemlerinin maliyetlerinin yüksek olması ve teknik olarak gerçekleştirme güçlüğü firmaları daha çok bireysel sistemlere daha sonra kısmi entegrasyon sistemlerine yönlendirmektedir. Tüm firma faaliyetlerinin bilgisayar destekli yardımı ile yapılmasına olanak tanıyan BBİ felsefesine ancak belirli aşamalardan geçilerek varılmaktadır.

Bu tez, BBİ sistemlerini geliştirmek isteyen firmaların nasıl bir yol izlemeleri gerektiğini ortaya koyan bir çalışmayı içermektedir. Bunun için firmalara yardımcı olmak amacı ile BBİ sistemlerinin aşama aşama geliştirilmesine olanak tanıyan teorik bir yapı önerilmektedir. Çünkü diğer gelişmiş ülkelerdeki firmalar yanında, özellikle ülkemiz firmaları konuya tam hakim olamadıkları için ya bu sistemleri uygulamaya korkmakta ya da bilgi eksikliğinden dolayı başarısız olmaktadır. Bu hususta ülke ekonomisinin geleceğini düşündüğümüz zaman hem ülke kaynaklarının daha verimli ve yerinde kullanılamamasına hem de yoğun rekabet ortamında yarışabilirlik seviyesinin düşmesine neden olabilmektedir.

Bu çalışma kapsamında önerilen teorik yapıyı destekleyen bir analiz modeli sayesinde firmalar BBİ sistemlerine daha yatırım yapmadan gerçekleştirmeyi hedefledikleri sistemlerin getirilerini görebilmektedirler. Ayrıca, bu yapı içerisinde

teknik hususların değeriendirilmesinin yanında BBİ sistemleri ile ilgili olarak bazı finansal değeriendirmelerde ele alınmaktadır.

Kısaca özetlemek gerekirse çözümleri gereken problem,

“ BBİ sistemlerini kurmak isteyen firmaların hangi aşamalardan geçmesi gerektiğini ortaya koyan teorik bir yapı geliştirmek ve bu yapı yardımı ile bu sistemlerin firmalara olan getirilerinin hem teknik hem de finansal kriterlere dayalı olarak analiz etmek “

4.2. İlgili literatür

Modelleme ve benzetim tekniklerinin imalat ortamına uygulanması yeni bir husus değildir. Benzetim yönteminin gelişimi neticesinde binlerce modelleme çalışması imalat sistemleri ile ilgili olarak gerçekleştirilmiştir. Ama şimdiye kadar yapılan tüm çalışmalar genellikle tüm imalat organizasyonunu modellemekten uzak sadece imalatın belli alanlarında gerçekleştirilmiştir. Örneğin : Esnek imalat sistemi benzetimi (**Kiran ve diğ., 1989**). Benzetim modellerinin çoğu, bir tüm bir imalat ortamı içerisinde sadece üretimle doğrudan ilgili olan hususlarla sınırlanmıştır (üretim planlama, atölye faaliyetleri vb.). Bu çalışmaların bazıları da envanter kontrol fonksiyonları üzerinde gerçekleştirilmiştir (**Bengü ve Haddock, 1994**).

İmalat sistemlerinin benzetimi ile ilgili olarak çeşitli yaklaşımlar kullanılmıştır. İlk imalat modelleme çalışmalarında “ yığın hesaplama yaklaşımları (batch computing approaches) “ kullanılmıştır. Daha sonraki aşamalarda ise “ etkileşimli hesaplama yöntemlerine (interactive computing methods) “ yönlenilmiştir. Son dönemlerde ise modellemede grafik yaklaşımların kullanıldığı göze çarpmaktadır. Son yıllarda ise imalat alt sistemlerinin modellenmesinde uzman sistemlerin kullanılması da ayrı bir gelişme olarak göze çarpmaktadır (**Reddy, 1987, Shannon ve diğ., 1985, O’Keefe, 1986 ve Mellichamp ve diğ., 1987**).

Tüm bu benzetim çalışmaları sonucunda acaba tüm imalat sistemini modellemede benzetim tekniği kullanılabilir mi ? Bu konu ile ilgili olarak literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, **Pruett ve Vasudev (1990)** çalışmalarında tüm bir imalat organizasyonunu modelleyen MOSES adını verdikleri bir sistem geliştirmişlerdir. Bu sistem, kullanıcılara benzetim tekniği yardımı ile tüm imalat organizasyonu ile

ilgili olarak değişik düşüncelerinin değerlendirilmesine olanak tanıyan bir yapıyı sunmaktadır. Diğer bir çalışmada ise, **Love ve Barton (1996)** çalışmalarında bir BBİ ortamında farklı türdeki tasarım kararlarının analiz edilmesi ve finansal olarak değerlendirmesi amacı ile tüm imalat organizasyonunu benzetim tekniğiyle modellemişlerdir. Bu amaç doğrultusunda bir benzetici (simülatör) geliştirmişlerdir. Bu çalışmada firma içerisindeki fonksiyonlar (müşteriler, satıcılar, tasarım, MİP, bayiler, imalat operasyonları, finansal hesaplar, muhasebe vb.) ve aralarındaki ilişkiler modellenmektedir. Dolayısıyla tasarım değişikliklerinin diğer fonksiyonları nasıl etkilediği bu çalışma kapsamında ele alınmaktadır. Ayrıca, tüm imalat sistemini kapsayan benzeticinin önemli kısımları olan BDT, BDSP, MİP sistemlerinin etkileşimini sağlamak amacı ile bu sistemler arasında bir arayüz önermektedirler.

Diğer bir çalışmada ise **Shang ve Tadikamalla (1993)**, bir BBİ sisteminin çıktı değerlerini maksimize etmek amacı ile bir yaklaşım önermişlerdir. Bu yaklaşım hem imalat sistemlerinin karmaşıklığından dolayı benzetim tekniğini hem de hesaplama zamanını (çok sayıda benzetim deneyi olduğundan dolayı) azaltmak için kullanılan istatistiksel bir tekniği içermektedir. Çalışmanın hedefi, imalat sistemi faktörlerini (sistem girdilerini) mümkün olabilecek en iyi şekilde organize ederek çıktı maksimizasyonunu sağlamak ve BBİ üretim çıktısı üzerinde eniyiye yakın bir sonuç elde etmektir.

BBİ sistemlerinin geliştirilmesi ile ilgili olarak göze çarpan ama benzetim tekniğini içermeyen diğer çalışmalar ise :

Biemans ve Vissers (1991), çalışmalarında bir BBİ mimarisini geliştirmek için yapılması gereken adımları içeren bir referans model önermektedirler. Yazarlar, bu amaçla üretim organizasyonunu birimlere ayırmışlardır. Tüm BBİ mimarisinde bu birimlerin birbirleri ile etkileşimlerinden meydana gelen bir yapı olarak tanımlamaktadırlar. **Botzer ve Etzion (1995)**, çalışmalarında bir BBİ sistemi içerisinde mevcut olan farklı veri tabanlarının entegrasyonu için sezgisel bir optimizasyon modeli önermektedirler. BBİ sistemlerinin geliştirilmesi ile ilgili olarak **Wunderli ve diğ. (1996)** tarafından çok veri tabanlı ajanlar tanımlanmışlardır. Bu çalışmada BBİ' nin her bir bileşeni bir ajana (ara bağlantı elemanına) sahiptir ve bu ajanlar yardımı ile tüm sistemde veri tabanları arasında entegrasyon sağlanmaktadır.

BDT/BDİ sistemleri ile ilgili olarak literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde ise BDT/BDSP entegrasyonu ile ilgili olarak literatürde bir çok çalışma mevcuttur. **Masataka ve diğ. (1989)** çalışmalarında, tasarım ve süreç planlama fonksiyonları arasında entegrasyonu sağlamak amacı ile bir optimizasyon sistemi gerçekleştirmişlerdir. Bu sistem sayesinde ürün tasarımı ve süreç planlama ile ilgili karar verme süreci aynı anda gerçeklemektedir. Diğer bir çalışmada ise **Züst ve Taiber (1990)** çalışmalarında bir BDT ortamında prizmatik parçalarla ilgili olarak bilgi tabanlı bir süreç planlama sistemi önermektedirler. **Gao ve Huang (1996)** çalışmalarında BDT ve BDSP sistemleri arasında entegrasyonu sağlamak amacı ile “ özellik bazlı (feature-based) ” bir yapı önermektedirler. Bu sistem sayesinde uzman sistem kullanılarak geliştirilen bir BDSP yardımıyla, imalat ile ilgili hususlar ile ürün geliştirme fonksiyonlarını entegre etmişlerdir.

BDM sistemleri ile ilgili olarak sonlu elemanlar analiz (SEA) yöntemi kullanılarak bir Jant modelinin analizi yapılmış ve elle yapıldığında bir kaç hafta süren hesaplama zamanı HP 9000 / 720 sisteminde 30 dakika sürmüştür (**Öğüt, 1996**).

Literatürde BDT/BDSP sistemleri ile ilgili bir çok çalışma mevcuttur. **Schulte ve diğ. (1992)** çalışmalarında BDT ile BDSP sistemi arasında entegrasyon sağlamak amacı ile bir parça tasarımını oluşturan her geometrik şekli bir “ özellik ” olarak tanımlamışlardır. Bu “ özellik ” ler yardımıyla BDT sisteminden geometrik verileri BDSP sistemine aktarmışlardır.

Diğer bir çalışmada **Young ve Bell (1993)** çalışmalarında tasarım ve imalat arasındaki entegrasyonu sağlamak amacı ile “ özellik ” bazlı (feature-based) bir yapı kullanmışlardır. Bu sistem BDT sisteminden gelen tasarım bilgisini imalat ortamındaki tezgahlar için SK kod üretmek için kullanmaktadır. **Crawford (1993)** çalışmasında BDT ve BDSP sistemleri arasındaki entegrasyonu sağlamak amacı ile “ özellik (feature) ” bazlı bir yapı önermektedirler. Bu amaçla ortak bir veri tabanı tasarlamışlardır. **Yoshimura ve Takeuchi (1993)** çalışmalarında BDT ve BDİ entegrasyonu ile ilgili olarak çok safhalı bir karar verme yöntemi önermektedirler. Bu yöntem sayesinde ürün performansının artırılması ve imalat maliyetlerinin düşürülmesi sağlanmıştır. Diğer bir çalışmada ise **Young ve Tsai (1994)** çalışmalarında BDT ve BDİ entegrasyonunu sağlamak amacı ile uzman sistemler yardımı ile bir süreç planlama sistemi tasarlanmışlardır. Bu sistem yardımı ile

tasarımdan imalata tüm fonksiyonlar kompüterize hale getirilmektedir. **Boer ve diğ. (1990)** çalışmalarında imalat sisteminde varolan BSK tezgahların üretkenliğini ve esnekliğini artırmak için uzman sistemler yardımı ile bilgisayar destekli süreç planlama sistemi ile imalat sistemi entegre etmişlerdir. **Sakal ve Chow (1994)** çalışmalarında AutoLISP programlama dili ve yapay zeka tekniklerini kullanarak AutoCAD ve MasterCAM yazılımları arasında entegrasyonu sağlayan bir arayüz gerçekleştirmişlerdir. Bu sistem sadece prizmatik parçaları kapsamaktadır. Yine **Fuh ve diğ. (1996)** çalışmalarında ürün tasarımı ve imalat süreç planlama fonksiyonlarını entegre eden bir prototip ve yöntem önermektedirler. Bu sistem sayesinde tasarım, süreç planlama ve imalatla ilgili aparat ve düzeneklerin planlanması sistemleri arasında bir entegrasyon sağlanmıştır. Diğer bir çalışmada **Mamalis ve diğ. (1994)** çalışmalarında bir BDSP sistemi önermektedirler. Bu sistem sayesinde bir ürünün yapısı ve o ürünü üretmek için kullanılacak teknik sistemle ilgili optimizasyon kullanıcı tarafından girilen kriterler tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu yüzden önerilen BDSP sistemi uzman sistem yaklaşımından yararlanan kullanıcı etkileşimli bir sistemdir. **Kalta ve Davies (1994)** çalışmalarında BDT ile BDSP sistemleri arasında entegrasyonu sağlamak amacı ile uzman sistemler yardımıyla sadece dairesel parçalar için bir entegrasyon sistemi önermektedirler. Bu sistemde, herhangi bir BDT sisteminde üretilen 2 boyutlu bir ürün tasarımı IGES (Initial Graphics Exchange Specification) işlemcisi yardımı ile yazarlar tarafından geliştirilen uzman süreç planlama sistemine aktarılmaktadır.

BDT/BDİ ve BDÜY entegrasyonu ile ilgili olarak literatürde bir çok çalışma mevcuttur : **Zhang ve Mallur (1994)** çalışmalarında üretim çizelgeleme ve süreç planlama sistemleri arasında entegrasyonu sağlayan bir model önermektedirler. Bu sistem sayesinde süreç planları hazırlanırken imalat ile ilgili olan hususlar değerlendirilmekte vedaha doğru süreç planlarının gerçekleştirilmesi sağlanmaktadır.

BDT/BDKK/KÖC sistemleri ile ilgili olarak literatürde BDT ve CMM entegrasyonu ile ilgili olarak göze çarpan çalışmalardan biri **Yau ve diğ. (1992)** ' nin çalışmalarıdır. Yazarlar, bu çalışmada BDT sistemi ile bir KÖC cihazı arasındaki veri akışının nasıl olacağı ile ilgili olarak bir muayene sistemi önermektedirler. Bu sistem sayesinde BDT sisteminden alınana muayene verileri KÖC sisteminde kullanılmaktadır. Tersı durumunda da KÖC cihazından alınan parça verileri rahat bir şekilde BDT sistemine aktarılmaktadır.

Diğer bir çalışmada ise **An-Chen ve diğ. (1990)** KÖC ve BDT/BDİ sistemleri arasında iki yönlü veri trafiğini gerçekleştirmek amacı ile bir sistem önermektedirler. KÖC sisteminden alınan ürün bilgileri BDT sisteminde ürünün oluşturulmasında kullanılmakta ve buna bağlı olarak BDİ fonksiyonları gerçekleştirilmektedir.

4.3. Aşamalı bir BBİ modelinin geliştirilmesi

4.3.1. Tanım

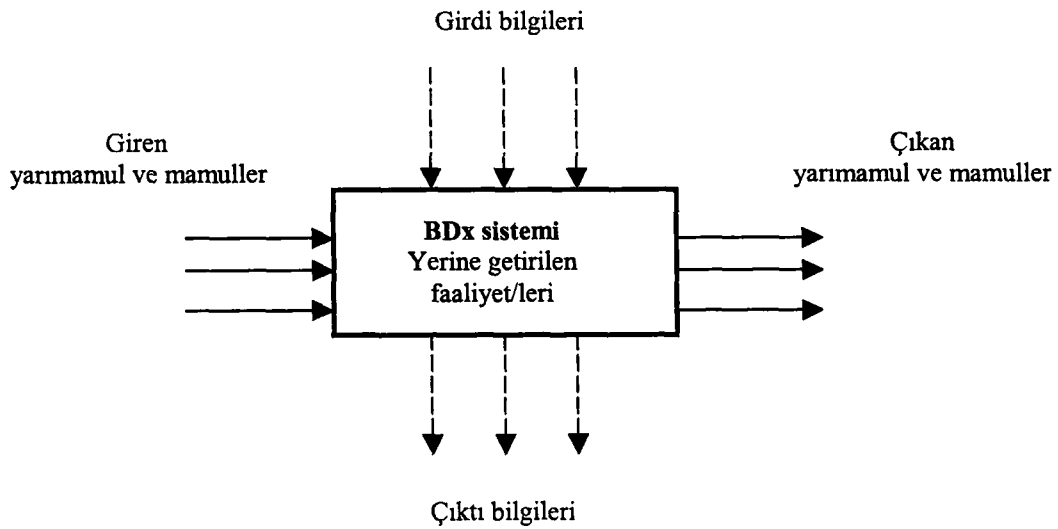
BBİ sistemleri modüler sistemlerin (BDx) biraraya gelmesinden oluşmuş tümüyle bilgisayar desteğinin egemen olduğu sistemler bütünüdür.

Bu çalışma kapsamında BDx sistemlerinin herbiri, bir üretim organizasyonundaki mevcut faaliyetlerin bilgisayar desteği yardımı ile daha etkin olarak yerine getirilmesine yardımcı olan “ bilgisayar destekli faaliyetler “ bütününe ifade eden bir hücre olarak değerlendirilmektedir.

Dolayısıyla, bir BBİ sistemi farklı fonksiyonları yerine getiren hücrelerin biraraya gelmesinden oluşmuş ve birbirleri arasında sinerjik etkinin varolduğu bir sistem olarak tanımlanmaktadır.

4.3.2. Bilgisayar destekli hücre yapısı

Aşağıda bir bilgisayar destekli hücrenin genel yapısı verilmektedir.



Şekil 4.1 Bir bilgisayar destekli hücrenin genel yapısı

Giren/Çıktı yarımamul ve mamul malzeme akışları sadece bazı BDx sistemleri için geçerlidir. Girdi/Çıktı bilgileri ise her BDx sistemi için geçerli olup bilgi akışını göstermektedir.

Dolayısıyla, önerilen yapı firma fonksiyonları ile ilgili olarak hem malzeme hem de bilgi akışını ele almaktadır.

4.3.3. Bir bilgisayar destekli hücrenin geliştirilme aşamaları

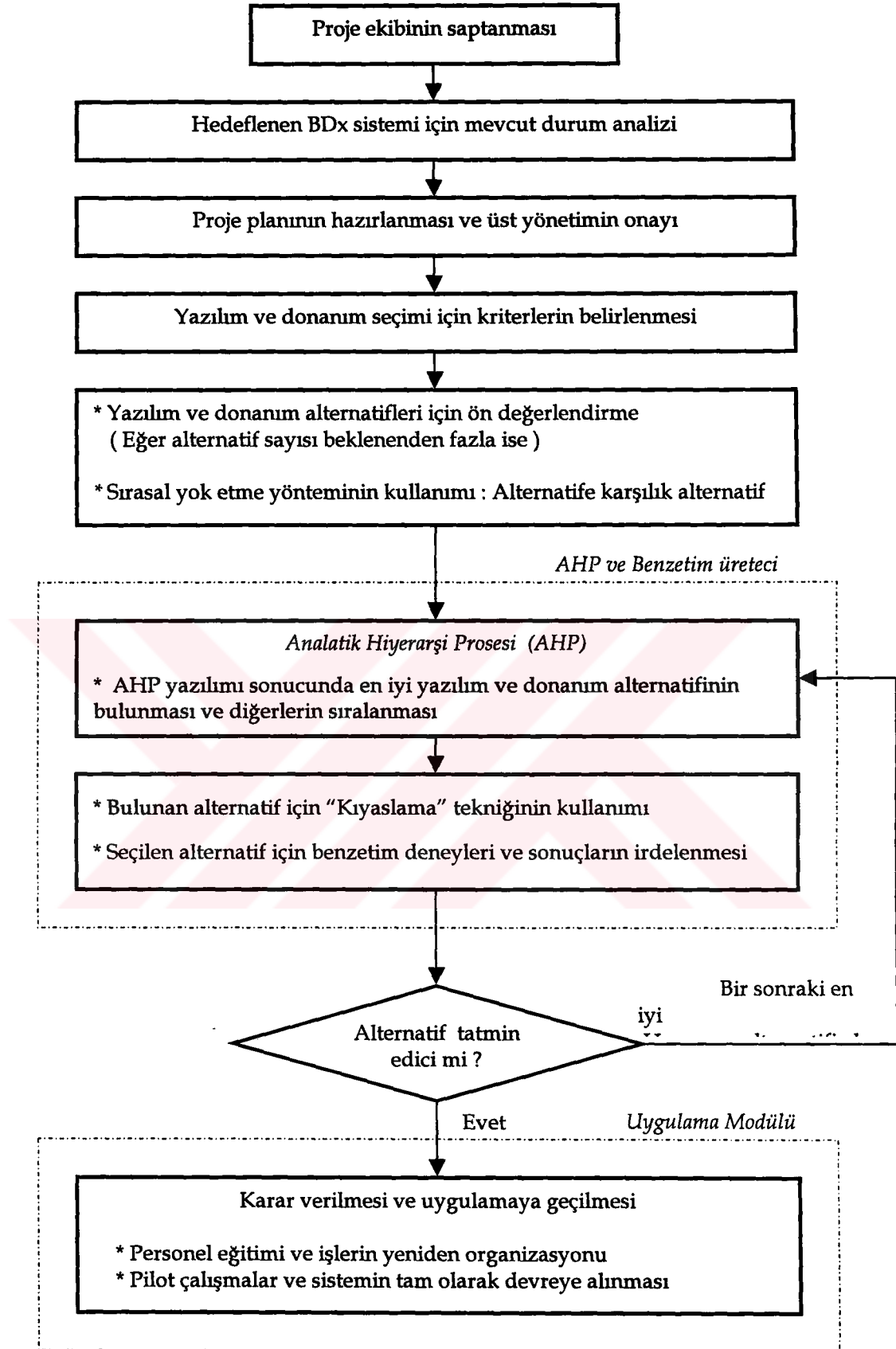
Çalışmaya başlamadan önce bu sistemleri gerçekleştirmek isteyen bir firma hangi BDx sistemlerinin gerçekleştirileceği ile ilgili olarak bir karar vermelidir. Eğer firma yönetimi birden fazla BDx sistemini aynı anda geliştirmek isterse (BDT/BDİ vb.) bunun gerçekleştirilmesi çok güç olabilir. Çünkü bu tür yatırımlar oldukça yüklü bir yatırım gerektirmektedir. Ayrıca, çalışanların ve firma üretim organizasyonunun yeni sisteme uyum sağlaması hiçte kolay bir şey değildir. Bu tür yatırımların getirilerinin orta ve uzun vadede alınabileceğinden dolayı firma yönetimi planlanan BDx sistemlerinin firma mevcut üretim organizasyonunu fazla etkilemeden belirlenen hedefler doğrultusunda gerçekleştirilmesi için bir öncelik sırası belirlemelidir. Bu amaçla Şekil 4.2' de bir BDx sisteminin gerçekleştirilmek için 8 aşamadan oluşan bir sistematik yapı önerilmektedir.

4.3.3.1. Proje ekibinin seçilmesi (Aşama I)

Bir proje ekibi, gerçekleştirilecek BDx sistemi ile ilgili olarak firmanın çeşitli bölümlerinden çalışanların katılımıyla oluşturulmalıdır. Ayrıca, bu ekip firma üst yönetimi tarafından seçilmeli ve en az bir üst düzey yöneticiyi içermelidir. Bu sayede üst yönetimin çalışmanın gidişatını takip etmesi daha kolay olacaktır.

4.3.3.2. Hedeflenen BDx sistemi için mevcut durum analizi (Aşama II)

Çalışmanın amacına uygun olarak ilk önce proje ekibi kurulacak BDx sistemi ile ilgili olarak firma mevcut yapısını değerlendirmek zorundadır ve ilgili gerekli verileri elde etmek zorundadır. Ekip sadece gerçekleştirilecek BDx sistemine bağlı olarak ilgili bölümleri ve bu bölümlerde yerine getirilen görevleri dikkate almalıdır.



Şekil 4.2 BDx sistemlerinin geliştirilme aşamaları (genel yapı)

4.3.3.3. Proje planının yapılması ve üst yönetim onayı (Aşama III)

Projenin temel taşlarını gösteren bir proje planı hazırlanıp üst yönetime sunulmalı ve onay alınmalıdır. Bu proje planı gerçekleştirilecek BDx sistemi ile ilgili olarak gerekli olacak kaynakları, zamanı vb. gösterecektir. Bu aşama karar verme mekanizmasını için içine alacağından projenin başarı bir şekilde zamanında tamamlanması açısından oldukça önemli olmaktadır.

4.3.3.4. Yazılım ve donanım seçimi için kriterlerinin belirlenmesi (Aşama IV)

Planlanmış BDx sistemi için kullanılacak yazılım ve donanıma ait kriterlerin belirlenmesi gerekmektedir. Bir firmadan diğerine değişebilen bu kriterler ilgili sistemi gerçekleştirmek isteyen bir firmanın hedef ve ihtiyaçlarına bağlı olarak proje ekibi tarafından seçilirler. Belirlenen kriterler ilk önce Aşama V' de alternatiflerin ön değerlendirilmesinde kullanılacaktır. Daha sonra da Aşama VI' da tanımlanacak olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yardımı ile alternatiflerin değerlendirilmesinde ve en iyi olanının saptanmasında kullanılacaktır.

4.3.3.5. Yazılım ve donanım alternatifleri için ön değerlendirme (Aşama V)

Eğer bazı BDx sistemlerinin gerçekleştirilmesi çalışmasında sözkonusu alternatif sayısı beklenildiğinden fazla olursa o zaman alternatifler bir ön değerlendirmeye tabi tutulur. Bu ön değerlendirme sayesinde aday alternatiflerin sayısı azaltılmaktadır. Aksi takdirde daha sonraki aşamada AHP tarafından yapılacak olan değerlendirme süreci oldukça fazla zaman kaybına neden olacaktır.

Bu amaca uygun olarak “ sırasal eleme yöntemleri ” denilen bir yöntem yardımı ile tüm alternatifler arasından sadece güçlü veya baskın olanlar seçilir. Daha sonra bu seçilen güçlü alternatifler bir sonraki aşamada tanımlanan AHP tekniği yardımı ile esas olarak değerlendirmeye alınacaklardır. AHP tekniği yardımı ile ön elemeyen geçmiş alternatifler daha kolay ve hızlı olarak değerlendirilebilecektir.

Sırasal eleme yöntemleri (sequential elimination methods) aşağıda belirtildiği gibi iki farklı yaklaşımı içermektedir :

a. Standarda karşı alternatif

Her bir alternatif her bir kriter için değerlendirilir. Bu değerlendirme sonucunda her bir kriter için belirlenen standard değerden düşük olan alternatifler elenir. Standard değerlendirme skalası seçilen proje ekibi tarafından belirlenir ve firmanın ihtiyaçları doğrultusunda yapılan genel bir değerlendirmedir.

b. Alternatife karşılık alternatif

Her bir alternatif diğer alternatiflerle karşılaştırılır. Bu değerlendirme sonucunda daha kuvvetli olan alternatifler belirlenir ve diğerleri elenir (Özellikle uç noktalarda özellikleri olan)

Bu iki tekniği değerlendirdiğimiz zaman bunların hiçbiri mevcut kriterlere dayalı olarak alternatifleri ağırlıklandırmazlar. Buradaki amaç beklenenden fazla alternatif olması durumunda problemin boyutunun azaltılmasıdır. Birinci teknikte her bir kriterle ilgili belli bir standart değer baz alarak her bir alternatifin performansı ölçülmektedir. Burada ilgili standartların doğru belirlenmemesi neticesinde yanlış sonuçlara gitme ihtimali vardır. Oysa, ikinci teknikte alternatiflerin birbirleri ile karşılaştırılmasında daha doğru sonuçlara ulaşılabilir. Bu teknikte genel bir değerlendirme sistemi kurulup alternatifler birbirleri ile karşılaştırılmaktadır. Detaylı analiz yapılmamaktadır.

Bu çalışmada sahip olduğu avantajlarından dolayı “ alternatife karşı alternatif “ yöntemi seçilmiştir.

4.3.3.6. Seçilen alternatiflerin değerlendirilmesi ve analizi

(AHP modülü ve Benzetim üretici - Aşama VI)

Bir önceki aşamada tanımlanan ön değerlendirme çalışması sayesinde zayıf veya baskın olmayan alternatifler elenmişti. Bu aşamada ise geri kalan alternatiflerin nasıl

değerlendirileceği ile ilgili olarak kullanılacak tekniğin (AHP) seçimi ile ilgili olarak bir çalışma yapılmaktadır.

4.3.3.6.1. Çok ölçütlü karar verme yönteminin seçimi

Ön değerlendirme işleminden sonra geriye kalan alternatifler çok ölçütlü karar verme (Multiple Criteria Decision Making - MCDM) tekniklerinden biri yardımı ile değerlendirebilir.

Çok ölçütlü karar verme problemleri üç kategori şeklinde sınıflandırılabilir :

1. Çok Özdeğişkenli Karar Verme
(Multiple Attribute Decision Making - MADM)

Analitik Hiyerarşi Süreci – Seçilen
(Analytic Hierarchy Process - AHP)

1. Çok Özdeğişkenli Fayda Teorisi
(Multiple-Attribute Utility Theory – MAUT)
2. Çok Amaçlı Karar verme
(Multiple Objected Decision Making – MODM)

Çok ölçütlü karar verme tekniklerinden en popüler olan iki teknik, analitik hiyerarşi süreci (Analytic Hierarchy Process - AHP) ve çok öz değişkenli yarar teorisi (Multi Attributed Utility Theory - MAUT) kısaca bu bölümde değerlendirilmektedir (Saunders ve diğ., 2000)

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), hiyerarşik bir yapı içerisinde karmaşık, çok ölçütlü ve çok periyotlu problemlerin çözümünde oldukça ideal bir tekniktir. Sistemin temelinde karmaşık bir karar problemini daha alt problem grublarına ayırmak yatmaktadır. Seçim kriterlerinin değerlendirilmesi ölçekleme yöntemi ile yapılmaktadır. Bu ölçekleme sistemi her bir seçim kriterinin diğeri ile olan ilişkisini

göstermektedir. Bu ölçekleme süreci daha sonra alternatifleri kıyaslamak için öncelik puanlarına dönüştürülmektedir. Bu tekniğin anlaşılması ve kullanımı kolaydır. Problem yapısını ifade etmek için oldukça etkindir.

AHP aynı zamanda teknik hususlarla firma amaçları arasında iyi bir ilişki kurar. Bu tekniğin olumsuz tarafları ise bir çok sübjektif yargılamalara ihtiyaç duymaktadır ve ihtiyaç duyulan verilerin toplanması uzun zaman almaktadır. Ayrıca problem boyutu arttıkça birbirleri ile etkileşimde bulunan kıyaslamaların sayısı da oldukça artmaktadır.

Çok öz değişkenli yarar teorisi (MAUT) tekniği alternatiflerin seçimi için aynen AHP gibi belirsizlik, risk ve diğer faktörleri içeren karar vericinin önceliklerini kullanmaktadır. Bu teknik yardımı ile karar vericinin öncelikleri her bir öz değişken veya kantitatif performans ölçümü için doğrusal olmayan bir fayda fonksiyonu şeklinde tanımlanır. Daha sonra bu tek öz değişken yarar fonksiyonları, bir alternatifin tüm istenebilirliğinin tek bir indeksi olarak çok öz değişkenli bir fonksiyona dönüştürülür. Olasılık dağılımları bu çok öz değişkenli fonksiyondaki belirsizliği sayısallaştırmak amacı için kullanılmaktadır. MAUT tekniği performans ölçümlerini ve diğer sayısallaştırılabilir faktörleri, etkinlik ölçümleri şekline dönüştüren bir yöntem sunmaktadır (Saunders ve diğ., 2000).

Bu iki kriter arasında en çok kullanılanı ve en yaygın olarak bilineni AHP' dir. Çünkü, AHP bir yandan sayısallaştırılabilen ve sayısallaştırılamayan faktörleri biraraya getirmekte, diğer yandan daha önce gerçekleştirilmiş benzer karar problemlerinde çokca kullanılmıştır. Literatürde, bir çalışmada yazarlar BDx modüllerinin veya EİS sistemlerinin finansal olarak değerlendirilmesinde yoğun olarak analitik hiyerarşi sürecini (AHP) sistemi kullanmışlardır (Varney ve diğerleri, 1987). AHP, çok farklı alanlarla ilgili çok ölçütlü karar verme problemlerinde başarı ile uygulanmaktadır. Ön eleme yapılmasına rağmen, AHP ile ilgili olarak belirtilen kriter sayısı ve alternatif sayısının fazla olması durumunda değerlendirme için hala yoğun hesaplama işlemleri yapmak gerekmektedir. Çünkü, değerlendirme kriterlerinin sayısı arttıkça doğal problemin boyutu da artacaktır (çok sayıda kolona ve satıra sahip matris hesapları vb.). Bu da eğer hesaplamalar elle yapılıyorsa çok uzun ve sıkıcı bir çalışmaya neden olacatır. Onun için, bu tez kapsamında yoğun hesaplama işlemlerini yok etmek için QBasic dilinde bir yazılım

geliştirilmiştir. Bu yazılım, iki ana modülden oluşmaktadır. Bunlar AHP ve bu modülle entegre edilmiş olan benzetim üreticidir. AHP yazılımı kullanıcıdan elde ettiği bilgileri (alternatif ve kriterlerin sayısı her bir kritere göre alternatiflerin birbirleri ile değerlendirilmeleri vb.) veri güdümlü bir arayüz yardımı ile elde ederek mevcut tüm alternatifleri ağırlıklarına göre sıralamakta ve alternatifleri daha sonraki aşamada gerçekleştirilecek benzetim çalışması için hazırlamaktadır. Bu yazılım kullanıcı dostu bir ortam sağlayarak kullanıcıya ayrıca verilerin girilmesi ile ilgili olarak gerekli talimatları da sunmaktadır. AHP tekniği ile entegre olan benzetim üretici diğer aşamada daha detaylı olarak verilecektir. Şekil 4.3' de AHP modülüne ait programın akış diyagramı verilmektedir. Şekilden görüldüğü üzere iki farklı kısım ortaya konmaktadır. Bu kısımlardan biri kullanıcıdan gerekli tüm verileri toplayan “ veri giriş ” diğeri ise alternatifleri değerlendiren ve ağırlıklarına baz alarak sıralayan “ AHP programı ve çıktı ” kısımlarıdır.

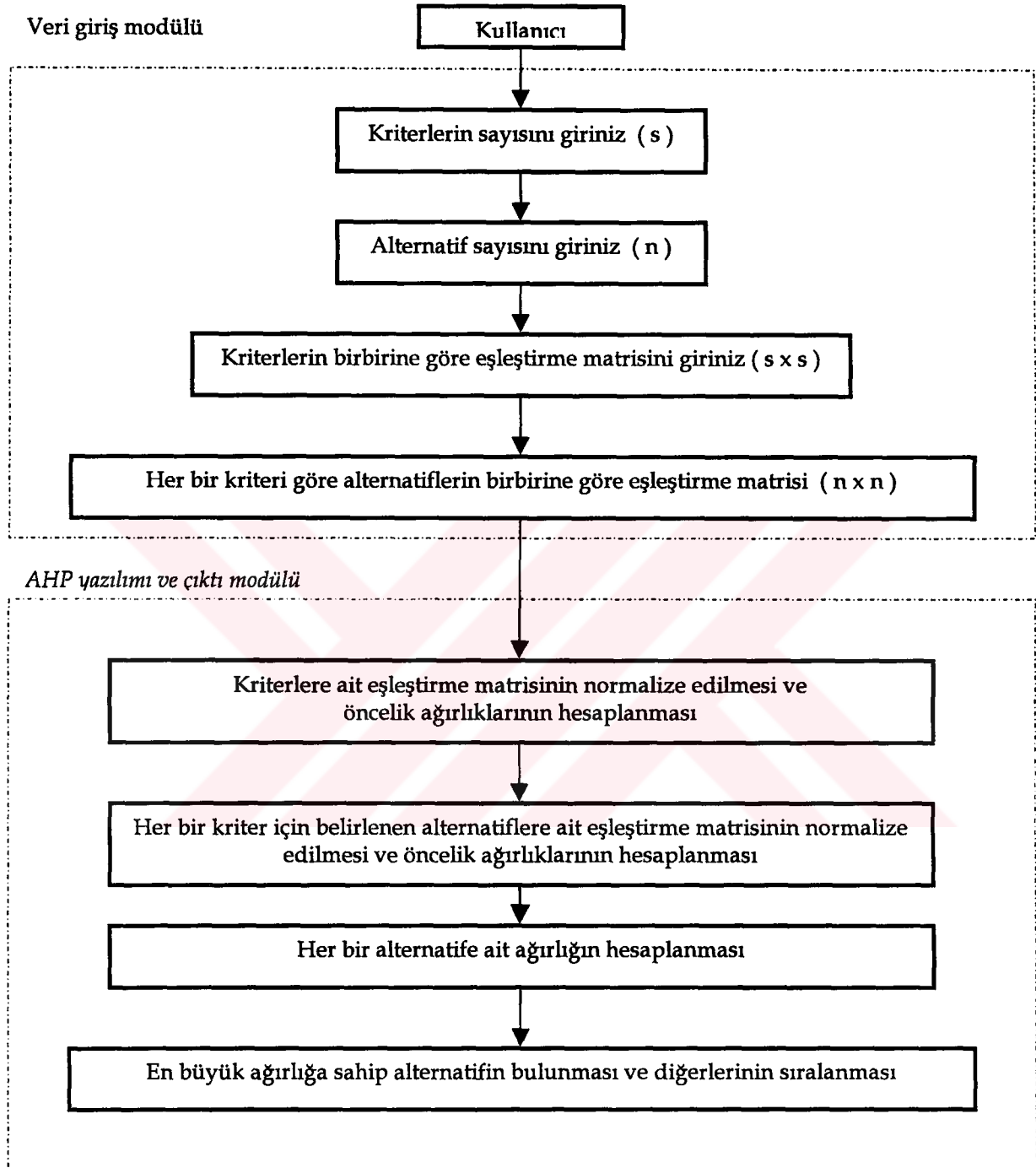
4.3.3.6.2. Benzetim ve benzetim üretici

Bu kısımda alternatiflerin analizi için kullanılacak tekniğin seçimi yapılmakta daha sonra da seçilen teknik (benzetim) ile ilgili olarak bilgiler sunulmaktadır. Ayrıca kullanılacak benzetim dili (SIMAN) için bir değerlendirme yapılmaktadır. Daha sonra da SIMAN dili ile ilgili olarak bir benzetim üretici tanımlanmaktadır.

4.3.3.6.2.1. Kullanılacak analiz tekniğinin seçimi

Yöneylem araştırması teknikleri (doğrusal programlama, dinamik programlama, tam sayılı programlama, dal sınır algoritması vb.) genellikle optimizasyon amacı ile kullanılan tekniklerdir. Oysa, benzetim tekniği karar vericiye yardımcı olan ve karar vericinin değişik türdeki düşüncelerinin sistem modeli üzerindeki performansını ve sonuçlarını analiz eden bir tekniktir (Dinçmen, 1991).

Benzetim gerçek sistemler üzerinde değerlendirilmesi çok pahalı olan, zaman alan çalışmaların analizi için kullanılmaktadır. Matematiksel modelleme teknikleri ile karşılaştırıldığında benzetim dinamik yapısı dolayısıyla avantajlı durumdadır. Ayrıca, kuyruk modelleme ile karşılaştırıldığında kuyruk modellemede sadece belli dağılımlar için kullanılabilmektedir.



Şekil 4.3 AHP yazılımının akış diyagramı

Oysa, benzetimde standart olmayan her türlü dağılımın kullanılabilmesi mümkündür (Pidd, 1998). Doğrusal programlama bir çok karar değişkeninin oluşturduğu amaç fonksiyonunu, yine karar değişkenlerinin oluşturduğu kısıt fonksiyonlarla optimize etmekte kullanılan bir tekniktir (Çözümüne ulaşmak içinde simpleks yöntemini kullanır), diğer taraftan doğrusal olmayan programlama tekniğinde ise amaç fonksiyonu karar değişkenlerinin farklı kombinasyonlarını (ikinci derece, üçüncü derece vb.) içermektedir (Salvendy,1992). Diğer yöneylem araştırması teknikleri de (dinamik programlama, tam sayılı programlama vb.) doğrusal ve doğrusal olmayan programlama teknikleri gibi karar değişkenlerinin oluşturduğu kısıt fonksiyonlarını dikkate alarak amaç fonksiyonunu optimize etmeye çalışır. Aralarındaki fark ise uygulama sahalarının farklılığıdır.

Yine yöneylem araştırması tekniklerinden olan benzetim incelenmesi gereken gerçek sistemin belli koşullar altında modellenmesine ve bu model üzerinde farklı alternatiflerin denenmesine olanak tanır. Diğer yöneylem araştırması tekniklerinden farkı ise bu teknik bir optimizasyon aracı değildir. Benzetim kurulan modelle ilgili olarak farklı girdi verilerinin sistem üzerindeki etkilerini görmek amacı ile kullanılan deneysel bir analiz tekniğidir.

Bu tez kapsamında geliştirilen entegrasyon sistemlerinin analizi için benzetim tekniği seçilmiştir (ek bilgi için ... bakınız .. 4.2 İlgili Literatür).

Çünkü :

1. İmalat sistemleri diğer teknikler tarafından kolayca modellenmeyecek kadar karmaşıktır (Shang ve Tadikamalla, 1993).
2. İmalat sistemleri dinamik sistemlerdir. Bu yüzden diğer yöneylem araştırması teknikleri yardımı ile modellenmeleri zordur (Pidd, 1998)
3. Bu çalışmanın amacı, modellenen yapıyı belli şartlar altında optimize etmek değildir. Sistem karar vericinin değişik türdeki düşüncelerinin (farklı BDx sistemleri ve bu sistemlerle ilgili verilerin) fabrika fonksiyonlarını nasıl etkilediğini görmek istemektedir.

Literatürden örnek vermek gerekirse **Bengu ve Haddock (1994)** çalışmalarında, benzetim bir optimizasyon tekniği olmadığı için hem sistemi modellemek hem de sistemle ilgili çok değişkenli problemleri çözmek amacı ile bir benzetim optimizasyon sistemi geliştirmişlerdir. Benzetim tekniği ile modellenen karmaşık bir problemin optimal sonuçları için bu sistem otomatik olarak hesaplama yapmaktadır.

4.3.3.6.2.2. Benzetim dilinin seçimi

“ Benzetim literatürde çok sık kullanılan yöneylem araştırması tekniklerinden biridir. Bu teknik belli varsayımlar altında modellenen bir sistemin üzerinde farklı türdeki düşüncelerin getirilerini kestirmek ve dolayısıyla her türlü yatırım kararlarının sonuçlarının görülmesinde oldukça etkin bir araçtır.”

Günümüzde imalat sistemlerinin analizi amacı ile bir çok benzetim dili (SLAM II, GPSS, SIMSCRIPT II.5, SIMAN/CINEMA, AUTOMOD II vb.) ve paketi (SIMFACTORY II.5, WITNESS, ProMODEL/PC, STARCELL, MICRO-SAINT vb.) mevcuttur. Bu çalışmada benzetim dili olarak yaygın bir uygulama alanına sahip SIMAN/CINEMA (Sürüm 3.5 - System Modelling Corp.) seçilmiştir. Çünkü, SIMAN benzetim dili son yıllarda bilimsel araştırmalarda en çok kullanılan dildir (**Kıran ve diğ., 1989, Bengu ve Haddock, 1994**). Özellikle, modelleme aşamasında iki farklı dosyaya (model ve deney dosyası) sahip olması nedeni ile modellenen yapıyı bozmadan benzetim çalışmasında kullanılan verilerinin değiştirilmesine olanak tanımaktadır. Diğer bir kaynakta ise SIMAN dilinin sıradan bir benzetim yazılımından çok daha iyi olduğu vurgulanmaktadır (**Pidd, 1998**).

a. Avantajları

- Esneklik : Benzetim farklı tiplerdeki üretim sistemlerinin analizinde başarı ile kullanılabilir
- Karmaşıklık : Karmaşık sistemler modellenebilir ve anlaşılabilir
- Zaman : Geliştirme ve uygulama zamanı azaltılabilir
- Eğitim : Benzetim, dinamik sistemlerin karmaşık yapısını anlamaya yardımcı olduğu için eğitim amaçlı olarak ta kullanılabilir
- Dinamik davranış : Dinamik davranış kolay bir şekilde incelenebilir.

b. Dezavantajları

- Optimizasyon : Benzetim bir optimizasyon aracı değildir
- Bağılıklar : Benzetim sonuçları, benzetim model ve analizinin kim tarafından yerine getirildiğine bağlıdır
- Detay seviyesi : Detay seviyesini tanımlamak güç olabilir
- Zaman ve Maliyet : Bir benzetim projesi kaynakların oldukça fazla bir kısmını tüketebilir
- Sonuçları yorumlama : Sonuçları yorumlamak güç olabilir.

4.3.3.6.3. AHP ve benzetim tekniğinin entegrasyonu

Bu entegrasyon sistemi AHP, kıyaslama ve benzetim gibi üç popüler tekniği biraraya getirmektedir. Bu sistem herhangi bir BDx sistemi ile ilgili yazılım ve donanım alternatiflerinin kolayca değerlendirilmesinde ve ilgili alternatiflerin modellenen firma üretim organizasyonu üzerinde analizi için kullanılmaktadır (Şekil 4.4). AHP tekniği ile ilgili detaylı bilgi bir önceki aşamada verildiği için burada tekrar ele alınmayacaktır.

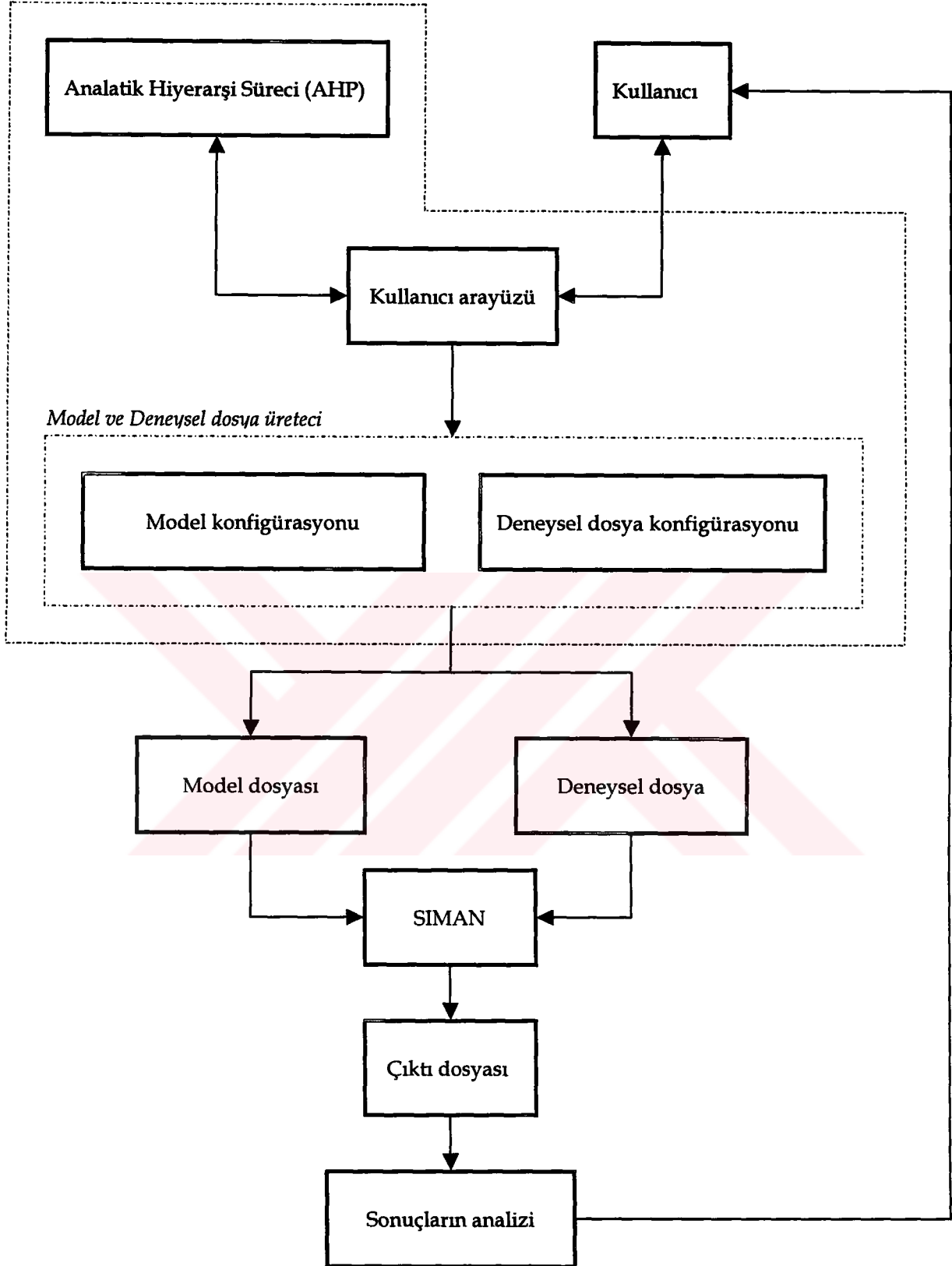
4.3.3.6.3.1. Kıyaslama (benchmarking) tekniği

BDx sistemlerinin hiç biri mevcut değildir. Yönetime yatırım kararının verilmesi için bu sistemlerin faydaları ve farklı performans kriterleri baz alınarak getirileri ispatlanmak zorundadır. Aşağıda, henüz gerçekleşmeyen BDx sistemlerinin analizi için gerekli verilerin elde edilme yolları tanımlanmaktadır :

1. Literatürde daha önce yapılmış benzer çalışmaların incelenmesi ve yeni bir BDx sistemi için gerekli bilgilerin sağlanması

2. Yeni sistemlere karşı eski sistemlerini oldukça iyi tanıyan tecrübeli çalışanlardan alınan geri bilgi. Fakat doğru bilgi elde etmek için çalışanların yeni sistemin getirilerinin onlar ve de firmaları için daha iyi olacağı konusunda ikna edilmeleri gerekmektedir.

AHP ve Benzetim üretici



Şekil 4.4 AHP destekli benzetim üretici - Genel yapı

3. Yeni bir sistemin gerçekleştirilmesi ile ilgili olarak onay yetkisine sahip üst yönetim tarafından yapılan kararlar.

4. BDx sistemleri ile ilgili olarak satıcı firmaların tecrübelerinden faydalanarak elde edilen bilgiler.

5. Aynı veya benzer sistemi gerçekleştirmiş diğer firmalar

6. İhtiyaç duyulan bilgilerin “ kıyaslama (benchmarking) ” yoluyla bizzat aday bir alternatifin örnekler yardımı ile firma üretim organizasyonu üzerinde denenmesi.

Yukarıda tanımlanan 6 farklı bilgi elde etme yönteminin birbirlerine göre farklı dezavantajları ve avantajları vardır. İlgili kısımlarda çalışan kişiler işi bilmelerine rağmen verecekleri karar subjektiftir. Literatür çalışmaları farklı uygulamalar için farklı boyutlar sunmasına karşın elde edilen veriler belli şartlar ve kısıtlar altında gerçekleştirilmiştir. Karar vericinin görüşleri ise objektif olmasına rağmen hatalı olabilir. Eski sisteme göre belli bir iyileştirme değeri ise uygun olabilmektedir. Ama yanlış seçilen bir değer tamamen bizi yanlış değerlere götürecektir.

Bu amaçla firmanın bir alternatiften beklentisini analiz etmek amacı ile aşağıdaki gibi firma iş yükünü gösteren uygulamalar alternatif üzerinde değerlendirilir.

a. İlk önce sonucu bilinen (deterministik) uygulamalara karşı alternatifin verdiği cevap analiz edilir. Her bir mamul grubundan alınan örnekler denenir ve gerekli veriler elde edilir.

b. Firmanın ağır iş yükü altında ilgili BDx alternatifinin getirisi ölçülür. Her bir mamul grubu ile ilgili olarak alınan örnekler denenir ve gerekli veriler elde edilir.

Bundan sonraki aşamada ise benzetim tekniği yardımı ile henüz gerçekleştirilmemiş planlama aşamasında olan BDx sistemlerinin tüm bir üretim organizasyonu üzerindeki getirileri hesaplanmaktadır. Kıyaslama aşamasından sonra ilgili BDx sisteminin farklı alternatifler (başta en iyi ağırlığa sahip olan alternatif ve ağırlıklarına göre sıralanan diğerleri - Eğer değerlendirme sonucunda en iyi alternatif yeterli

görünmezse AHP sonucunda en iyi ikinci ağırlığa sahip alternatif değerlendirilmeye alınır) için elde edilen benzetim sonuçları değerlendirilir ve en uygun alternatif seçilir. Karar verici ise sistem ile ilgili yatırım kararını kolayca verebilir.

Sonuç olarak, kıyaslama tekniği sonucunda elde edilen bilgiler bizzat firmanın kendi bünyesinde denenen uygulamalardan elde edildiğinden dolayı en doğru ve güvenilir sonuçların elde edilmesinde tek yoldur. İlgili BDx sistemi için bu teknik sonucunda belli koşullarda elde edilen bilgiler sisteme girilir ve sonuçlar gözlemlenir. Eğer ilk alternatif için bulunan değer benzetim çalışması sonuçları değerlendirildiğinde tatmin edici bulunmazsa AHP işlemi sonucunda en iyi ağırlığa sahip ikinci alternatif denenir ve tatmin edici bir sonuç bulununcaya kadar işlem devam ettirilir. Aday alternatiflerin herhangi birinden elde edilen sonuç tatmin edici olduğu takdirde alternatif gerekli yatırım kararı için üst yönetime sunulur.

Ayrıca, üst kısımda tanımlanan farklı yollardan elde edilen bilgilerde verilerin güvenilirliğini ve makullüğünü test için kullanılabilir.

BDT/BDİ sistemleri ile ilgili olarak literatüre bakıldığında bu sistemlerin getirilerinin en az % 40 olduğu vurgulamaktadır (**Hatfield, 1998**). Diğer bir çalışmada ise BDM sistemlerinin getirileri ile ilgili olarak bir analiz süresi bir kaç haftadan 30 dakika gibi bir süreye inmiştir (**Öğüt, 1996**).

4.3.3.6.3.2. Benzetim üretici

“ Benzetim üretici, relatif olarak genel bir şekilde tanımlanmış bir modelin mantığı bir benzetim dilinin koduna dönüştüren etkileşimli bir yazılımdır. Bu da bir bilgisayarın model davranışını taklit etmesini mümkün kılmaktadır “

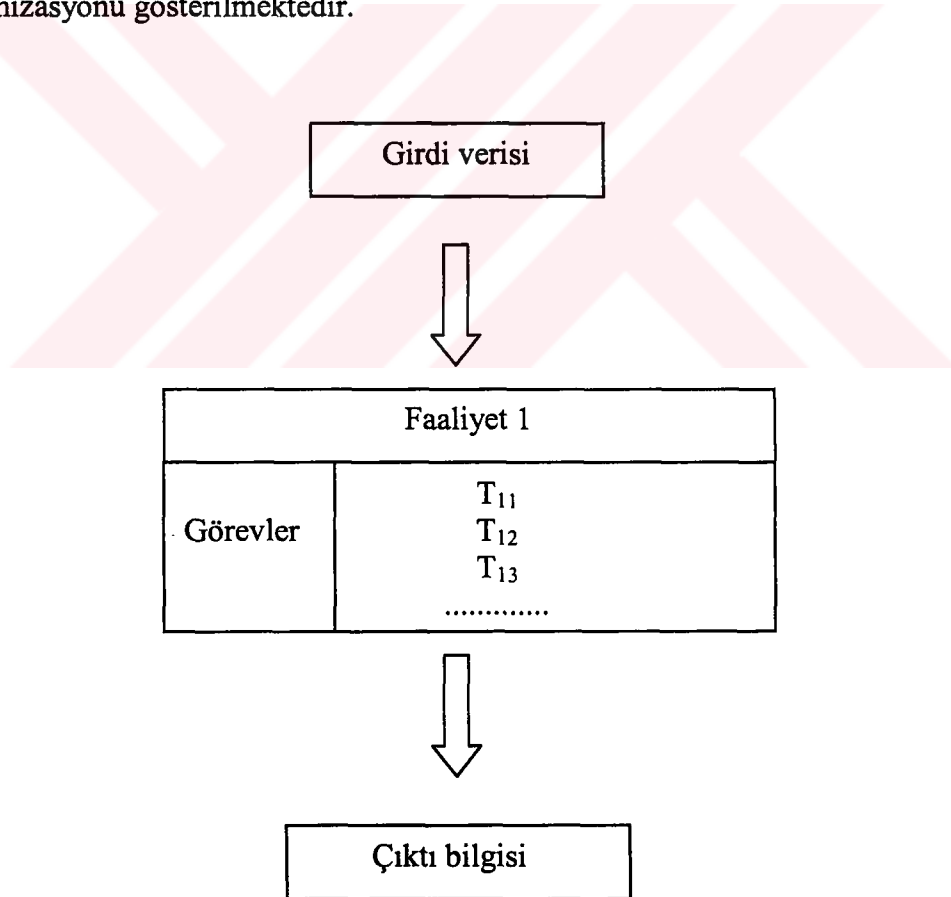
Bu üretici sayesinde kullanıcı sadece veri güdümlü bir arayüz sayesinde gerekli tüm veriyi sisteme tanımlar. Benzetim üretici, bu veriyi kullanarak firma üretim organizasyonunu tanımlar ve de hedef dili SIMAN olduğu için bu benzetim dili için gerekli olan model ve deneysel dosyalarını otomatik olarak yazar.

a. Bir üretim organizasyonunun modellenmesi

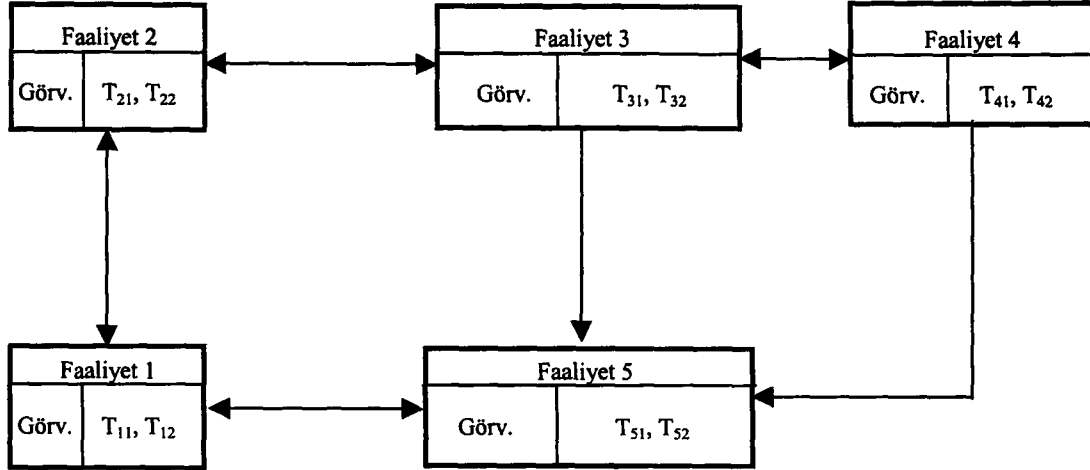
Bu kısımda tipik bir üretim organizasyonunu modellemek için “ Faaliyet “ bazlı bir yapı ortaya konmaktadır. Bu faaliyetler teklif hazırlama, ürün tasarımı, süreç planlama, metot çalışmaları vb. gibi düşünülebilir. Her bir “ faaliyet “ aşağıda da gösterildiği gibi giriş bilgilerini kullanarak bir takım görevleri yerine getirmekte ve daha sonra da çıktı verilerini üreterek organizasyonun bir parçası olduğunu göstermektedir. Bu çalışma kapsamında AHP ve benzetim üreticini birleştirmeye yönelik bir olarak QBasic dilinde yazılım paketi geliştirilmiştir (2500 satır).

Bu amaca uygun olarak Şekil 4.5’te bir “ faaliyet ” için tanımlanmış genel bir yapı tanımlanmaktadır.

Şekil 4.6’ da ise giriş, çıkış bilgi akışı ve ilgili görevlerin yerine getirildiği bir üretim organizasyonu gösterilmektedir.



Şekil 4.5 Bir “ faaliyet ” için tanımlanmış genel bir yapı



Şekil 4.6 Giriş, çıkış bilgi akışı ve ilgili görevlerin yerine getirildiği bir üretim organizasyonu (T_{ij} : i. faaliyette j. ürün tipine ait yerine getirilen görevi belirtmektedir. Yukarıdaki şemada 5 faaliyet ve 2 ürün tipine sahip bir organizasyon tanımlanmaktadır)

Tablo 4.1 Kullanıcı tarafından sisteme girilen veriler

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) :

- Kriter sayısı
- Alternatif sayısı
- Kriterlerin birbirlerine göre eşleştirilme matrisi
- Her bir kriter için alternatiflerin birbirleri ile eşleştirilme matrisi

Benzetim üretici :

- Gelişlerarası süre
- Ürün tipi dağılımı
- Ürünlere ait rota matrisi
- Ürünlerin ilgili faaliyetlerde işlenme zamanları
- Benzetim süresi
- Koşum sayısı
- Benzetimin başlangıç zamanı
- Sistemde aynı anda dolaşan parça sayısı
- Tekrarlar arasında sistemin baştan tekrar çalıştırılması
- Benzetim modeli ve kullanıcı bilgileri
- Opsiyonel olarak çıktı raporlarının seçimi (kuyruk ve verimlilik)
- Faaliyetlere ait kaynak sayıları
- Opsiyonel TRACE komutu
- Opsiyonel çevrim zamanı (TALLY) – İstenilen faaliyet / faaliyetler için

b. Kullanıcı arayüzü

Etkileşimli arayüz sayesinde kullanıcı klavye yardımı ile gerekli olan tüm verileri sisteme girer. AHP ile birlikte benzetim üretici kullanıcı ile etkileşimli olarak gerekli hesaplamaları yapar ve kullanıcıya sunar. Kullanıcı arayüzünün güvenilirliği farklı vakalar için test edildi ve geçerliliği kontrol edildi. Ayrıca, kullanıcı tarafından sisteme girilen tüm veriler belli varsayımlar altında gerçek sistem üzerinden elde edilmiştir.

Bu varsayımlar yapılırken iki husus gözönüne alındı :

1. Gereğinden fazla detaya inilmeden sistem modellendi. Çünkü gerçek sistemler ilgili bir çok husus sistem performansını etkilememektedir.

2. Elde edilen bilgilerin sistemde nasıl modelleneyeceğidir

Bu çalışma da ele alınan varsayımlar ise aşağıdaki gibi sıralanabilir :

1. Yalnız bilgi akışı modellenmektedir. Fakat imalat sürecindeki malzeme akışı da bu çalışma kapsamında bilgi akışı gibi kabul edilerek sisteme dahil edilmiştir

a. İşgücü yokluğu ihmal edilmiştir

b. Tekrar işleme dahil edilmemiştir.

c. Benzetim raporu üretimi

Benzetim üretici firmaya özgü raporları model ve deneysel dosyaları içerisinde oluşturur. Rapor üretimi üretici içerisinde opsiyonel olarak gerçekleştirilir. Yani kullanıcı raporda yer alacak hususları kendisi belirlemektedir.

Benzetim çalışmasının sonuçları 3 ana bölüme ayrılır :

1. Çevrim değişkenleri : Gözlem bazlı istatistikler
(Kullanıcı tarafından tanımlanır)
2. Kesikli değişen değerler – Zaman bazlı istatistikler
(Kullanıcı tarafından tanımlanır)
3. Sayaçlar

d. Benzetim üreticinin sağlanması ve geçerliliğinin ispatlanması

Üretilen SIMAN benzetim programlarının geçerliliğini ispatlamak ve sağlama yapmak için çeşitli adımlar yerine getirilmiştir.

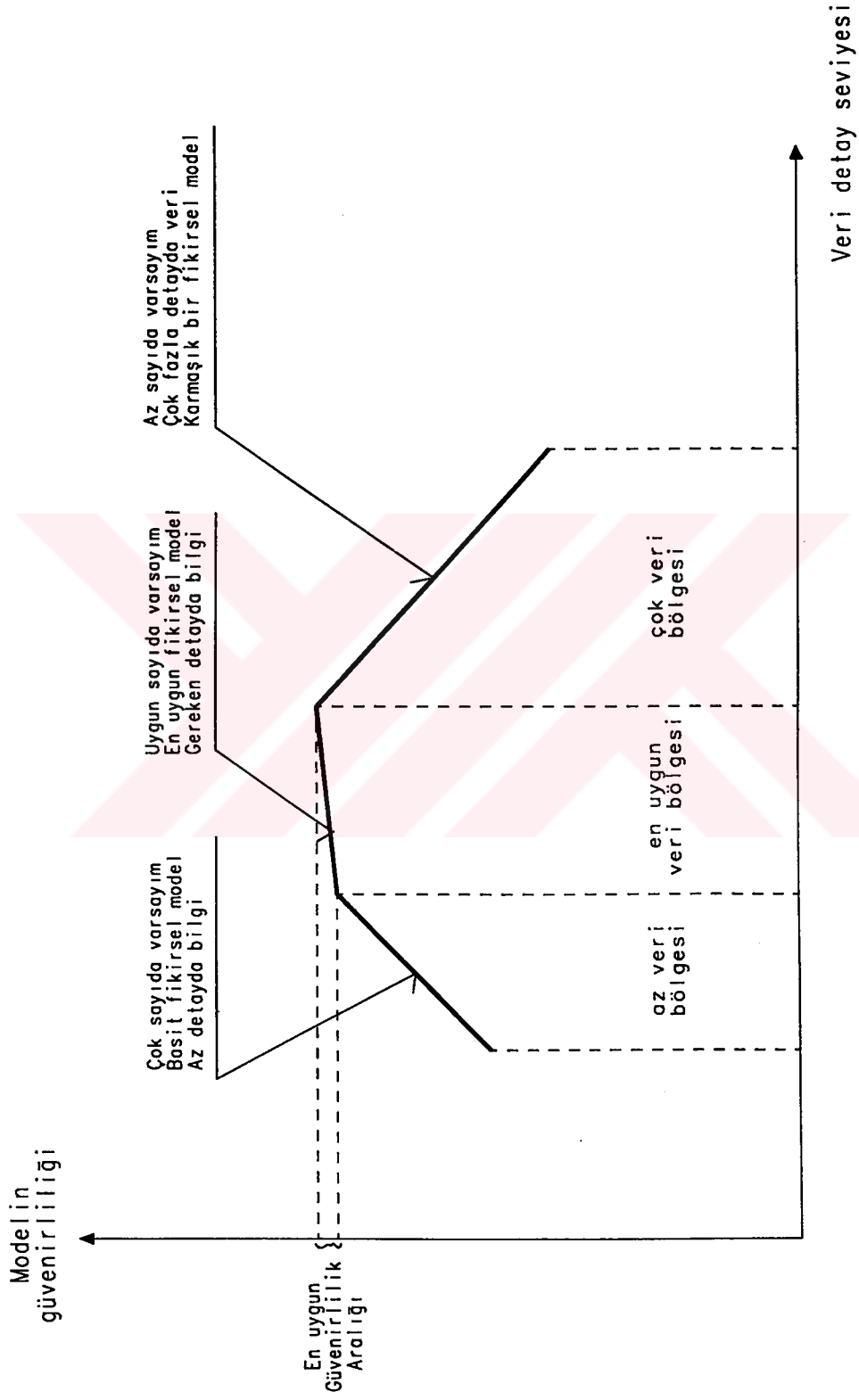
Kullanıcı arayüzü sayesinde çeşitli örnekler üretildi. Mantıksal ve yapısal kontrol için aynı örnekler elle üretildi ve de çalışmalar performans kriterleri kullanılarak karşılaştırıldı. Sonuçlar üreticinin geçerli olduğunu göstermiştir.

Konu ile ilgili olarak Şekil 4.7 üretilen modelin güvenilirliği ile gerçek sistemden toplanan veri detay seviyesi arasındaki bağıntıyı, Şekil 4.8 ise modelin doğruluğu ve geçerliliği ile ilgili fiktisel bir yapıyı (Birta ve Özmızrak, 1996) göstermektedir. Tablo 4.2 ise üretilen benzetim modelinin doğruluğunun testi için SIMAN-Trace komutunun kullanılmasını göstermektedir. Tablodan da anlaşılacağı üzere üretilen modelin çalışmasına ait sadece küçük bir parça sunulmaktadır.

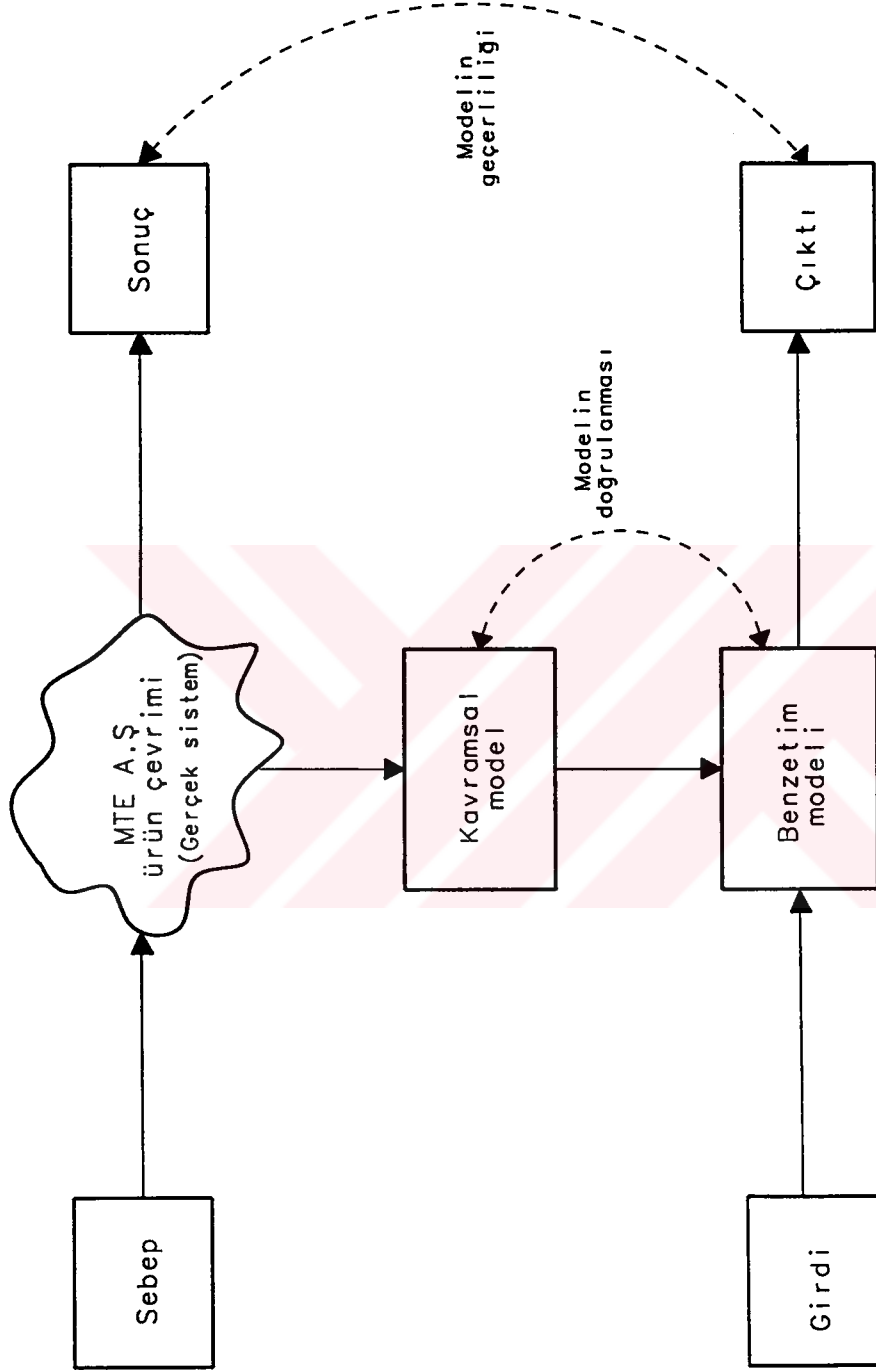
e. Benzetim üreticinin kullanılma sınırları

Bu üretici QBasic dili kullanılarak yazılmıştır. Benzetim üreticilerinin avantajları olmasına rağmen bazı hususlarda kısıtlamaları da vardır. Kullanıcı açısından dezavantaj olan üç husus ise :

1. Algılanan kullanım kolaylığı
2. Benzetim dilinden kaynaklanan zayıflıklar (SIMAN – 64 KB)
3. Üreticinin sınırları



Şekil 4.7 Modelin güvenilirliği ile gerçek sistemden toplanan veri detay seviyesi arasındaki bağıntı



Şekil 4.8 Modelin doğruluğu ve geçerliliği ile ilgili fikirsel bir yapı (BIRTA ve ÖZMIZRAK, 1996)

Tablo 4.2 Benzetim modelinin doğruluğunun testi için TRACE komutunun kullanımı

SIMAN System Trace Beginning at Time .000		
Time	Event or Block	System Status Change
.0000E+00	CREATE Entity batch size 5 created	
	ASSIGN A(2) set to .1000E+01	
	COUNT Counter 10 incremented by 1 to 1	
	ASSIGN X(5) set to .4000E+01	
	BRANCH Selection made from 1 of 4 branches	
	Conditional, entity sent to N_TIP1	
	N_TIP1 COUNT Counter 2 incremented by 1 to 1	
	SEVKYAT QUEUE Entity sent to next block	
	SEIZE SEVKER (1) avail is 4, 1 UNIT(S) REQD	
	Entity alloc 1 unit(s) at block	
.0000E+00	ASSIGN A(3) set to .1300E+02	
	DELAY Delay by .9517E-01 time unit(s)	
	ASSIGN A(2) set to .2000E+01	
	COUNT Counter 10 incremented by 1 to 2	
	ASSIGN X(5) set to .3000E+01	
	BRANCH Selection made from 1 of 4 branches	
	Conditional, branch not selected	
	Conditional, entity sent to S_TIP	
	S_TIP QUEUE Entity sent to next block	
	SEIZE TEKLIF (1) avail is 4, 1 UNIT(S) REQD	
.0000E+00	Entity alloc 1 unit(s) at block	
	DELAY Delay by .8615E-01 time unit(s)	
	ASSIGN A(2) set to .4000E+01	
	COUNT Counter 10 incremented by 1 to 3	
	ASSIGN X(5) set to .2000E+01	
	BRANCH Selection made from 1 of 4 branches	
	Conditional, branch not selected	
	Conditional, branch not selected	
	Conditional, branch not selected	
	Conditional, entity sent to KRUPP	
.0000E+00	KRUPP QUEUE Entity sent to next block	
	SEIZE K KRUP (1) avail is 2, 1 UNIT(S) REQD	
	Entity alloc 1 unit(s) at block	
	DELAY Delay by .7776E-01 time unit(s)	
	ASSIGN A(2) set to .1000E+01	
	COUNT Counter 10 incremented by 1 to 4	
	ASSIGN X(5) set to .2000E+01	
	BRANCH Selection made from 1 of 4 branches	
	Conditional, entity sent to N_TIP1	
	N_TIP1 COUNT Counter 2 incremented by 1 to 3	
.0000E+00	SEVKYAT QUEUE Entity sent to next block	
	SEIZE SEVKER (1) avail is 2, 1 UNIT(S) REQD	
	Entity alloc 1 unit(s) at block	
	ASSIGN A(3) set to .1300E+02	
	DELAY Delay by .1361E+00 time unit(s)	
	ASSIGN A(2) set to .1000E+01	
	COUNT Counter 10 incremented by 1 to 5	
	ASSIGN X(5) set to .5000E+01	
	BRANCH Selection made from 1 of 4 branches	
	Conditional, entity sent to N_TIP1	
.0000E+00	N_TIP1 COUNT Counter 2 incremented by 1 to 3	
	SEVKYAT QUEUE Entity sent to next block	
	SEIZE SEVKER (1) avail is 2, 1 UNIT(S) REQD	
	Entity alloc 1 unit(s) at block	
	ASSIGN A(3) set to .1300E+02	
	DELAY Delay by .1361E+00 time unit(s)	
	ASSIGN A(2) set to .1000E+01	
	COUNT Counter 10 incremented by 1 to 5	
	ASSIGN X(5) set to .5000E+01	
	BRANCH Selection made from 1 of 4 branches	
.0000E+00	Conditional, entity sent to N_TIP1	
	N_TIP1 COUNT Counter 2 incremented by 1 to 3	
	SEVKYAT QUEUE Entity sent to next block	
	SEIZE SEVKER (1) avail is 2, 1 UNIT(S) REQD	
	Entity alloc 1 unit(s) at block	
	ASSIGN A(3) set to .1300E+02	
	DELAY Delay by .1097E+00 time unit(s)	
	ASSIGN A(2) set to .1000E+01	
	COUNT Counter 10 incremented by 1 to 5	
	ASSIGN X(5) set to .5000E+01	
.0000E+00	BRANCH Selection made from 1 of 4 branches	
	Conditional, entity sent to N_TIP1	
	N_TIP1 COUNT Counter 2 incremented by 1 to 3	
	SEVKYAT QUEUE Entity sent to next block	
	SEIZE SEVKER (1) avail is 2, 1 UNIT(S) REQD	
	Entity alloc 1 unit(s) at block	
	ASSIGN A(3) set to .1300E+02	
	DELAY Delay by .1097E+00 time unit(s)	
	ASSIGN A(2) set to .1000E+01	
	COUNT Counter 10 incremented by 1 to 5	
.0000E+00	ASSIGN X(5) set to .5000E+01	
	BRANCH Selection made from 1 of 4 branches	
	Conditional, entity sent to N_TIP1	
	N_TIP1 COUNT Counter 2 incremented by 1 to 3	
	SEVKYAT QUEUE Entity sent to next block	
	SEIZE SEVKER (1) avail is 2, 1 UNIT(S) REQD	
	Entity alloc 1 unit(s) at block	
	ASSIGN A(3) set to .1300E+02	
	DELAY Delay by .1097E+00 time unit(s)	
	ASSIGN A(2) set to .1000E+01	
.0000E+00	COUNT Counter 10 incremented by 1 to 5	
	ASSIGN X(5) set to .5000E+01	
	BRANCH Selection made from 1 of 4 branches	
	Conditional, entity sent to N_TIP1	
	N_TIP1 COUNT Counter 2 incremented by 1 to 3	
	SEVKYAT QUEUE Entity sent to next block	
	SEIZE SEVKER (1) avail is 2, 1 UNIT(S) REQD	
	Entity alloc 1 unit(s) at block	
	ASSIGN A(3) set to .1300E+02	
	DELAY Delay by .1097E+00 time unit(s)	
.0000E+00	RELEASE TEKLIF (1) avail increased by 1 to 4	
	COUNT Counter 3 incremented by 1 to 1	
	SEVKYAT QUEUE Entity sent to next block	
	SEIZE SEVKER (1) avail is 1, 1 UNIT(S) REQD	
	Entity alloc 1 unit(s) at block	
	ASSIGN A(3) set to .1400E+02	
	DELAY Delay by .1581E+00 time unit(s)	
	RELEASE SEVKER (1) avail increased by 1 to 1	
	PLANLAMA QUEUE Entity sent to next block	
	2.452E+00	

Benzetim üreticini geliştirirken yapılan varsayımlar kullanıcı tarafından anlaşılmadığı takdirde de sonuçlar geçersiz olabilecektir.

4.3.3.7. Benzetim üretici sonuçlarının değerlendirilmesi (Aşama VII)

İlgili alternatif için benzetim üreticinden elde edilen sonuçlar istenildiği gibi olmazsa, AHP sonucunda elde edilen “ daha sonraki en iyi “ alternatif dikkate alınır ve de işlem istenilen bilgilere ulaşıncaya kadar devam eder.

4.3.3.8. En uygun yazılım ve donanım alternatiflerinin seçimi ve üst yönetimin onayının alınması (Aşama VIII)

- a. İlgili sistemle ilgili kullanıcılarının eğitilmesi ve işlerin yeniden organizas-yonu
- b. Pilot uygulamaların yapılması
- c. Sistemin tam olarak devreye alınması

4.3.4. Bir BBİ sistemine yönelik olarak yerine getirilmesi gereken aşamalar

Bir BBİ sisteminin % 85’ inden fazlasını BDT/BDD/BDSP/BDM/BDİ, EİS ve MİP/İKP sistemleri oluşturmaktadır (Ramamurthy, 1994).

Bu kısımda, BBİ sistemlerine yönelik olarak 6 farklı aşama tanımlanmaktadır ve her bir sistemin geliştirilmesi içinde (Aşama I - hariç) yukarıda tanımlanan “ bir bilgisayar destekli hücrenin gerçekleştirme “ sistematigi kullanılmaktadır.

Aşama I - Mevcut yapının analizi

Çalışmanın amacına uygun olarak ilk önce proje ekibi firma mevcut yapısı ile ilgili olarak gerekli verileri elde etmek zorundadır.

Bunlar aşağıda verildiği gibi özetlenebilir :

a. İlgili firma fonksiyonları (ürün tedarik zinciri)

İlk önce firmanın üretmekte olduğu mamul ve mamul grupları ile ilgili olarak yeterince bilgi toplanmalıdır. Bu çalışma kapsamında ele alınan sistemde sipariş tipi, mamul veya mamul tipleri ile ilgili olarak aşağıdaki değerlendirmeler dikkate alınmaktadır. Bu sistemde daha önce yapılan, az revizyon gerektiren ve tamamen yeni siparişler olmak üzere üç farklı sipariş tipi söz konusudur. Bu sipariş tipleri aşağıda kısaca tanımlanmaktadır :

1. Daha önce yapılan siparişler : Firma içinde daha önce yapılmış olan ve siparişi geldiğinde fazla bir çaba gerektirmeden geçmiş kayıtlar yardımı ile imalatı gerçekleştirilen sipariş tipidir.

2. Az revizyon gerektiren siparişler : Standard siparişler üzerinde değişiklik yapılarak gerçekleştirilmesi mümkün olan siparişler. Doğal olarak ilgili siparişin daha önceki kayıtları da revize edilmekte ve yeni bir kayıt olarak daha sonraki işlemler için saklanmaktadır.

3. Tamamen yeni siparişler : İmalat için gerekli olan tüm fonksiyonların yeniden yapıldığı sipariş tipidir.

Diğer taraftan ele alınan mamul tipleri ise,

1. Standard mamul veya mamul grupları : Her zaman üretilen ve artık firma tarafından kanıksanmış mamullerdir.

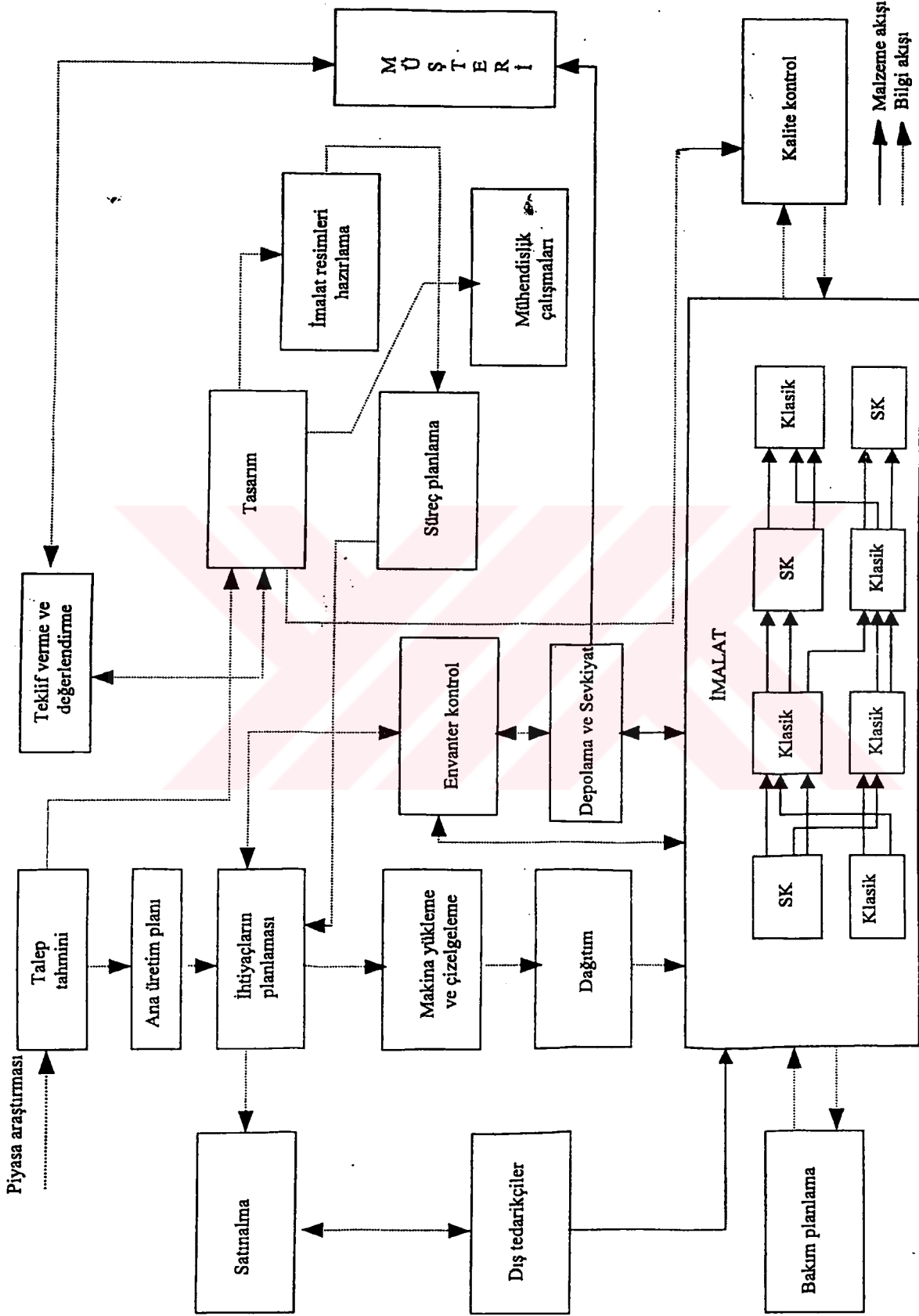
2. Yarı standard mamul veya mamul grupları : Standard mamul üzerindeki bazı teknik hususların müşteri istekleri doğrultusunda değiştirilmesi ile ortaya çıkan yeni ürünlerdir.

3. Özel mamul veya mamul grupları : Tamamen müşteri istekleri doğrultusunda en baştan tasarlanan ve tedariki diğerlerine göre daha uzun süren ürünler.

Firma içi bilgi ve malzeme akış sistemi, müşterinin siparişi vermesinden alıncaya kadar geçen süreçteki tüm fonksiyonları (pazarlama, finansman, imalat, montaj, envanter kontrol, kalite kontrol vb.) içeren bir sistemdir. Şekil 4.9’ de geleneksel bir firmanın tüm bu fonksiyonlarını gösteren bir şema verilmektedir.

Bu şekilden de görüldüğü gibi geleneksel bir imalat sisteminde aşağıda belirtilen kısımlar mevcuttur :

1. Müşteri : Talepte bulunan son kullanıcı veya firma
2. Teklif verme ve değerlendirme : Özellikle özel tip siparişlerde müşteri ile firma arasındaki fiyat, kalite vb. konusunda bilgi alışverişi
3. Talep tahmini : Piyasa araştırmalarından mamul veya mamul grupları ile ilgili olarak elde edilen güncel bilgiler (miktarlar, talep dalgalanmaları vb.)
4. Ana üretim planı : En üst seviyede firmanın ne, ne miktarda ve ne zaman üreteceğinin planlanması.
5. Tasarım : Müşteri özel siparişleri ve yeni ürün geliştirme konusunda yapılan tasarım çalışmaları
6. İmalat resimlerini hazırlama : İmalat için gerekli olan teknik çizimlerin ve diğer yardımcı aparat çizimlerinin hazırlanması
7. Süreç planlama : Tasarlanan mamul ile ilgili olarak süreç planlarının hazırlanması
8. İhtiyaçların planlaması : Elle ana üretim planından hareketle üretilecek mamul veya mamul grupları ile ilgili olarak detaylı planlama yapılması (operasyon planları, net ihtiyaçların belirlenmesi vb.).
9. Mühendislik çalışmaları : Tasarlanan ürünle ilgili olarak yapılan her türlü mühendislik çalışmaları



Şekil 4.9 Geleneksel bir üretim sistemine ait tüm fonksiyonlar

10. Makina yükleme ve çizelgeleme : İhtiyaçların karşılanması amacı ile atelyedeki tezgahların yüklerinin programlanması ve imalatın çizelgelenmesi. İş emirlerinin elle hazırlanıp imalata gönderilmesi ve dağıtılması

11. Depolama ve sevkiyat : Mamul, yarımamul ve hammadde stoklarının idare edildiği ve müşteriye üretilen siparişinin gönderildiği kısım

12. Satınalma : Firmanın tüm satınalma işlemlerinin gerçekleştirildiği ve dış tedarikçilerle temas halinde olan kısım.

13. Dış tedarikçiler : Firmaya her türlü girdi malzemeleri (mamul, yarımamul, hammadde, ticari mamuller, sarf malzemeleri vb.) ni sağlayan kısım.

14. İmalat : İmalatın yapıldığı ve her türlü tezgahın (BSK kontrollü, klasik tezgahlar ve diğer yardımcı makinalar) bulunduğu kısım.

15. Bakım planlama : Firmanın imalat kısmı ile ilgili olarak her türlü bakımve onarım işlemlerini (acil bakım, periyodik bakım, önleyici bakım vb.) üstlenen kısımdır.

16. Kalite kontrol : İmalat kısmı ile ilgili olarak ihtiyaç duyulan her türlü kalite kontrol faaliyetleri (giriş kontrol, ara kontrol, son kontrol vb.)

b. Firma içi üretim planlama ve yönetim sistemi (BDÜY)

Firmanın mevcut firma içi bilgi ve malzeme akışı belirlendikten sonraki aşamada, MİP/İKP (eğer varsa) sistemlerinin varlığı değerlendirilmelidir. Çünkü daha sonraki aşamada BDx sistemleri ile entegrasyonu bu yapı üzerine kurulacaktır.

Bu amaçla aşağıdaki çalışmalar yapılmalıdır :

1. Mevcut olan MİP / İKP sisteminin sahip olduğu modüller (Ana üretim planı, MİP, envanter yönetimi, kapasite yönetimi atölye kontrol vb.) ve firmanın ilgili olduğu diğer fonksiyonlar ele alınmalıdır.

2. Sistemin veri tabanı yapısı ve özellikleri : MİP / İKP sisteminde varolan veri tabanlarının türleri (stok bilgileri veri tabanı, envanter yönetimi veri tabanı vb.), özellikleri, birbirleri ile olan ilişkileri vb. ele alınıp analiz edilmelidir.

3. Sistemin donanım konfigürasyonu ve özellikleri : MİP / İKP sisteminin çalıştığı donanım konfigürasyonunun (Mainframe - IBM AS 400, Hewlett-Packard vb.) analiz edilmesi.

4. Kullanılan işletim sistemi ve özellikleri : MİP / İKP sisteminde kullanılan işletim sistemi (Windows NT, OS 400, Unix vb.) yapısı ve özellikleri incelenmelidir.

5. Entegrasyon arayüzleri (BDT/BDİ arayüzü, BDSP arayüzü, kalite kontrol vb.) : MİP/İKP sistemlerinin sunduğu entegrasyon imkanları değerlendirilmelidir.

c. Mamul tasarım ve geliştirme faaliyetleri

BBİ sistemlerinin geliştirilmesinde en çok dikkate alınan bölüm ilgili tasarım faaliyetlerinin ve mamul geliştirme çalışmalarının yapıldığı bölümlerdir (tasarım, mühendislik, analiz vb. kısımlar). Aşağıda mamul tasarım ve geliştirme çalışmaları çerçevesinde ele alınan faaliyetler verilmektedir :

1. Yeni ürün tasarım ve Ar-Ge faaliyetleri

2. Ürün geliştirme ve revizyon çalışmaları

3. Tasarım değerlendirmeleri ile ilgili mühendislik çalışmaları (sonlu elemanlar analizi, mukavemet analizleri vb.)

4. İmalat resimlerinin hazırlanması

5. Süreç planlarının oluşturulması

6. İmalatta varolan bazı BSK tezgahları için SK kodlarının elle (manual) olarak hazırlanması ve imalata iletilmesi

Bu bölümler bilgisayar destekli sistemlerin kurulması sırasında oldukça fazla değişikliğe maruz kalabilmektedirler. Bu yüzden çalışmalar başlamadan önce tüm bölümlerin faaliyetleri incelenmeli beklentileri iyice ortaya konmalıdır. Ayrıca, BBI geliştirme gruplarının çoğunlukla bu bölümlerde çalışanlar arasından seçilmesinde fayda vardır.

d. İmalat sistemi yapısı

İmalat sisteminde mevcut olan tezgahlar, aparat ve düzenek vb. sistemlerin yapıları ve özellikleri iyi bilinmelidir.

Bu amaçla aşağıdaki hususlar hakkında gerekli bilgiler toplanmalıdır :

1. SK ve BSK tezgah sayıları
2. Tezgahların kumanda sistemleri ve özellikleri
(Örneğin : Maho - Deckel, SIEMENS Sinümerik vb., Fanuc vb.)
3. Programlama sistemleri (ISO kod sistemi vb.)
4. Tezgah kapasiteleri
5. Farklı mamul veya mamul grupları için hazırlık ve imalat süreleri
6. İmalat sistemi içerisindeki etkinlik dereceleri

Tezgahın yük durumu, işlediği mamul türleri ve sayısı, yerine getirdiği operasyon sayısı vb.

Ayrıca bu çalışma kapsamında darboğaz durumunda olan diğer klasik tip tezgahların BSK tezgahlara dönüştürülmesi veya yeni BSK kontrollü tezgahların alınması da söz konusu olabilir.

Aşama II - BDT/BDİ sistemlerinin geliştirilmesi

- a. BDT sistemi
- b. BDD sistemi
- c. BDSP sistemi
- d. BDM sistemi
- e. BDİ sistemi

Şekil 4.10 BDT/BDD/BDSP/BDM/BDİ sistemlerine ait veri tabanı organizasyonunu göstermektedir.

Aşama III - BDÜY sistemlerin geliştirilmesi ve BDT/BDİ sistemleri ile olan entegrasyonu

- a. Bir MİP/İKP sisteminin geliştirilmesi
- b. BDÜY ile BDT/BDİ entegrasyonu

Aşama IV- BSK ve DSK sistemlerinin geliştirilmesi ve entegrasyonu

- a. BSK sisteminin analizi
- b. DSK sisteminin geliştirilmesi

Aşama V - BDKK ve KÖC sistemlerinin geliştirilmesi

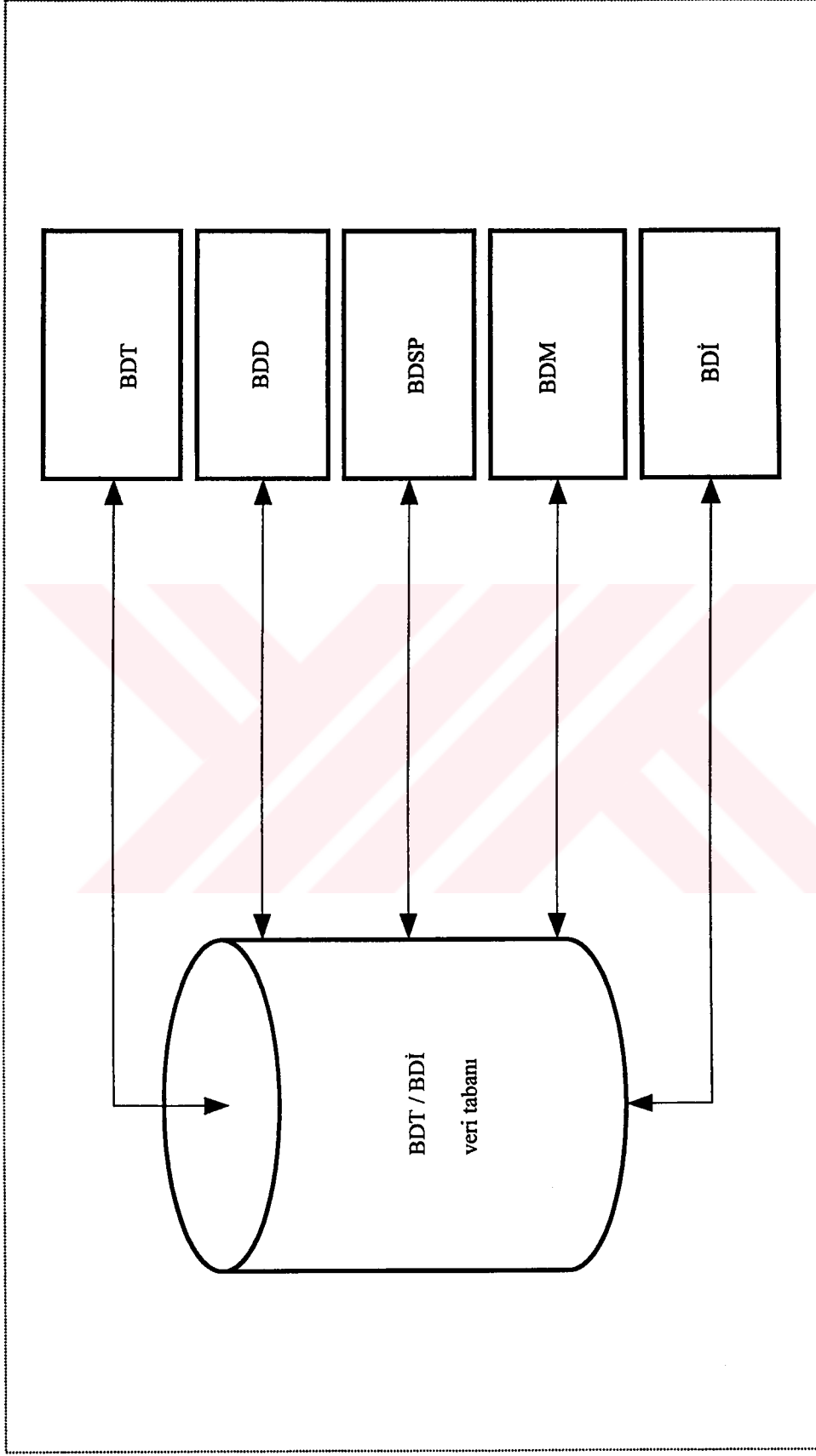
Aşama VI - BDBP sisteminin geliştirilmesi

Şekil 4.11 BDT/BDİ/BDÜY/DSK/BDKK/KÖC/BDBP destekli üretim sistemine ait faaliyetler zincirini, Şekil 4.12 ise tüm BDx sistemlerine ait veri tabanları arasındaki bilgi alışverişini göstermektedir.

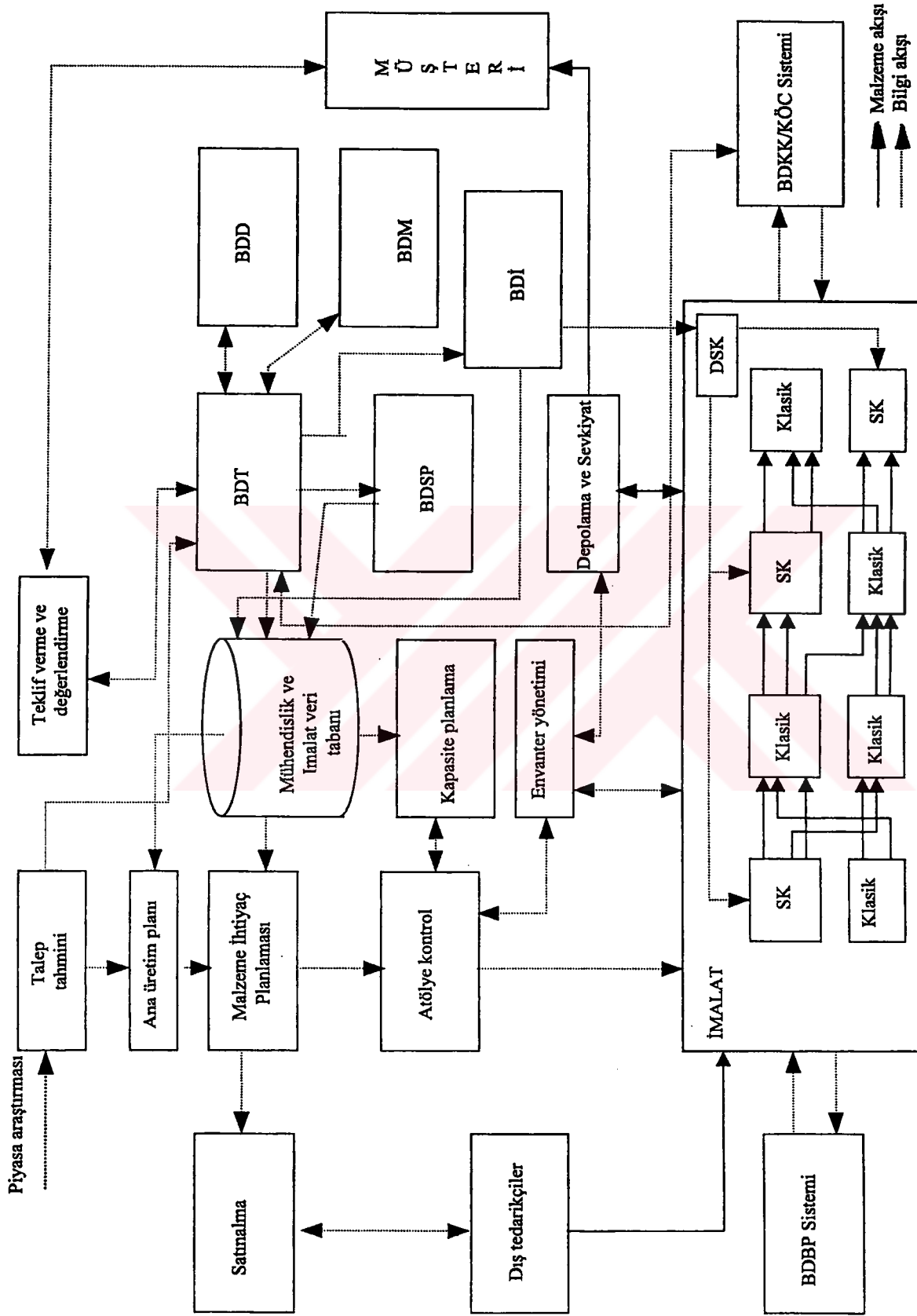
4.4. Modelin orijinalliğinin irdelenmesi

BBİ sisteminin temel yapısını oluşturan BDT/BDİ gibi bilgisayar destekli sistemlerin faydalarının analiz sanıldığı kadar kolay bir konu değildir. Hatta dünyanın en iyi yönetilen ve en saygın kuruluşlarından biri olan BOEING firması sorumluluları bile

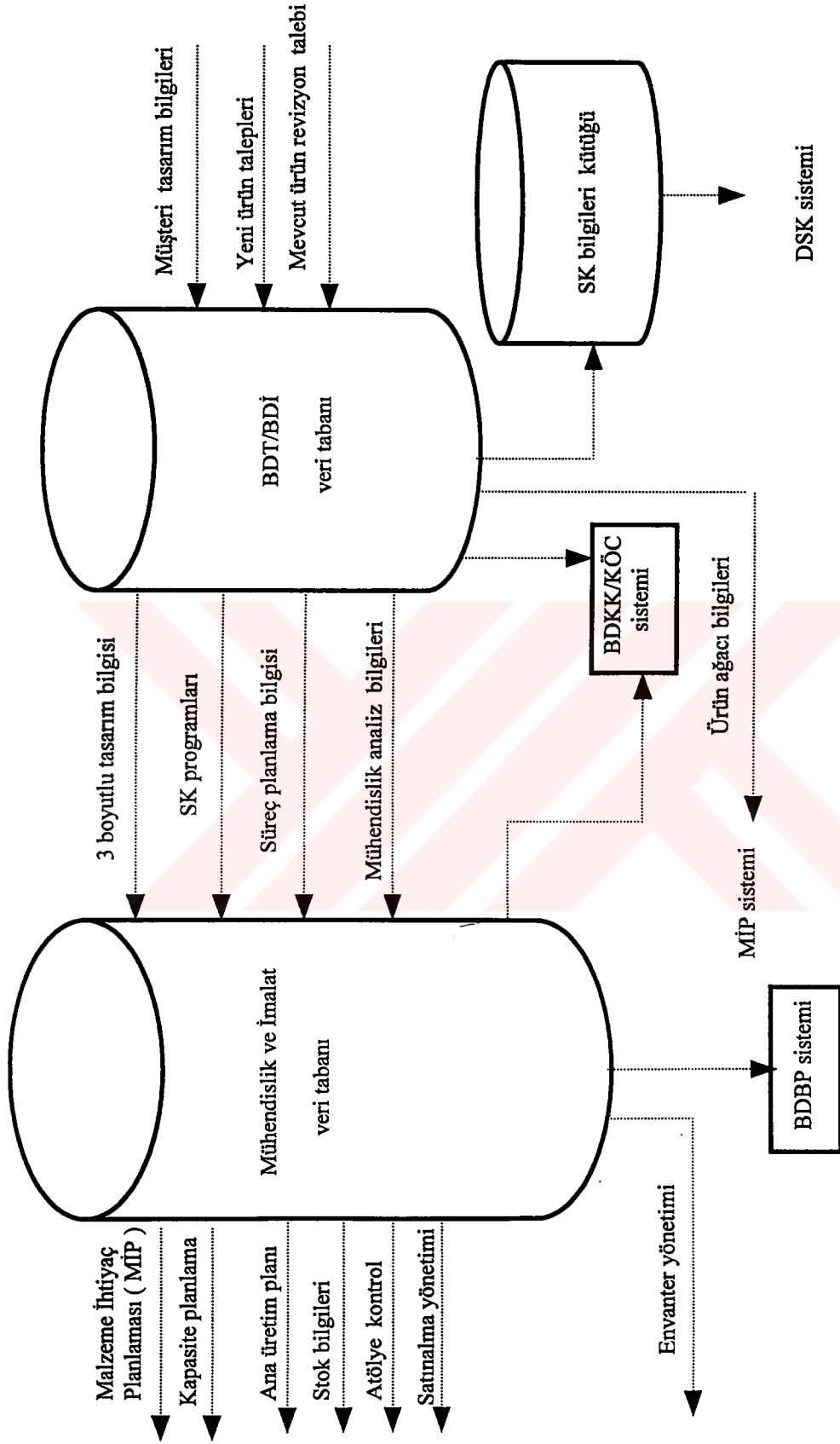
BDT / BDİ sistemi sınırı



Şekil 4.10 BDT/BDD/BDSP/BDM/BDİ sistemleri ile BDT/BDİ veri tabanı ilişkisi



Şekil 4.11 BDT/BDI/BDÜY/DSK/BDKK/KÖC/BDSP destekli üretim sistemine ait faaliyetler zinciri



Şekil 4.12 Tüm BDx sistemlerine ait veri tabanları arasındaki bilgi alışverişi

bu konunun oldukça zor bir husus olduğunu ifade etmektedirler (**Marks ve Riley, 1996**). BDT/BDİ sistemlerinin kurulma aşamasında (donanım ve yazılımların seçilmesinde ve başlangıç yatırımları yapılırken) faydaları görülebilmekte ama sistem kurulduktan sonra ki dönemde bu faydaları analiz etmek oldukça zor olmaktadır.

Yöneylem araştırması tekniklerinden biri olan benzetim tekniği daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi imalat sistemlerinin analizinde etkin bir araç olarak bir çok amaç için (yatırım analizleri, sistem performansının analizi, darboğaz analizleri vb.) kullanılabilirler. Tipik bir imalat sistemi benzetim çalışmasında mevcut sistemi temsil eden model üzerinde değişik alternatifler denenmektedir. Her bir alternatifin getirisi model üzerinde deneyerek hesaplanabilmektedir. Deneysel bir analiz tekniği olan benzetim acaba BDx sistemlerinin analizinde kullanılabilir mi ? Bu sistemlerin faydaları bu teknik yardımı ile analiz edilebilir mi ? Aynı fiziksel imalat sistemlerinde olduğu gibi BDx sistemlerinin analizinde de bu teknik başarı ile kullanılabilir. Aradaki önemli benzerliklerden dolayı benzetim tekniği rahatlıkla uygulanabilir. Tezgahlar, taşıma sistemleri vb. fiziksel bir imalat sistemi yerine mamul ürün çevrim sistemi aynı mantıkta düşünülebilmektedir. Her ikisinde farklı türdeki mamullerin karşılanması için belli aşamalardan geçilmektedir. Fiziksel imalat sisteminde bu tezgahlar veya tezgah grupları, mamul çevrim sisteminde ise mamulün gerçekleştirilmesi için gerekli olan her bir fonksiyona karşılık gelmektedir. Dolayısıyla benzetim tekniğinin uygulanmaması için hiç bir neden yoktur. Benzetim tekniği yardımı ile rahatlıkla ürün tedarik zinciri (malzeme akışı yanında bilgi akışında olduğu) yapısının mevcut hali modellenebilir. Daha sonra da BDx sistemlerinin her biri birer alternatif senaryo olarak benzetim modeline dahil edilebilirler. Her bir senaryonun tüm BBİ sisteminin performans kriterleri üzerindeki etkileri de böylece rahatlıkla analiz edilebilir. Literatür kısmında, BBİ sistemlerinin analizinde benzetim tekniğinin kullanımı ile ilgili bir örnek verilmektedir. Tasarım kararlarının komple bir mamul ürün çevrimine etkisine analiz eden bu çalışma, bir simülatör vasıtası ile finansal değerlendirmede yapabilmektedir (**Love ve Barton, 1996**). Fakat bu sistem sadece mevcut olan BDT/BDİ ve BDÜY sistemlerine dayanan bir simülatörü kullanmaktadır. Bu BDx sistemlerinin entegrasyonu için ilgi çekicidir ve bu entegrasyon sadece tasarım kararlarının firma ürün tedarik zincirine etkilerini parasal olarak analiz etmektedir.

Bu tezde de BDx destekli sistemler yukarıdaki çalışmaya benzer bir şekilde ele alınmaktadır. Ama senaryolar yukarıda belirtilen çalışmada olduğu gibi farklı tasarım kararları değil aşamalı geliştirilen farklı BDx sistemleridir.

Mamalis ve diğ. (1994) tarafından yapılan çalışmada ise BDT ve BDİ sistemleri, geliştirilen BDSP sistemi sayesinde entegre edilmektedir. Sonucunda ise imalat maliyetleri % 30 azalmış, imalat çevrim zamanı ve toplam mühendislik zamanı % 50 azalmıştır. Ama tüm mamul geliştirme ve üretim çevrim zamanı üzerindeki etkisi analiz edilmemiştir. **Molloy ve diğ. (1993)** tarafından yapılan çalışmada ise süreç planlama ve montaj faaliyetlerinin bilgisayar desteği ile entegre edilmesi durumunda, bu sistemin ürün geliştirme faaliyetleri üzerindeki iyileştirici faydalarından bahsetmiş fakat analiz yapmamıştır.

Sakal ve Chow (1994) ise çalışmalarında AutoCAD ve MasterCAM programları arasına BDSP görevi gören AutoLISP dilinde yazılmış bir arayüz programı geliştirmişlerdir. Bu sayede proses planlama ve parça programlama zamanları azalmaktadır. Üretkenlik artmaktadır ve eski sisteme göre daha az işleme planlama zamanına ihtiyaç duyulmaktadır. **Zhang ve Mallur (1994)** ise çalışmalarında süreç planlama ve üretim çizelgeleme fonksiyonları entegre eden bir yapı önermektedirler. Bu entegrasyon sayesinde üretim maliyetlerinde iyileşme olmuş, makina üzerindeki yükler dengelenmiş üretimin etkinliği artmıştır. Bu çalışmada, yazarlar bu sistemin ürün geliştirme ve mamul ürün çevrimi üzerindeki etkilerinin analizi ile ilgili bir husustan bahsetmemektedirler. **Larsen (1993)** tarafından yapılan bir çalışmada ise süreç planlama ve üretim planlama ve kontrol faaliyetlerini entegre etmek için bir yapı önerilmektedir. Bu sayede darboğazları ve malzeme akışını kontrol etmek daha kolay gelmiştir. Kısaca, envanter seviye düşmüş, üretim hacmi artmış ve esneklik artmıştır. Ama bu getirileri analiz eden bir çalışma görülmemektedir.

Yukarıda bahsedilen literatür çalışmaları tamamen BBİ modüllerinin nasıl entegre edileceği ile ilgili teknikler sunmaktadır. Bireysel ve kısmi sistemlerin kendi başlarına getirileri belirtilmiş fakat ürün çevrimi üzerindeki etkisi ile ilgili fazla çalışma görülmemektedir. Bölüm 5' de ise bu geliştirme ve analiz modelinin geçerliliğini ortaya koymak için bir uygulama verilmektedir. Bu uygulamada

kullanıcı bir arayüz sayesinde firma ile ilgili tüm bilgileri benzetim üreticine girerek firma ürün organizasyonunu modellemektedir. Üreteç daha sonra SIMAN benzetim dili tarafından kullanılmak üzere ilgili dosyaları yazmaktadır.

Bu yüzden bu tez kapsamında yapılan çalışmada ürün tedarik zinciri benzetim yardımı ile hem imalat malzeme akışı hem de bilgi akışını içerecek şekilde modellenmektedir. Ayrıca karar vericiye yardımcı olmak amacı ile BDx sistemlerine yapılacak yatırımlar için her bir BDx sisteminin tüm üretim tedarik sistemi üzerindeki etkileri incelenmektedir.



BÖLÜM 5

UYGULAMA

5.1. Giriş

Bu kısımda uygulama yeri olarak ülkemizin önde gelen kuruluşlarından olan Makina Takım Endüstrisi A.Ş. ele alınmaktadır.

5.2. Firmanın tanıtımı

1957 yılında İstanbul’ da kurulan Makina Takım Endüstrisi A.Ş. (MTE A.Ş.)’ nin Gebze - Çayırova’ da 50 dönüm arazi üzerinde önce küçük bir matkap ucu atelyesi şeklinde işletmeye aldığı kesici takımlar fabrikası, zaman içinde gelişerek, genişleyerek bugün 15.000 m2 kapalı alanı olan ülkemiz kesici takım sanayinin büyük bir kuruluşu haline gelmiş bulunmaktadır.

Fabrikanın imalat çeşidi 15.000 kalemi aşmış olup, bunların ana mamul grupları itibarı ile başlıcaları şunlardır :

- Matkap uçları ve punta matkapları.
- Raybalar
- Havşa matkap uçları (genişleticiler)
- Havşa frezeleri
- Kılavuzlar
- Pafta lokmaları ve vida tarakları
- Freze bıçakları
- HSS torna kalemleri

- Sert metal plaketli kesici takımlar
- Ahşap planya bıçakları, yongalama bıçakları
- Metal el ve makina testere lamaları
- Ahşap şerit, daire, katrak vb. testereleler
- Kepenk yayları
- Şeker pancarı bıçakları ve bileme frezeleri

Hizmet vermekte olduğu sektörler :

- Otomotiv endüstrisi
- Makina - İmalat endüstrisi
- Demir ve Çelik endüstrisi
- Savunma sanayi
- Ağaç İşleme endüstrisi
- Kağıt endüstrisi
- Şeker sanayi
- Metal boru sanayi
- Dayanıklı tüketim malları endüstrisi

Teknik anlaşmalar ve lisanslar :

Helisel matkaplar : Rohde u. Dörrenberg, BRD
Gürling, BRD

Kılavuzlar : Reime, BRD

Takım tutucular : Krupp Widia, BRD

İhracat yapılan ülkelerden bazıları aşağıda verilmektedir :

Almanya, İsveç, Hollanda, İsviçre, İtalya, Fransa, İngiltere

Yukarıdaki mamul çeşitleri yanında müşteri istekleri doğrultusunda da özel kesici takımlar imal edilmektedir.

5.3. Firma bünyesinde BBİ sistemlerine geçiş

BBİ sistemlerine MTE A.Ş. geçiş tamamen bir önceki bölümde tanımlanan teorik modele uygun olarak gerçekleştirilmektedir. Bu uygulama kapsamında sadece 4. Bölümde tanımlanan ilk üç aşama ele alınacaktır. İlk önce sırası ile BDT ve BDİ sistemlerinin gerçekleştirilmesi ele alınacak ve daha sonra da bu sistemlerin firma içi BDÜY sistemi ile olan entegrasyonu gözden geçirilecektir.

Bu çalışmalar aşağıda belirtildiği gibi aşama aşama ele alınmaktadır :

5.3.1. Aşama I - Mevcut durum analizi

Aşağıda, Makina Takım Endüstrisi A.Ş.' nin ürün tedarik süreci (müşterinin siparişi vermesinden teslim alınmaya kadar geçen aşamaların tümü) ile ilgili bilgiler verilmektedir :

5.3.1.1. Ürün tedarik süreci ve ilgili firma fonksiyonları

Firma içindeki ürün tedarik süreci ve ilgili firma fonksiyonları hakkındaki genel yapı Şekil 5.1.' de verilmektedir. Şekil 5.1' de sadece firma ile ilgili bilgi akışı değil malzeme akışı da gösterilmektedir.

Kısaca özetlemek gerekirse firma içi ürün tedarik süreci müşterinin talebi ile başlar ve mamulün müşteriye teslimiyle son bulur. Müşteri (daha çok metal sektöründeki firmalar, tacirler) siparişlerini MTE Pazarlama A.Ş.' ye ya direk yada Bölge temsilcilikleri vasıtasıyla bildirilirler. İhraacat ile ilgili siparişler ise direk Pazarlama Müdürlüğü' ne bildirilmektedir. Siparişler, firma içerisinde genel olarak :

- MTE A.Ş. ' de üretilen mamuller
- Ticari mamuller

olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

MTE A.Ş.' de üretilen mamullerde kendi aralarında ,

- N tipi (standard) mamuller
- S tipi (yarı standard) mamuller
- P tipi (özel takımlar) mamuller
- Mekanik sıkmalı tutucular (MST)

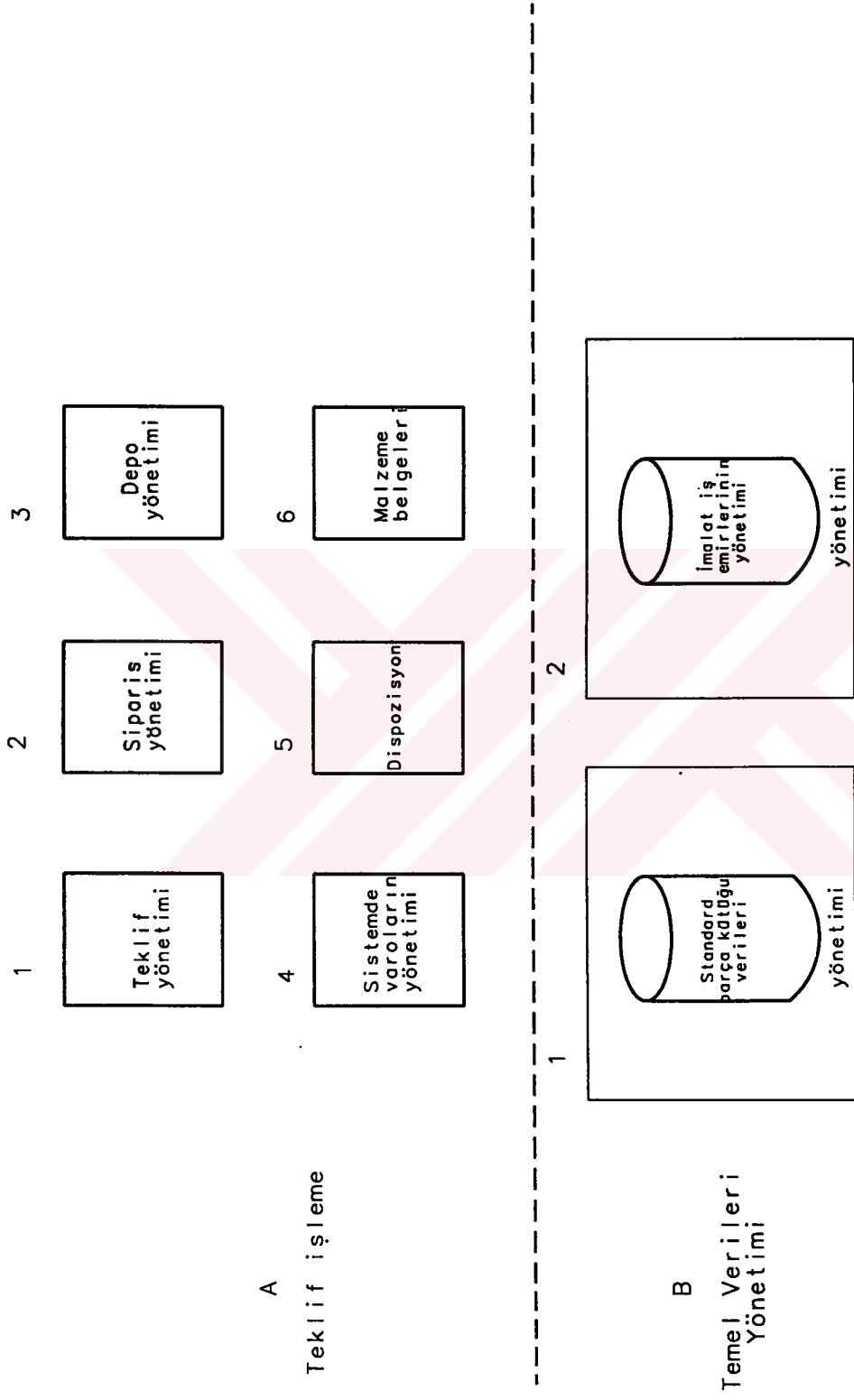
olmak üzere 4' e ayrılmaktadır.

Ticari mamuller ise MTE' nin üretmediği fakat dışarıdan alıp sattığı mamullerdir. Bunlar daha çok mekanik sıkmalı takımları (Krupp - Widia mamulleri) ve bazı ithal özel kesici takımları içermektedir. Şekil 5.1' den de görüleceği gibi müşteri siparişini belirten sipariş formu MTE Pazarlama Bölümü' ne gelir. Eğer bu form özel kesici takımları içeriyorsa, teklif hazırlama bölümü siparişe ait fiyat teklifini hazırlar ve müşteriye bildirir. Müşteriyle fiyat konusunda anlaşmaya varıldığında sipariş formu üzerine teslim tarihi yazılması ve iş emrinin açılması için Sevkiyat Planlama' ya oradan da gerekli imalat resimlerinin hazırlanması için Konstrüksiyon Büro' ya iletilir. Eğer müşteri siparişleri N veya S tipi mamulleri içeriyorsa sipariş formu yine Sevkiyat Planlama Bölüm' üne iletilir. Bu bölümde mamul stoğu kontrol edilir ve eksik olanlar için gerekli iş emirleri açılır. N tipi mamuller stok olarak bulundurulur. Belirli dönemlerde stok seviyesi kontrol edilir, ihtiyaç duyulan miktarlar (ilgili dönem satış hedeflerine göre) üst yönetim tarafından belirlenir ve iş emirleri açılır. S tipi mamuller hem stok olarak bulundurulur hem de Sevkiyat Planlama tarafından Üretim Planlama bölümüne sipariş edilir. Üretim Planlama bölümü' ne gelen tüm sipariş formları Üretim Planlama Yönetmen' inin onayından geçtikten sonra “ İş emri kayıt “ bölümüne iletilir. Sevkiyat planlama tarafından açılan iş emirlerinin kaydı yapılır. Resim gerektiren siparişler için durum Konstrüksiyon Büro' ya iletilir. Gerektiğinde müşteri ile de görüşülerek siparişe ilgili resimler hazırlanır ve operasyon planlarının yapılması için tekrar Planlama 'ya gönderilir. Firma içerisinde mevcut olan Atölye Çizelgeleme Sistemi (INTEPS) sayesinde N tipi veya daha önce gelmiş olan siparişlere ait bilgiler IBM AS 400 sistemi bilgi havuzunda bulunduğundan bunlar çağrılır. Bu süreç planları ya aynen

kullanılır ya da üzerlerinde düzeltme yapılır ve daha sonra üretim için gerekli olan operasyon kartları basılır. Özel kesici takımlara ait bilgi sistemde olmadığı için bunlara ait operasyon planları süreç programcı tarafından yazılır ve sisteme girilir. İmalat için hazır olan siparişlere ait üretim esnasında ortaya çıkabilecek problemler (daha çok özel kesici takımlar için takım ve aparat tasarımı) Metod Şube tarafından halledilir. İmalat sırasında teknik bilgi anlaşmazlığından dolayı Konstrüksiyon Büro ve Metod Şube her zaman tezgah operatörlerine yardımcı olmaktadır. İmalata siparişlerin yüklenmesi, takibi ve kontrolü üretim planlama ve kontrol birimi tarafından yapılmaktadır. Üretilen siparişler kalite kontrol onayından geçtikten sonra müşteriye teslim edilir.

5.3.1.2. Firma içi üretim planlama ve yönetim sistemi (BDÜY)

MTE A.Ş. bünyesinde üretim planlama ve kontrol faaliyetlerinin yürütülmesi amacı ile Alman patentli bir çizelgeleme programı olan INTEPS sistemi kullanılmaktadır. Bu sistem sayesinde her bir müşteri siparişleri teklif olarak sisteme girilmesi ve değerlendirilmesinden başlar, üretim için gerekli iş emirlerini açar, üretimi çizelgeler ve kontrol eder. Ayrıca, muhasebe ve finansman gibi bölümlere de maliyet hesaplamaları için gerekli olan bilgileri sağlar. Dolayısıyla, INTEPS paket programı maliyet muhasebesi ve finansman faaliyetlerini de içine alan komple bir sistemdir. Bu yüzden çalışmanın kapsamı itibarı ile yalnız bu paketin teknik departmanları ilgilendiren kısmı ele alınacaktır. INTEPS sisteminin başlangıç noktası müşteri siparişiyle başlar. Sistemi daha iyi ifade etmek için Şekil 5.2' de sistemin modüler organizasyonu verilmektedir. Teklif değerlendirme operatörleri teklifle ilgili detayları sisteme girerler. INTEPS' in teklif değerlendirme kısmı (1) girilen teklifleri değerlendirir (yeni siparişler için yeni kod açılması, teklif tutarlarının belirlenmesi vb.) ve bilgi tabanında bunları daha sonra kullanmak amacı ile depolar. Yalnız, kesin sipariş haline dönüştürülmüş teklife ait bilgiler kaydedilir. Daha sonra gelen müşteri teklifleri arasından veri tabanında olanlar için sistemdeki mevcut bilgiler kullanılır. Kaydedilmemiş olanlar ise veri tabanına eklenmektedir. Teklifler hazırlandıktan sonra müşteri ile mutabakat halinde değerlendirilmekte ve anlaşma olursa artık kesinleşmiş sipariş olarak sipariş yönetimi (2) modülüne geçilmektedir. Bu modülde ise kesinleşmiş siparişlere ait bilgiler işlemeye alınır. Üretim için gerekli olan elemanlar saptanır (hammadde miktarları vb.) . Satınalma ve ilgili bölümler



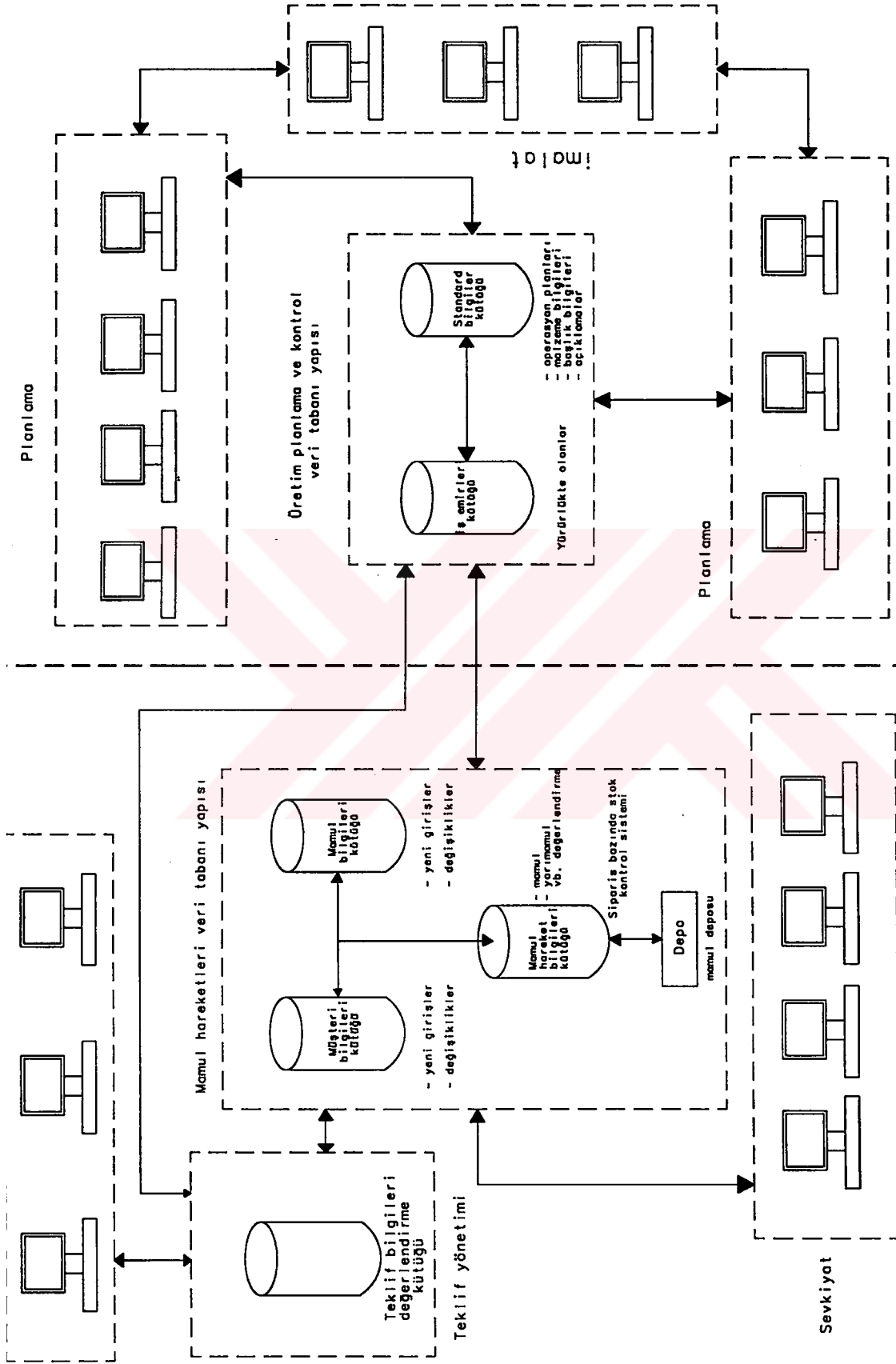
Şekil 5.2 INTEPS sistemi modüler organizasyonu

malzeme tedariki konusunda bilgilendirilir. Fakat, siparişler ile ilgili iş emirleri hazırlanmadan önce sistemin depo yönetimi (3) kısmı mevcut hammadde, yarımamul ve mamul durumunu inceler ve iş emirleri için net sipariş miktarlarını belirler. Depo giriş ve çıkışları sürekli kontrol altındadır. Envanter ile ilgili her türlü rapor ve analizler bu modülden elde edilebilir. Daha sonraki modülde (4) ise net ihtiyaçları saptanmış siparişler işletmeye iş emirleri olarak verilmek üzeredir. İşletmeye iş emirleri olarak verilecek siparişler benzetim alt modülü sayesinde değerlendirilirler ve sonra serbest bırakılırlar (işletmeye verilirler). Dizpozisyon modülünde (5) ise tüm ihtiyaçlar ve harcamalar kontrol edilir. Yukarıda ifade edildiği gibi bu fonksiyonu satınalma bölümü icra eder. Son modülde (6) ise malzemelerle ilgili belgeler ve raporlar değerlendirilir (giriş belgeleri, satış listeleri vb.). INTEPS sisteminin veri tabanı yapısı ise Şekil 5.3' de verilmektedir. Temel veriler denilen bilgilerin depolandığı iki adet ana kütük mevcuttur. Bunlardan birincisi daimi bilgi havuzu diye tabir ettiğimiz sadece standart olan ürünler ait bilgi tabanıdır.

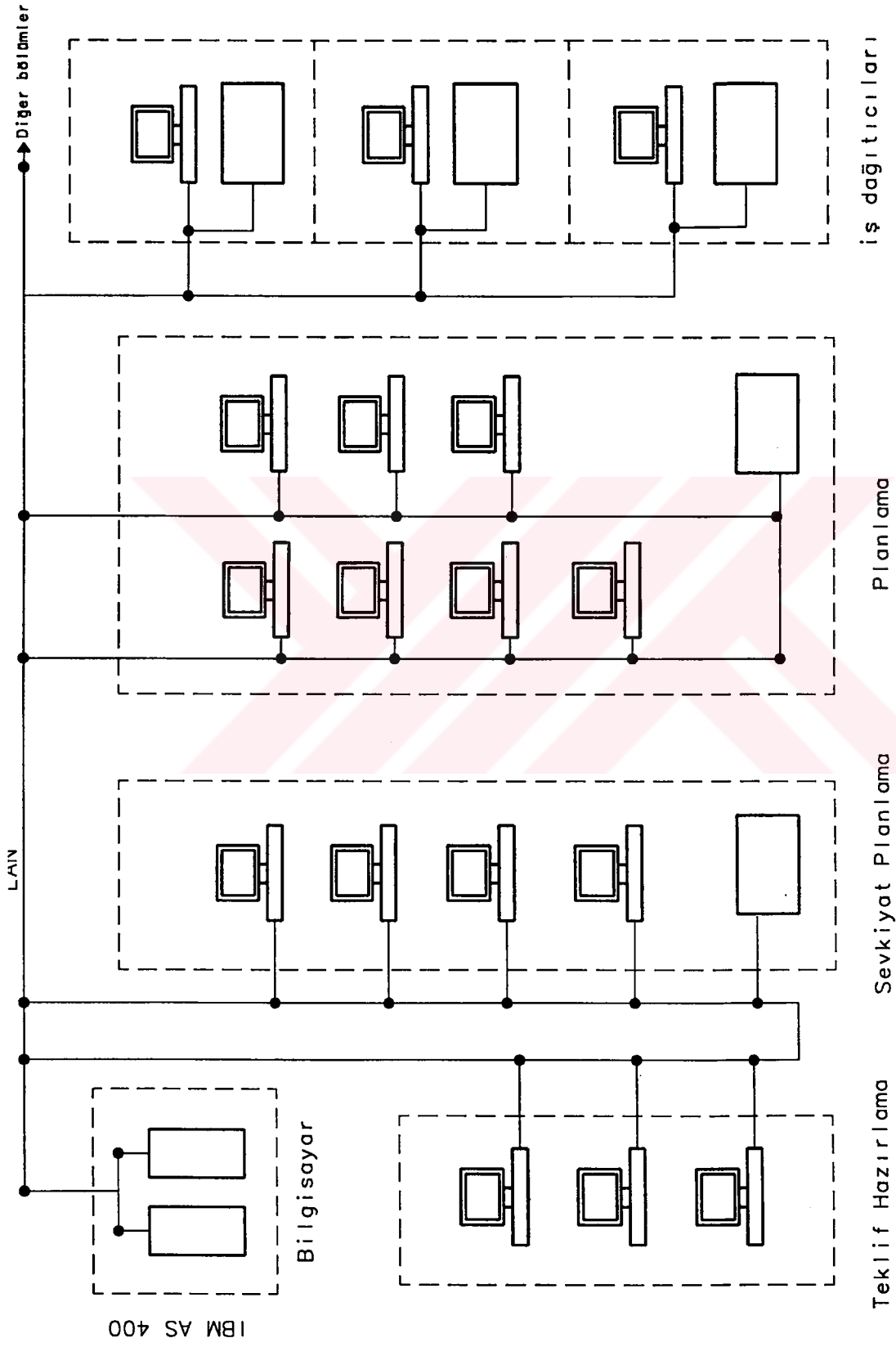
Bu veri tabanında bu tip ürünler için operasyon planları, malzeme ölçüleri vb. teknik bilgiler kod ve resim nosu yardımıyla depolanmışlardır. Standard tip bir sipariş veya teklif geldiğinde (yukarıda 1 nolu modülde ele alındı) mamul bilgilerine ait veri tabanından ilgili bilgiler alındıktan sonra net ihtiyaçlar belirlenir ve işletmeye iş emri olarak verilirler (iş emri kayıt biriminde iş emirleri kütüğüne kaydedilirler). Özel siparişler ile ilgili teknik veriler sisteme operatör tarafından girilmektedir. Diğer veri tabanı ise imalatla olan iş emirlerine ait her türlü bilgilerin bulunduğu (standart ve özel siparişler) kütüktür (iş emirlerine ait güncel veri tabanı). Üretiminden çıkan mamuller depo sorumlusu tarafından mamul bilgileri kütüğüne kaydedilir (Brankamp, 1984). INTEPS sisteminin IBM AS 400 donanım konfigürasyonu ise Şekil 5.4' de verilmektedir.

5.3.1.3. Mamul tasarım ve geliştirme faaliyetleri

MTE A.Ş.' de mamul tasarım ve geliştirme faaliyetleri iki ayrı kategoride ele alınmaktadır. Bunlardan birincisi, mamulün geometrik tasarımı ikincisi ise uygun malzemenin tasarlanmasıdır. Konumuz itibarı ile BDT/BDİ sisteminin uygulanacağı geometrik tasarımın yapıldığı konstrüksiyon büro ele alınacaktır.



Şekil 5.3 INTEPS sistemi veri tabanı yapısı ve ilgili bölümler



Şekil 5.4 INTEPS sistemi AS 400 donanım konfigürasyonu

MTE A.Ş. Konstrüksiyon Büro' da yapılan faaliyetler aşağıdaki gibi gösterilebilir :

1. Müşteri sipariş formu ve N tipi mamul ihtiyaç listesi resimlendirme işlemi
2. Mamullere resim ve kod numarasının verilmesi
3. Tablo imalatı ve iş emri dışında resim verme
4. Resim düzeltme (revizyon)
5. MTE A.Ş. Teknik resimleri, tabloları ve iptal resimleri arşivleme
6. Müşterilere ait teknik resim arşivleme
7. Müşterilere ait numunelerin saklanması
8. Kitap kayıt ve dağıtım
9. Ürün kodlama

Mevcut sistemin en önemli özelliği ise siparişlerin darboğaz olduğu bir kısım olmasıdır (yoğun bir çalışma ortamı). Müşteriden gelen özel takımlara ait tasarımlar buradaki konstrüktör ressamı tarafından elle (manual) olarak yapılmaktadır.

5.3.1.4. İmalat

Makina Takım Endüstrisi A.Ş. aynı zamanda sipariş üzerine üretim yapan ve metal sektöründe faaliyet gösteren bir firmadır. Sipariş üzerine küçük partiler halinde üretim yapar. Bir partiye ait hazırlık zamanları yüksektir ve çok fazla sayıda operasyon içermektedir.

Kısaca metal sanayinin önemli bir girdisi olan hassas kesici takım üretimi yapmasından dolayı mamul kalitesi oldukça yüksek olmak zorundadır. Bu da yüksek kalitede işçilik gerektirmektedir.

MTE ‘ de İmalat aşağıdaki gibi altı ana kısma ayrılmaktadır :

1. Deltak A.Ş. : Her türlü delici takımın (helisel, kademeli matkaplar, punta matkapları vb.) üretildiği kısımdır.
2. Kesmak A.Ş. : Her türlü kesici takımın (freze çakıları, parmak, modül, azdırma frezeler vb.) üretildiği kısımdır.
3. Vidak A.Ş. : Her türlü pafta ve kılavuzun imal edildiği kısımdır.
4. Testak A.Ş. : Her türlü metal ve ahşap testerenin imal edildiği kısımdır.
5. Krupp- Widia : Mekanik sıkımalı sert metal plaketa tutucuların imalatı
6. Isıl işlem : Tüm imalatla ilgili ısıl işlem faaliyetlerinin yapıldığı bölüm

İmalat sisteminin önemli bir özelliği ise özel amaçlı BSK kontrollu tezgah sayılarının fazla oluşudur. İmalatta yaklaşık olarak değişik ebatlarda 270 adet tezgah mevcuttur. Bunlardan 20 adedi SK / BSK tezgahıdır. 4 adet BSK mekanik sıkımalı tutucuların imali için kullanılmaktadır.

5.3.2. Aşama II - BDT/BDİ sistemlerinin geliştirilmesi

Bu bölümde, yönetim tarafından gerçekleştirilmesi düşünülen BDT/BDİ sistemlerine geçiş ile ilgili özellikler tanımlanmaktadır. Her bir sistem ayrı ayrı olarak daha önce 8 adım olarak tanımlanan “ bilgisayar destekli bir hücrenin “ geliştirilmesi için kullanılan sistematik yapı yardımı ile gerçekleştirilmektedir.

5.3.2.1. BDT/BDİ sistemlerine geçiş

Bu kısımda BDT/BDİ sistemlerine geçiş ile ilgili olarak yapılması gerekenler tanımlanmaktadır.

5.3.2.1.1. BDT sistemi : Amacı ve faydaları

Makina Takım Endüstrisi A.Ş.' de BDT sistemine geçilmesinin amacı, ürün çevriminin önemli bir parçası olan ve tedarik süresi üzerinde önemli bir etkiye sahip olan konstrüksiyon büro faaliyetlerinin daha hızlı, verimli ve daha kaliteli olmasını sağlamaktır.

Geleneksel sistemden BDT sistemine geçiş nedenleri aşağıdaki gibi sıralanabilir .

1. Kesici Takım tasarımı,son derece ileri düzeyde bilgi birikimi gerektiren karmaşık geometriye sahip çalışmalardır. Dolayısı ile elle (manual) olarak tasarım zor ve zaman alıcıdır.

2. Çizimlerdeki detay seviyesi fazladır. Dolayısıyla, çizim süresi uzundur. Tekrarlanan işlemler vardır.

3. Yaygın kullanılan elemanlara ait kütüphane ve depolama birimleri yoktur.

4. Arşivleme ve arşivden resim alma / verme zorluğu.

Tüm bu zorluklar BDT sistemi sayesinde çözülecektir. Konstrüksiyon Büro arşivinde yaklaşık olarak 60,000 resim olduğunu düşünürseniz konunun önemi kadar gerçekleştirme zorluğu da ortaya çıkmaktadır.

En önemli sorunlar ise :

1. Çalışanların adaptasyonu

2. Veri yönetim ve kodlama sisteminin elektronik ortamda kurulması ve geliştirilmesi

3. Uygulamaya geçiş adımları (arşivin ne şekilde oluşturulacağı, eğitim sistemi vb.).

4. Uygulamanın seçimi olarak sınıflanabilmektedir.

5.3.2.1.2. BDİ sistemi : Amacı ve faydaları

BDİ sisteminin amacı, BDT modülü tarafından oluşturulan mekanik sıkmalı takım modelinin BDİ sistemine aktarılması, SK programının üretilmesi ve işletmede varolan BSK/SK kontrollü tezgahlara aktararak zamandan ve işgücünden tasarruf yapılmasını sağlamaktır. BDT sisteminde 3 boyutlu olarak tasarlanan ürünler ortak kütüphane üzerinden BDİ sistemine alınıp SK programı yapılır ve üretim için tezgah gönderilir. Tasarımı yapılan parça, parça programlama modülüne standard SK programının üretilmesi için aktarılmaktadır. Daha sonra “ post prosesör “ diye tanımladığımız bir dönüştürücü yardımı ile programın yapıldığı tezgahın özellikleri (eksen sayısı, ilerleme, kesme hızları vb.) ve takımlarla ilgili bilgiler derlenip tezgaha özgü nihai program üretilmektedir. Tezgahlara programlar ya disket vasıtası ile ya da delikli şerit kullanılarak aktarılmaktadır. Ya da DSK sistemi kullanılmaktadır.

MTE A.Ş. bünyesinde bu tür sistemlere geçiş yapmanın nedeni ise ,

- artan BSK sayısı,
- artan ürün çeşitliliği,
- artan tedarik ve imalat süreleri,
- küçük partiler halinde üretim ve hazırlık sürelerinin uzun olması (bu aynı zamanda BSK sayısının artmasının da önemli nedenlerinden biridir).

başlıca nedenlerdir.

MTE A.Ş. ‘ de ise sadece KRUPP - WIDIA mamulleri dediğimiz mekanik sıkmalı sert metal plaketsli tutucuların imali için bu sistemlerin kullanılmasına geçilecektir. Tüm sistemin birdenbire geçmesi teorik olarak mümkün olsa bile yapılacak yatırımın büyüklüğü karşısında ilk önce belirli mamul grupları için sisteme devreye alınmalı sonra ise uygulama sahası genişletilmelidir.

5.3.2.1.3. BDT/BDİ sistemlerinin aşamalı olarak gerçekleştirilmesi

Adım 1. Mühendislik, üretim planlama, imalat ve bilgi işlem bölümünden kişilerin katılımı ile beş kişilik bir proje takımı oluşturuldu ve koordinatör vazifesini görecek lideri seçildi. Beşinci kişi (üretim genel md. yrd.) ise yönetim desteğini yoğun olarak sağlamak için ekibi katıldı.

Adım 2. Firmanın mevcut üretim organizasyonu daha önce tanımlanmıştı. Bu kısımda ise gerçekleştirilmesi düşünülen BDT/BDİ sistemlerinin firma organizasyonu içinde hangi kısımları ilgilendireceği ile ilgili olarak bir çalışma yapıldı ve ilgili faaliyetler belirlendi. Bu organizasyondaki en önemli bölümlerden biri olan ürün tasarım ve mühendisliği en çok etkilenen birim oldu. Ayrıca imalatta özellikle BDİ sistem entegrasyonundan etkilendi.

Mevcut sistemin veri organizasyonu aşağıdaki gibidir :

MTE A.Ş. resim numaraları 8 rakamdan oluşmaktadır. Bu gösterim, MTE A.Ş. ' de üretilen veya üretilmeyen (ticari mamuller) her mamul ve nesneyi kapsar.

Örnek : 00-00-0000

İlk grup, iki rakamdan oluşur ve mamulün cinsini belirtir.

Örnek : 00 : Etiketler, çizelgeler vb.
01 : Silindirik saplı matkaplar

İkinci grup, mamulün niteliğini belirtir.

Örnek : 01 ila 99 arası : Özel olanlar
10 : Üretim tabloları
11 ila 89 arası : Standard ürünler
90 : Şablonlar

Üçüncü grup, mamulün yada nesnenin imal tarihine göre sırasını belirler.

BDT sisteminde de aynı kodlama sistemi kullanıldı. İki kullanıcı sistem (2 iş istasyonu) devreye alındı ve iki kullanıcının da aynı anda kullanabileceği bir resim havuzu oluşturuldu. Şekil 5.5 incelendiğinde bu resim havuzu görülebilmektedir (iş istasyonlarına yerel kullanıcı diskleri). Çizim esnasında kullanılmak üzere de bir mamul kütüphanesi oluşturuldu. Bu kütüphane sayesinde master resimler çizilmektedir. Bu master resimler kullanılarak üretilen resimler resim havuzuna kaydedilmektedir. Ayrıca, her bir çizim içerisinde sıkça tekrarlanan kısımlar (mors konik tipleri, kullanılan punta deliği tipi ve ölçüleri vb.) sembol olarak tanımlanarak diğer çizimlerde kullanılmak üzere hazır hale getirilmektedir. Gerekli antet şekil ve tipleri oluşturulmaktadır. Resim havuzuna atılan resimler aşağıdaki erişim isimleri çağrılabilirler (Sdrc, 1996) :

1. Resim numarası

2. Resim kodu

3. Firma orijinal numarası

4. Firma adı

ve bu erişim anahtarlarının kombinasyonu biçiminde resim aranabilmektedir.

Üç boyutlu tasarım çalışması ise tamamen sık revizyona uğrayan takımların modellenmesi için kullanıldı. 3 boyutlu tasarımdan 2 boyuta, sonlu elemanlar analiz modülüne ve oradan da imalata (SK programcısına) geçiş ortak bir kütüphane aracılığıyla rahatlıkla gerçekleştirilebilir.

Sonuç olarak BDT sistemine geçildiğinde Konstrüksiyon Büro' da faaliyetler aşağıdaki gibi yapılmaya başlanmıştır :

1. Elle yapılan çizimler BDT ortamında daha hızlı ve kaliteli yapılmaya başlandı. Yani resimlerde standardizasyon sağlandı.

2. Tablo oluşturulması ve ekstra resim verme yazılım yeteneklerinden dolayı otomatik ve daha hızlı hale geldi.
3. Revizyon işlemleri el yerine BDT ortamında daha hızlı ve doğru yapılmaya başlandı.
4. Dosya arşivleme yerine elektronik arşivlemeye geçildi. İstenilen resime daha kısa sürede ve daha hızlı bir şekilde ulaşma imkanı doğdu.
5. Müşteri resimleri sadece konstrüksiyonda kullanılacak, imalata numune yerine parçayı en iyi şekilde anlatan daha gerçekci resimler verilmeye başlandı.

BDİ sistemi kurulurken dikkate alınması gereken en önemli unsur BDT sistemine uyumlu yani entegre olmasıdır. Zaten BDİ yatırımı yapmaya niyetli olan MTE A.ř. gibi firmalar BDT sistemini kurarken bunu dikkate almak zorundadırlar. Daha önceleri BDT ve BDİ yazılımlarının aynı firma ürünü olması oldukça önemliydi. Ama günümüzde piyasada mevcut olan bir çok BDT/BDİ yazılımı birbirleri ile kolayca etkileşebilmektedir. Bununla birlikte, yine de aynı firmanın ürünlerini kullanmak bir çok problemi daha baştan halletmektedir. Ayrıca bu sistemlerin kurulması esnasında yapılan faaliyetler ve karşılaşılan problemler BDT sistemleri kurulması sırasında ortaya çıkan problemlerle çok benzerdir.

BDİ sisteminin en büyük getirisi mevcut tezgah parkını destekleyecek bir sistemin kurulmasıdır. Her bir tezgahın “ post prosesör “ ü farklıdır. Dolayısıyla standard prosesörden post-prosesöre geçiş sırasında ortaya çıkan problemler sistemin performansını olumsuz yönde etkileyecektir. Bazı tezgahların eski olması da ayrıca bir problem teşkil etmektedir. Çünkü bu tür sistemlere program yükleme ya konsol üzerinden manual olarak ya da delikli şerit yardımıyla yapılmaktadır. Mevcut sistemde programlar elle yazılmakta daha sonra delikli şerit haline getirilip tezgahta kullanılmaktadır. Bu yüzden BDİ sisteminde üretilen programların tezgaha yüklenmesi için tezgah donanımlarında da bir takım değişikliklerin yapılması zorunlu olmaktadır. Bu da doğal olarak yatırım maliyetlerini artırmaktadır. BDİ sistemleri de tıpkı BDT sistemleri gibi uzun vadeli yatırımlar olmasına rağmen etkileri daha kısa sürede görülebilir. Özellikle, MTE A.ř. gibi kesikli üretim yapan

firmalarda hazırlık zamanlarını önemli ölçüde düşürebilir. Dolayısıyla tedarik sürelerini önemli ölçüde azaltabilir. MTE A.Ş. bünyesindeki BSK tezgahlarının çoğu özel amaçla üretilmiş tezgahlardır. Bu tezgahlar üretecekleri mamullere göre (kılavuz, matkap vb.) özel olarak tasarlanmışlardır. Dolayısıyla BDİ sistemi tezgah üzerinde mevcuttur. Operatör, sadece belli bir ölçüdeki kesici takımı üretmek için sadece (M4 kılavuz için) tezgahın ihtiyaç duyduğu parametreleri etkileşimli olarak girer. Krupp-Widia mamulleri dediğimiz mekanik sıkmalı sert plaketa tutucular MTE A.Ş. içerisinde ayrı bir bölümde imal edilmektedir.

Bu bölümde 4 adet SK/BSK tezgah mevcuttur ve dökümü aşağıdaki gibidir :

1. Üniversal 3 eksenli BSK freze tezgahı 1 adet
2. Steinel 5 eksenli SK işleme merkezi 2 adet
3. 5 eksenli üniversal BSK işleme merkezi 1 adet
4. MAHO - Deckel 5 eksenli işleme merkezi 1 adet

Adım 3. Proje planının oluşturulması ve yönetim tarafından onay

BDT/BDİ sistemlerini gerçekleştirmeye yönelik olarak yapılan çalışmaların proje planları Şekil 5.6 ve Şekil 5.7' de verilmektedir. Bu uygulama planı MicroSoft Project tarafından Gant diyagramı kullanılarak BDT ve BDİ sistemleri için ayrı ayrı hazırlanmıştır.

Adım 5. Kriterlerin belirlenmesi

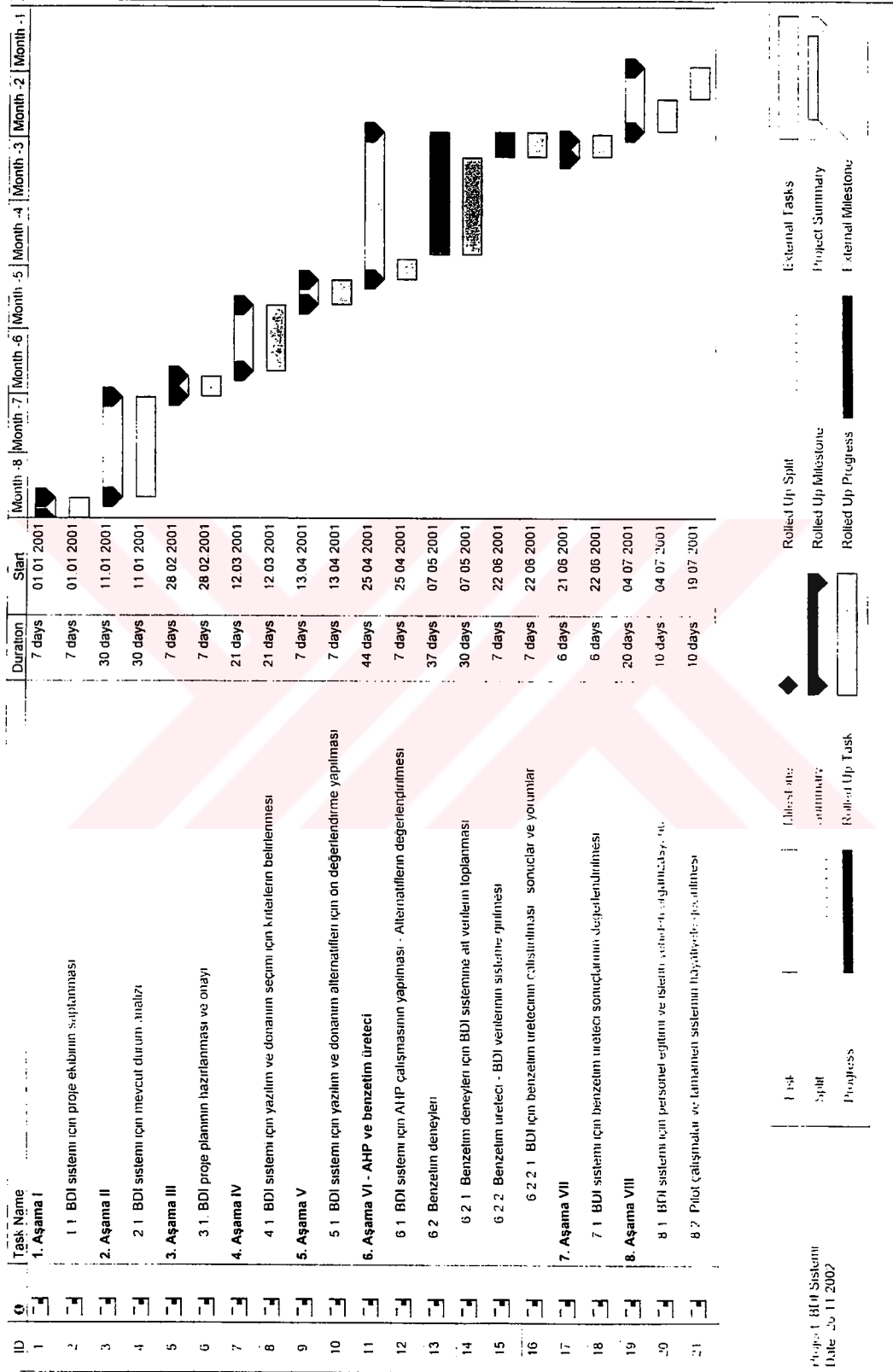
BDT ve BDİ sistemleri yazılım ve donanım alternatiflerinin değerlendirilmesi için firma ihtiyaçları gözönünde tutularak kullanılacak kriterler belirlendi.

BDT sistemi için kullanılacak kriterler aşağıda verilmektedir :

1. Sistemin maliyeti



Şekil 5.6 BDT sistemi uygulama planı (MTE A.Ş.)



Şekil 5.7 BDI sistemi uygulama planı (MTE A.S)

2. Teknik destek

a. On-line teknik destek

b. Acil durumlarda servis süresi

3. Referanslar

a. Kullanıcı görüşleri

b. Kullanıcı firmalar

4. Satıcı ve üretici güvenilirliği

a. Üretici firmanın geçmişi

b. Pazardaki konumu

5. Yazılım özellikleri

a. Güncelleştirme imkanı

b. Kullanım ve öğrenim kolaylığı

c. Parametrik yapısı

d. Ortak veri tabanı ve yönetimi

e. Yüzen lisans yeteneği

f. Diğer programlarla olan veri alışverişi

g. İki yönlü tasarım yeteneği

h. Eşzamanlı mühendislik yeteneği

i. Kütüphane oluşturma özelliği

j. Kullanıcı istekleri doğrultusunda yönlenebilirliği

6. Donanım özellikleri

a. Grafik kart yeteneği

b. Network özelliği

c. Diğer donanımlarla olan entegrasyon yeteneği

d. İşlem hızı

e. PC bağlama özelliği

f. İşletim sistemi esnekliği

BDİ sistemi için kullanılacak kriterler aşağıda verilmektedir :

1. Daha önceki BDT yazılımı ile sorunsuz bilgi alışveriş yeteneği

2. Teknik destek

3. Daha önceki donanımda platformunda çalışma özelliği

4. Kullanım kolaylığı

5. Öğrenim kolaylığı

6. İmalattaki BSK tezgahlarına uygun kod üretebilme yeteneği

7. Yüzer lisans yeteneği
8. İki yönlü tasarım yeteneği
9. Eşzamanlı mühendislik yeteneği
10. Güncelleştirilmesi

Adım 5. Alternatiflerin belirlenmesi ve ön değerdendirme prosesinin uygulanması

BDT sistemi ile ilgili olarak ele alınan alternatifler aşağıda verilmektedir :

- 1. Pro-Engineer - Windows NT [1]**
- 2. SDRC I-DEAS Master Series - Windows NT [2]**
- 3. SDRC I-DEAS Master Series - Unix iş istasyonu [3]**
4. Pro-Engineer - Unix iş istasyonu
5. CADD5-5 - Unix iş istasyonu
6. Cimatron - Windows NT

Ön değerdendirmeyi geçen alternatifler : 1., 2. ve 3. alternatiflerdir. 4., 5. ve 6. alternatifler “ alternatif’e karşı alternatif “ tekniği kullanılarak elenmişlerdir. Bu elemelerde firma için çok önemli olan kriterler gözönüne alınarak her bir kriter için alternatifler birbirleri ile kıyaslanmışlardır.

BDİ yazılımının seçilmesi için ise ön değerdendirilmeye alınan alternatifler aşağıdaki gibidir :

- 1. I-DEAS Master Series - İşleme modülü [4]**

2. Camax [5]

3. Pro-Engineer [6]

4. Cimatron

5. CADD5-5

6. MasterCAM

4, 6 nolu alternatifler daha çok kalıp tasarım ve imalat üreticilerine yöneliktir. 5 nolu alternatif ise otomotiv sektörüne yöneliktir. Burada göze çarpan alternatifler ise 1,2 ve 3. dür.

Tablo 5.1 BDT/BDİ sistemlerine ait yazılım ve donanım alternatifleri

Sistem	Yazılım & Donanım		
	Alternatif 1 (A1)	Alternatif 2 (A2)	Alternatif 3 (A3)
Tüm ürün çeşitleri için BDT	PRO-ENGINEER + NT [1]	SDRC I-DEAS + NT [2]	SDRC I-DEAS + UNIX [3]
Mekanik sıkmalılar için BDİ	SDRC I-DEAS [4]	SDRC CAMAX [5]	PRO-ENGINEER [6]

Adım 6. AHP ve benzetim üretici

AHP tekniği, BDT ve BDİ sistemlerinin her biri için ayrı ayrı kullanılmıştır. Bu işlem sonucunda her bir sistem için en iyi donanım ve yazılım alternatifleri bulunmuştur. Diğerleri ise ağırlıklarına göre sıralanmışlardır. AHP analizi daha önce tanımlanan kriterler kullanılarak BDT sistemi için 1., 2. ve 3. alternatifler için

yapılmıştır ve sonuçta en iyi ağırlığa sahip alternatifin 3 nolu alternatif (SDRC I-DEAS Master Series - Unix iş istasyonu) olduğu bulunmuştur.

BDİ sistemi için yapılan AHP sonucunda en iyi ağırlığa sahip alternatif 5 nolu alternatiftir (Camax).

Bu değerlendirme sürecinde işlemleri daha hızlı ve güvenilir yapmak için bu çalışma kapsamında geliştirilen AHP yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılım BDT ve BDİ sistemleri için ayrı ayrı kullanılmıştır. İlgili veriler ise Şekil 5.8, Şekil 5.9, Şekil 5.10 ve 5.11' de verilmektedir.

Tablo 5.2 AHP tekniğinin sonuçları

Sistem	1. sıra	2. sıra	3. sıra
Tüm ürün çeşitleri için BDT	[1] (0.46)	[2] (0.31)	[3] (0.23)
Mekanik sıkmalılar için BDİ	[6] (0.36)	[5] (0.34)	[4] (0.30)

Ayrı ayrı gerçekleştirilen BDT ve BDİ sistemlerinin nasıl entegre edileceği ile ilgili olarak bir yapı tanımlanmaktadır. Yalnız bu yapı sadece Krupp-Widia mamulleri dediğimiz mekanik sıkmalı takımlarla ilgilidir. Çünkü böyle bir entegre sistemin oluşturulmasındaki amaç, herhangi bir türdeki mekanik sıkmalı takımın 3 boyutlu tasarım (BDT) sistemi özellikleri ile tasarımı ve bundan sonraki aşamada tasarım bilgilerinin otomatik olarak imalat modülüne (BDİ) aktarılmasıdır. Bu modülde imalat için her türlü teknik özelliklerin tanımlanır, standard SK kodlarının üretilir, post-prosesör yardımı ile tezgahın anlayabileceği kod sistemine dönüştürülür. Bu yapı Şekil 5.12' de tanımlanmaktadır.

5.3.3 Aşama III - BDT/BDİ sistemi ve INTEPS sistemi entegrasyonu

BDT/BDİ sisteminin kurulmasında dikkate alınması gereken en önemli sorun bu sistemlerin firmanın mevcut bilgi sistemlerine ne derece uygun olduğunun araştırılmasıdır. Zaten BDT ve BDİ için yazılım ve donanımlar seçilirken donanım konfigürasyonun MTE A.Ş. içerisindeki IBM AS 400 sistemi ile uyum içinde

Kriterler	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	R	S	T	U	V	Y	Z
A	1	2	3	4	3	4	4	3	4	5	3	4	4	2	4	3	4	5	4	3	5	5	3
B	0.5	1	2	3	4	3	0.5	5	2	3	4	4	2	0.25	5	4	2	3	3	5	3	2	4
C	0.33	0.5	1	2	2	0.33	2	2	0.33	4	3	0.33	0.2	2	3	0.25	2	2	4	3	3	3	2
D	0.25	0.33	0.5	1	0.5	0.2	2	3	4	2	4	2	4	4	3	2	2	3	0.5	3	4	0.25	0.2
E	0.33	0.25	0.5	2	1	3	3	0.5	3	3	0.5	4	4	3	2	3	3	0.5	0.2	4	5	3	3
F	0.25	0.33	3	5	0.33	1	3	2	0.2	4	3	2	0.33	2	4	2	0.5	2	2	3	4	5	2
G	0.2	2	0.5	0.5	0.33	0.33	1	0.33	4	4	5	3	2	4	2	3	2	3	2	0.2	2	0.33	3
H	0.33	0.2	0.5	0.33	2	0.5	3	1	3	2	0.25	2	2	3	0.25	2	2	4	3	2	3	2	3
I	0.25	0.5	3	0.25	0.33	5	0.25	0.33	1	3	3	3	2	3	3	4	3	3	3	3	2	4	3
J	0.2	0.33	0.25	0.5	0.33	0.25	0.25	0.5	0.33	1	2	4	4	3	2	3	2	3	2	4	3	2	0.33
K	0.33	0.25	0.33	0.25	2	0.33	0.2	4	0.33	0.5	1	3	0.2	3	4	2	0.5	2	4	0.25	2	0.5	2
L	0.25	0.25	3	0.5	0.25	0.5	0.33	0.5	0.33	0.25	0.33	1	2	3	5	3	3	4	2	3	4	3	3
M	0.25	0.5	5	0.25	0.25	3	0.5	0.5	0.5	0.25	5	0.5	1	2	0.33	2	4	2	0.25	2	2	2	0.5
N	0.5	4	0.5	0.25	0.33	0.5	0.25	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.5	1	2	3	2	3	2	5	3	3	0.2
O	0.25	0.2	0.33	0.33	0.5	0.25	0.5	4	0.33	0.5	0.25	0.2	3	0.5	1	2	0.5	3	0.2	4	4	2	2
P	0.33	0.25	4	0.5	0.33	0.5	0.33	0.5	0.25	0.33	0.5	0.33	0.5	0.33	0.5	1	0.25	2	3	2	3	0.5	3
R	0.25	0.5	0.5	0.5	0.33	2	0.5	0.5	0.33	0.5	2	0.33	0.25	0.5	2	4	1	0.33	2	3	0.33	2	2
S	0.2	0.33	0.5	0.33	2	0.5	0.33	0.25	0.33	0.33	0.5	0.25	0.5	0.33	0.33	0.5	3	1	3	2	0.25	3	0.25
T	0.4	0.33	0.25	2	5	0.5	0.5	0.33	0.33	0.5	0.25	0.5	4	0.5	5	0.33	0.5	0.33	1	2	2	4	2
U	0.33	0.2	0.33	0.33	0.25	0.33	5	0.5	0.33	0.25	4	0.33	0.5	0.2	0.25	0.5	0.33	0.5	0.5	1	3	2	5
V	0.2	0.33	0.33	0.25	0.25	0.25	0.5	0.33	0.5	0.33	0.5	0.25	0.5	0.33	0.25	0.33	3	4	0.5	0.33	1	2	4
Y	0.2	0.5	0.33	4	0.33	0.2	3	0.5	0.25	0.5	2	0.33	0.5	0.33	0.5	2	0.5	0.33	0.25	0.5	0.5	1	3
Z	0.33	0.2	0.5	5	0.33	0.5	0.33	0.33	0.33	3	0.5	0.33	2	5	0.5	0.33	0.5	4	0.5	0.2	0.25	0.33	1

Şekil 5.8 AHP tekniği için kriterlerin birbirleri ile eşleştirilmesi
(BDT için – A B C D kriterleri göstermektedir)

A	A1	A2	A3
A1	1	3	2
A2	0.33	1	2
A3	0.5	0.55	1

C	A1	A2	A3
A1	1	0.33	2
A2	3	1	4
A3	0.5	0.25	1

E	A1	A2	A3
A1	1	2	4
A2	0.5	1	0.2
A3	0.25	5	1

G	A1	A2	A3
A1	1	4	3
A2	0.25	1	2
A3	0.33	0.5	1

I	A1	A2	A3
A1	1	3	4
A2	0.33	1	0.5
A3	0.25	2	1

K	A1	A2	A3
A1	1	0.25	0.33
A2	4	1	0.2
A3	3	5	1

M	A1	A2	A3
A1	1	0.2	3
A2	5	1	4
A3	0.33	0.25	1

O	A1	A2	A3
A1	1	2	3
A2	0.5	1	2
A3	0.33	0.5	1

B	A1	A2	A3
A1	1	2	3
A2	0.5	1	2
A3	0.33	0.5	1

D	A1	A2	A3
A1	1	2	3
A2	0.5	1	0.25
A3	0.33	4	1

F	A1	A2	A3
A1	1	2	3
A2	0.5	1	2
A3	0.33	0.5	1

H	A1	A2	A3
A1	1	0.5	0.33
A2	2	1	4
A3	0.33	0.25	1

J	A1	A2	A3
A1	1	3	2
A2	0.33	1	0.25
A3	0.5	4	1

L	A1	A2	A3
A1	1	0.5	0.2
A2	2	1	0.33
A3	5	3	1

N	A1	A2	A3
A1	1	2	3
A2	0.5	1	2
A3	0.33	0.5	1

P	A1	A2	A3
A1	1	0.33	0.2
A2	3	1	4
A3	5	0.25	1

Şekil 5.9 AHP tekniği için her bir kritere göre alternatiflerin birbirleri ile eşleştirilmesi (BDT için – A1 A2 A3 alternatifleri : A B C ... ise kriterleri göstermektedir)

R	A1	A2	A3
A1	1	2	5
A2	0.5	1	4
A3	0.2	0.25	1

T	A1	A2	A3
A1	1	2	3
A2	0.5	1	4
A3	0.33	0.25	1

V	A1	A2	A3
A1	1	0.5	2
A2	2	1	5
A3	0.5	0.2	1

Z	A1	A2	A3
A1	1	4	5
A2	0.25	1	4
A3	0.2	0.25	1

S	A1	A2	A3
A1	1	4	0.5
A2	0.25	1	2
A3	2	0.5	1

U	A1	A2	A3
A1	1	3	4
A2	0.33	1	2
A3	0.25	0.5	1

Y	A1	A2	A3
A1	1	2	3
A2	0.5	1	0.5
A3	0.33	2	1

Şekil 5.9 AHP tekniği için her bir kritere göre alternatiflerin birbirleri ile eşleştirilmesi
(BDT için – A1 A2 A3 alternatifleri : A B C ... ise kriterleri göstermektedir)

A	A1	A2	A3
A1	1	0.5	2
A2	2	1	2
A3	0.5	0.5	1

B	A1	A2	A3
A1	1	4	0.33
A2	0.25	1	2
A3	3	0.5	1

C	A1	A2	A3
A1	1	0.25	3
A2	4	1	4
A3	0.33	0.25	1

D	A1	A2	A3
A1	1	2	0.33
A2	0.5	1	0.5
A3	3	2	1

E	A1	A2	A3
A1	1	0.5	2
A2	2	1	0.2
A3	0.5	5	1

F	A1	A2	A3
A1	1	0.5	2
A2	2	1	2
A3	0.5	0.5	1

G	A1	A2	A3
A1	1	4	0.5
A2	0.25	1	2
A3	2	0.5	1

H	A1	A2	A3
A1	1	2	0.33
A2	0.5	1	0.2
A3	0.33	5	1

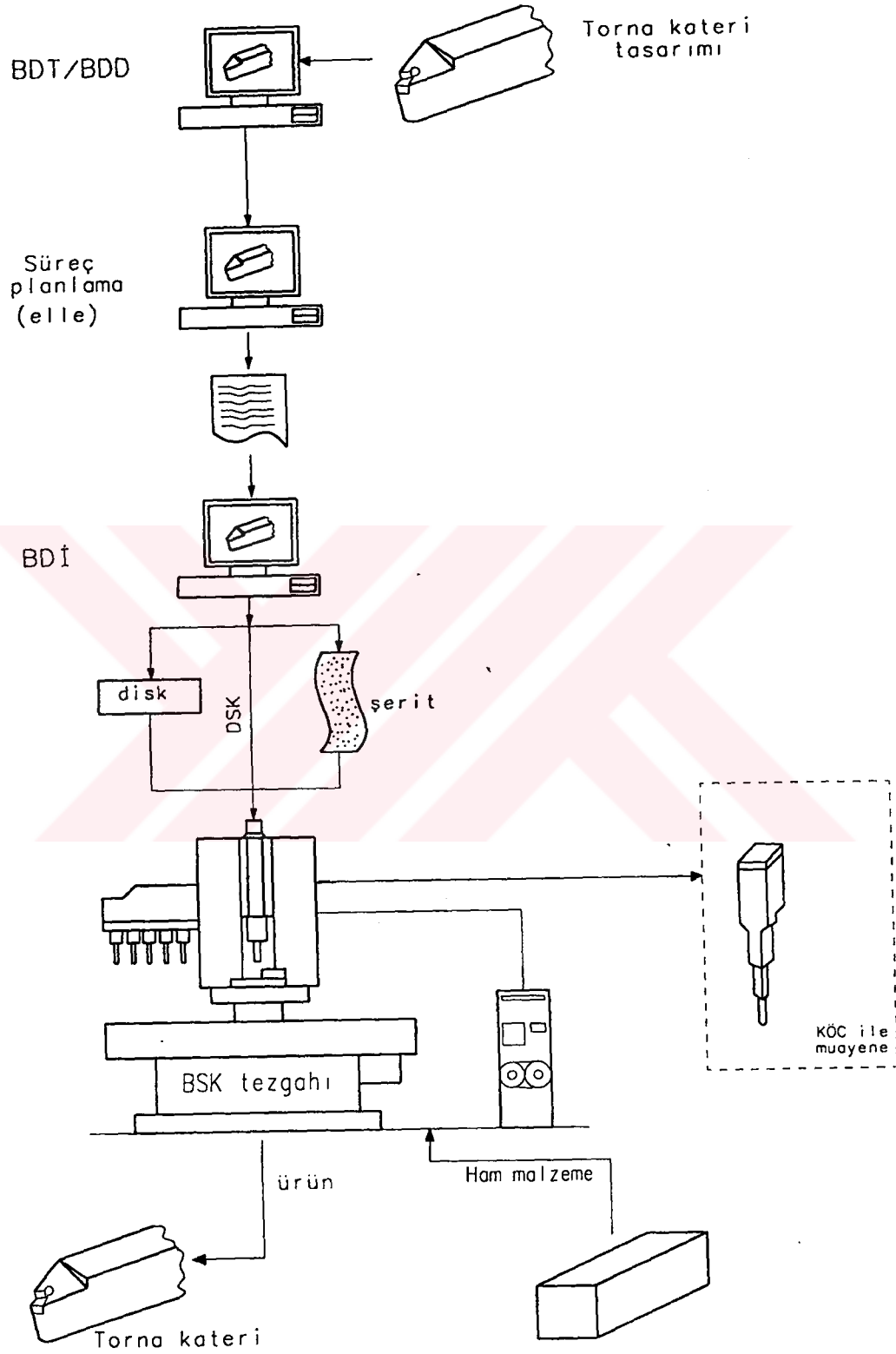
I	A1	A2	A3
A1	1	3	4
A2	0.33	1	0.5
A3	0.25	2	1

J	A1	A2	A3
A1	1	2	2
A2	0.5	1	0.33
A3	0.5	3	1

Şekil 5.10 AHP tekniği için her bir kritere göre alternatiflerin birbirleri ile eşleştirilmesi
(BDI için – A1.A2.A3 alternatifleri : A B C ... ise kriterleri göstermektedir)

Kriterler	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1	2	3	2	2	3	4	5	2	4
B	0.5	1	4	3	2	3	0.5	3	2	3
C	0.33	0.25	1	3	2	0.33	2	2	0.33	4
D	0.5	0.33	0.33	1	0.5	0.2	2	3	4	2
E	0.5	0.5	0.5	2	1	2	3	0.5	2	3
F	0.33	0.33	3	5	0.5	1	4	2	0.33	4
G	0.25	2	0.5	0.5	0.33	0.25	1	2	4	2
H	0.2	0.33	0.5	0.33	2	0.5	3	1	3	2
I	0.5	0.5	3	0.25	0.5	5	0.25	0.33	1	3
J	0.25	0.33	0.25	0.5	0.33	0.25	0.5	0.5	0.33	1

Şekil 5.11 AHP tekniği için kriterlerin birbirleri ile eşleştirilmesi
(BDI için – A B C D kriterleri göstermektedir)



Şekil 5.12 BDI sistemine ait veri akış organizasyonu (mekanik sıkmalı takımlar için)

çalışması önemli bir kriter olarak değerlendirilmişti. MTE bünyesinde BDT / BDİ amacıyla kurulan iş istasyonları UNIX sistemi altında çalışmaktadır. IBM AS 400 sistemindeki INTEPS programı ise OS 400 sistemi altında çalışmaktadır. Dolayısıyla bu iki farklı işletim sistemi arasında veri tabanları üzerinde bilgi alışverişini sağlamak çalışmanın ana konularından biridir.

UNIX sisteminin temelinde bir bilgisayarın birden fazla kullanıcı arasında paylaşılması ya da bir kullanıcının aynı anda birden fazla iş yapmasına olanak sağlamak yatmaktadır. Bu yüzden UNIX altında çalışacak bilgisayarın kaynaklarının birden fazla iş arasında paylaşılması durumunda performansını kabul edilebilir düzeyde tutabilecek güçte olması gerekmektedir. Bu işletim sistemi bilgisayar bilimcilerin “ çok kullanıcı ” ve “ çok işli ” adını verdikleri çalışma koşullarını sağlar. Başka bir deyişle, UNIX altında çalışan bir bilgisayar birden fazla kullanıcı birbirinden bağımsız olarak ve aynı anda kullanabilirler. Bu birlikte kullanım sırasında bilgisayarın kaynaklarını (merkezi işlem birimi, ana belleğini (RAM), disk ünitesi gibi yan bellek birimlerini , yazıcılarını) paylaşırlar.

UNIX işletim sistemi kaynakların kullanımını, paylaşımından kaynaklanan performans düşmelerini en aza indirgeyecek şekilde düzenlemeye çalışır. Bu tür paylaşımlar donanımaya yapılan yatırımı önemli ölçüde azaltacağı için bir kazanç unsurudur. Yan bellek paylaşımıysa kayıtlı veri ve programlarını da paylaşmak demektir ki (BDT/BDİ sisteminin kurulması sırasında değinilmişti) bu da değeri oldukça yüksek başka bir kazançtır. Bir kullanıcının aynı anda işletim özelliği sayesinde birden fazla iş yapması da ayrı bir kolaylıktır (Uğur, 1995).

Daha önce belirtildiği gibi INTEPS sistemi OS 400 işletim sistemi altında çalışan bir atölye çizelgeleme , takip ve kontrol programıdır.

BDT/BDİ sistemi ile INTEPS sisteminin organizasyonunu gerçekleştirmek için ilk önce düşünülmesi gereken husus bu entegrasyonun hangi kısımları ilgilendireceğidir. Yani mevcut bir resim arşivi üzerinden kimler faydalanacaktır ve ne amaçlı kullanılacaktır ? bunların belirlenmesi gerekir. BDT/BDİ sistemi MTE A.Ş. içinde Konstrüksiyon Büro’ da kurulacaktır. Dolayısıyla sorunumuzun çözüm noktası konstrüksiyon büro ile resim alışverişinde olan kısımların belirlenmesi olacaktır.

Bunlar :

1. Teklif Değerlendirme kısmı (Pazarlama A.Ş.) :

Müşteriden gelen her türlü sipariş değerlendirilirken teklif değerlendirme elemanları, siparişle ilgili benzer resimleri (N tipi olanlar resimsiz imalattır) görerek daha doğru, ve daha hızlı değerlendirme yapabilirler. Mevcut olan yapıda, teklif değerlendirme kısmı ile Konstrüksiyon Büro arasında çok yoğun bir bilgi trafiği mevcuttur. Bu da hızlı ve doğru teklif vermeyi olumsuz yönde etkilemekteydi.

2. Süreç Planlama :

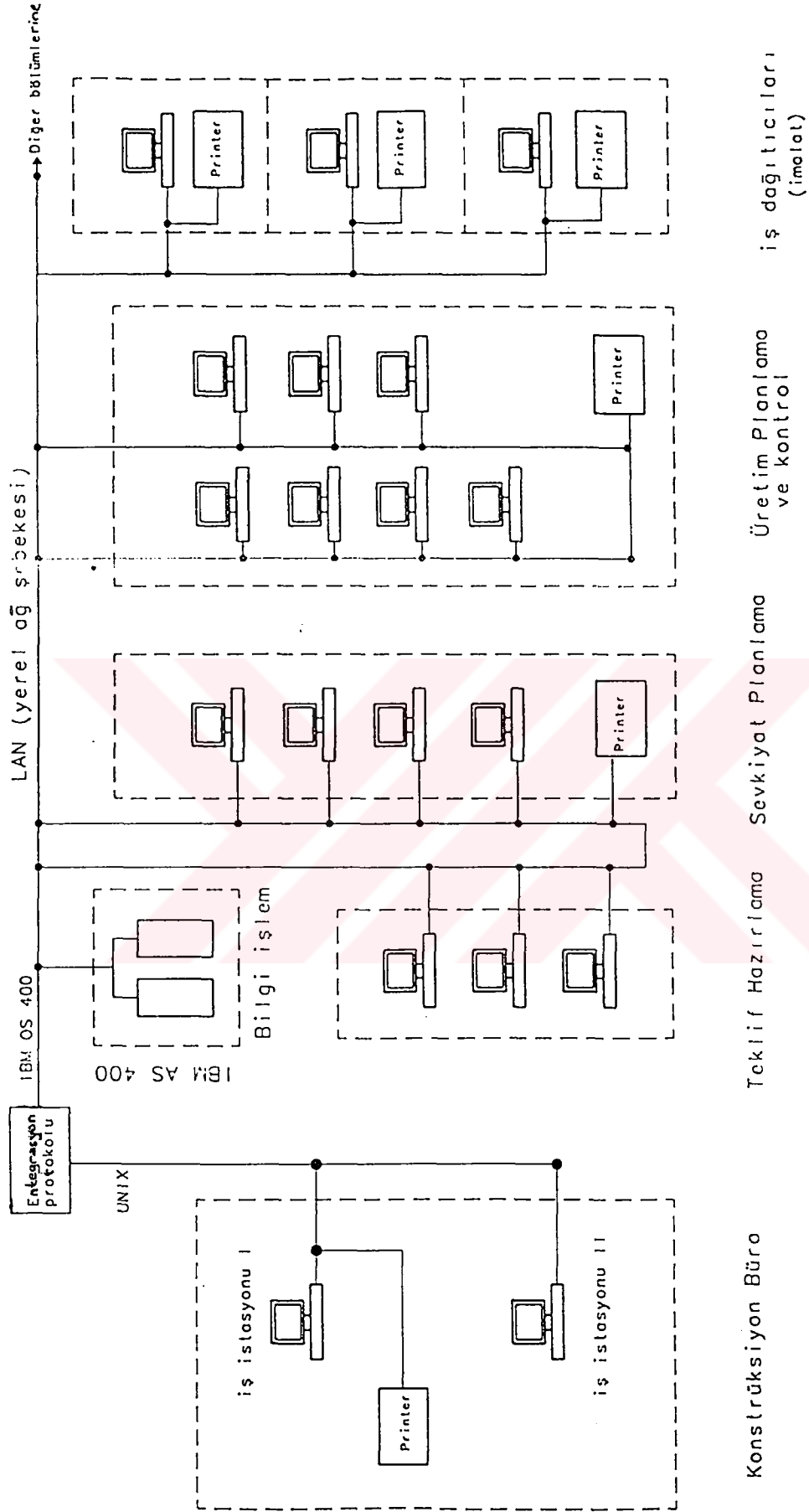
Yarı özel ve özel kesici takımların (N ve S tipi) resimleri tamamlandıktan sonra proses planlama elemanı ekran üzerinde resmi görerek imalat için gerekli olan operasyon sıralarını belirler. Mevcut olan sistemde aynı yukarıdaki gibi proses planlama ile konstrüksiyon büro arasında yoğun bir bilgi akışı vardır. Ama proses planlamacının yaptığı resmi çok çabuk görüp değerlendirme yapması zaman açısından çok faydalar sağlamaktadır. Bu arada, proses planlamacı resim havuzu üzerinden istediği resimde anında görebilmektedir.

3. Kontrol mekanizması :

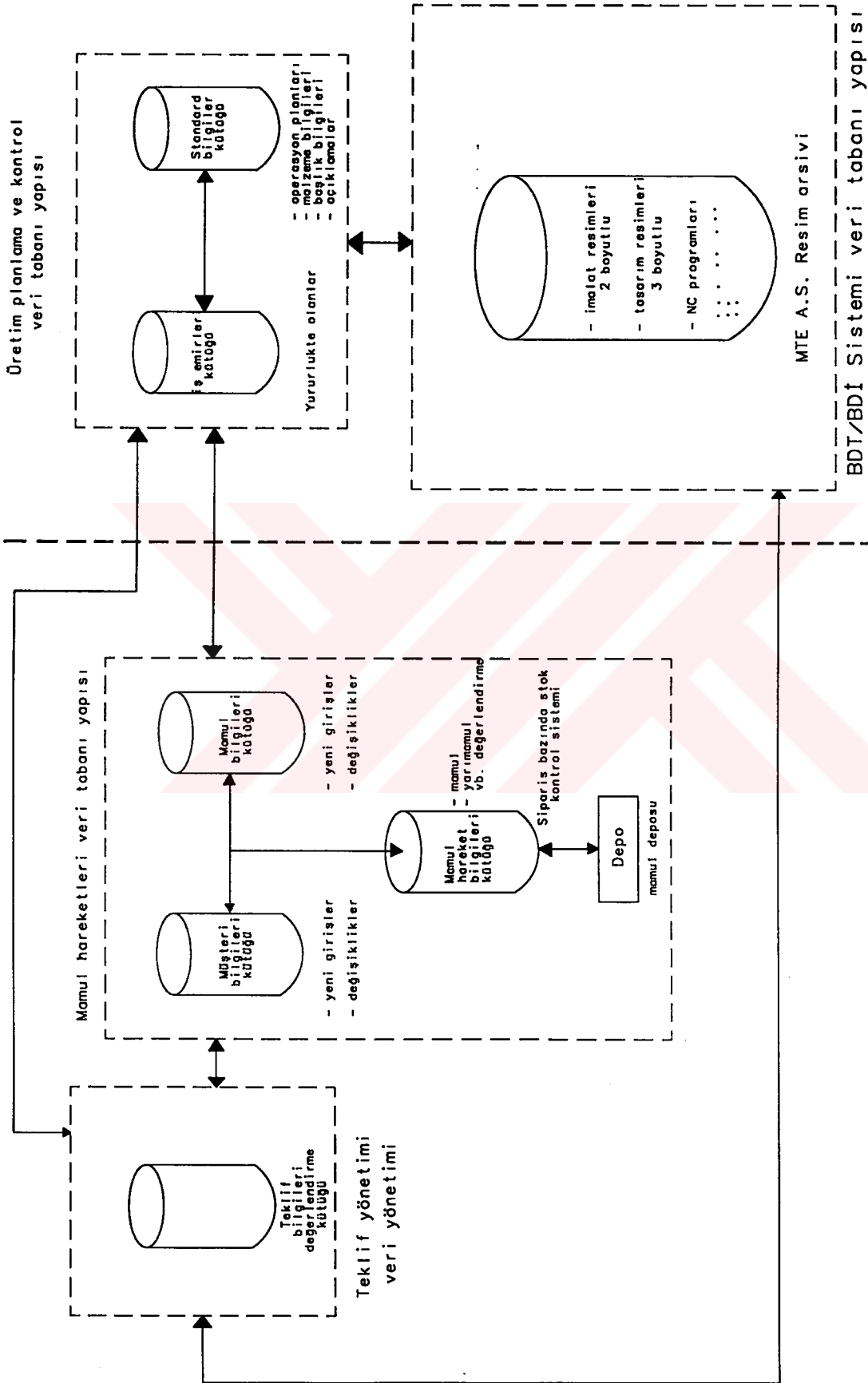
Siparişlerin hızlı bir şekilde akmasını sağlamak amacı ile üretim planlama ve kontrol yönetmeni de resim havuzuna erişebilir.

Mevcut olan sistemde resimler arşivden 60000 resim arasından çıkarılıp değerlendirilmektedir. Zaman kaybı, çevrim süresi üzerinde en büyük etki olarak göze çarpmaktadır.

4. İş Emri Kayıt : Bu entegrasyon sistemi sayesinde iş emri açılırken istenilen resim görülebilir. Hazır olup olmadığı öğrenilebilir. Çok kısa bir süre içerisinde değerlendirilebilir ve imalata aktarılabilir.



Şekil 5.13 INTEPS ve BDT/BDİ entegrasyonuna ait donanım konfigürasyonu



Şekil 5.14 INTEPS ve BDT/BDI sistemlerinin entegrasyonuna ait veri organizasyonu

Yukarıda belirtilen bölümler dışında eğer istenirse diğer bölümlerle de bağlantı kurulabilmektedir. Bunun dışında, kritik noktada karar verici yöneticiler (işletme müdürleri, Genel Md. Yrd. (teknik) sisteme kolayca entegre olabilirler. Bu entegrasyon sistemine ait donanım konfigürasyonu Şekil 5.13' de verilmektedir. Ayrıca veri tabanları arasındaki organizasyonda modüler bazda Şekil 5.14' de verilmiştir. Kuşkusuz diğer önemli bir husus, bu sistemlere yapılan yatırımların karşılığında ortaya çıkacak tablonun getirisi ne olacaktır ? Bu husus daha sonraki bölümde ele alınmaktadır. Şekil 5.15' de ise bu entegrasyon sistemine dahil olan bölümlerarası bilgi akışı organizasyonunu göstermektedir.

Adım 7. İlgili sistemlerin getirilerinin firma üretim organizasyonu üzerinde değerlendirilmesi

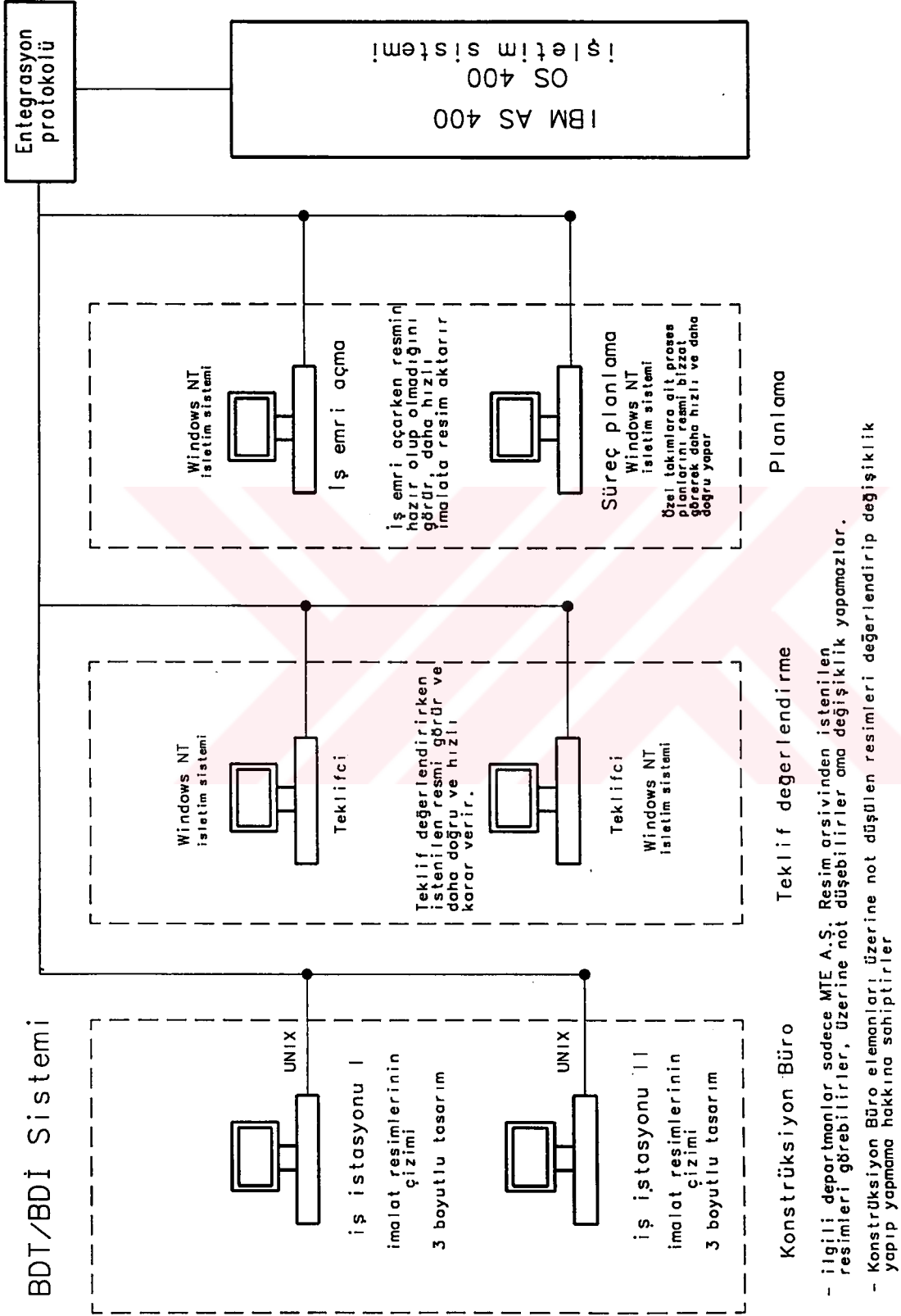
1. Benzetim üretici yardımı ile mevcut sistemin modellenmesi

Firmanın “ faaliyet “ bazlı üretim organizasyonunu modellemek için Tablo 5.3, 5.4 ve Tablo 5.5' teki veriler kullanıldı.

a. Performans kriterlerinin belirlenmesi

Aşağıda çalışmanın amacı doğrultusunda sistem özelliklerini en iyi tanımlayan ve sistemin modellenmesinde anahtar olarak kullanılan değerlendirme kriterleri verilmektedir.

1. Ürün tedarik süreci : Tüm mamullere ait tedarik süresi - Müşterinin siparişi vermesinden siparişi alıncaya kadar yapılan tüm faaliyetleri için harcanan toplam süre.
2. Toplam Konstrüksiyon Büro tedarik zamanı : Tüm mamullere ait çevrim zamanı - Konstrüksiyon Büro' da bir siparişin gelmesi ve gitmesi arasında yapılan faaliyetlerin tümüne harcanan zaman.
3. Krupp-widia konstrüksiyon tedarik zamanı : Mekanik sıkmalı ürün siparişlerine Konstrüksiyon Büro' da harcanan zaman.



Şekil 5.15 BDT/BDI sistemi ve resim alışverişinde bulunduğu bölümler arasındaki bilgi akış konfigürasyonu

4. Krupp-widia İmalat tedarik zamanı - Mekanik sıkmalı ürün siparişlerine ait imalatla geçirilen süre

5. Tüm mamullere ait benzetim çıktı miktarı

6. Tüm mamullere ait konstrüksiyon çıktı miktarı

7. Krupp - widia (mekanik sıkmalı takımlar)' a ait konstrüksiyon çıktı miktarı

8. Krupp - widia (mekanik sıkmalı takımlar)' a ait imalat çıktı miktarı

b. Üretilen program listeleri

Benzetim üretici tarafından SIMAN programlama dili için otomatik olarak üretilen program listeleri (model ve deneysel dosya) ekler bölümünde verilmektedir.

Tablo 5.3 Diğer benzetim verileri

-
- Ortalama gelişlerarası süre (gün) : 0.54 (Üstel dağılım)
 - Benzetim süresi (gün) : 300
 - Benzetim başlangıç zamanı (gün) : 0
 - Koşum sayısı : 1
 - Faaliyetlerle ilgili kaynak sayıları
 - Ürün tipi dağılımı : N (% 40), S (% 30), P (% 20), MST (% 10)
 - Parti büyüklüğü : 3 (% 50), 4 (% 20), 5 (% 30)
- Başlangıçtaki parti büyüklüğü : 1
- Sistemde aynı anda dolaşan parça sayısı : 1200
- (64 kb hafızaya sahip SIMAN programına bağlı)

Tablo 5.4 Ürün çeşidine göre rota matrisi

Faaliyetler Ürün tipi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
N	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1
S	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1
P	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1
MST	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1

Not : 1 (bir) değeri ilgili ürünün o faaliyetten geçtiğini, 0 (sıfır) ise geçmediğini gösterir.

Tablo 5.5 Ürün çeşidine göre ilgili faaliyetlere ait işlem süreleri (gün)

Faaliyetler Ürün tipi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
N	0.2	0.1	0.1	0.5								4.0		1.0	2.0	0.1
	0.1	0.05	0.02	0.1	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	0.2	0.15	0.03
S	0.4	0.6	0.16	0.05		0.4	2.5	4.0	0.2			12.0		3.0	6.0	0.4
	0.1	0.2	0.05	0.01	-	0.1	0.4	1.0	0.05	-	-	2.5	-	0.5	1.5	0.2
P	1.8	1.0	0.22	0.05		1.8	4.0	6.9	0.2			18.0		4.0	10.0	1.0
	0.3	0.4	0.05	0.01	-	0.3	0.8	1.5	0.05	-	-	3.5	-	0.8	0.4	0.2
MST	2.0	1.0	0.15	0.05	2.0		3.5	3.2	0.6	3.0	0.5		66.0	3.5		0.6
	0.5	0.1	0.05	0.01	0.3	-	0.25	1.1	0.15	1.0	0.1	-	4.0	0.6	-	0.1

Not : İşlem süreleri normal dağılım parametrelerini göstermektedir - Normal (ortalama, standard sapma)

c. Üretilen modelin doğrulanması ve geçerliliğinin ispatlanması

Modelin geçerliliği ve doğruluğunun ispatlanması aşağıda belirtildiği gibi iki ayrı unsur olarak ele alınmak zorundadır.

c.1. Üretilen modelin doğruluğunun ispatlanması

Benzetim üreticinin ürettiği modellerin doğruluğu Bölüm 5'te ispatlanmıştı. Ama yine de üretilen modelin doğruluğu gözden geçirilebilir. Bu amaçla SIMAN benzetim dilinde mevcut olan TRACE komutu (Bakınız : Ekler D.2) ile aşama aşama (her bir zaman noktası için) incelenmiştir.

c.2. Üretilen modelin geçerliliğinin ispatlanması

Bir benzetim çalışmasında modelin girdi ve çıktı değerleri arasında aşağıda belirtildiği gibi üç tip ilişki mevcuttur (**Birta ve Özmızrak, 1996**) :

A. Formel Özellikler :

1. Benzetim süresi : İstatiksel ölçümlerin güvenilirliğini temin etmek için dikkatli seçilmelidir. Bu çalışmada 300 gün seçilmiştir. Tüm mamul grupları ile ilgili yeterli bilgiyi toparlayabilmek amacı ile bu değer düşünülmüştür. Özellikle mekanik sıkmalı takımlarda imalat süresinin uzun olması nedeni ile bu mamul grubuna ait yeterli istatistiksel bilgiyi toplamak amacı ile benzetim süresi 300 gün seçilmiştir.

2. En az bir kaynakta siparişlere ait cevap süresi servis süresinden büyük ya da eşittir. Yani sistemde en az bir bekleme noktası vardır.

3. Benzetim deneyinde tamamlanacak sipariş sayısı 1500' den büyük olmalıdır.

Bu değer, özellikle mekanik sıkmalı takımlarda yeterli istatistiksel bilgiyi elde etmek amacı ile belirlenmektedir.

4. Herhangi bir zamanda sistemde dolaşan sipariş sayısı 1200 değerinden büyük olmamalıdır (benzetim dili özelliğinden dolayı).

5. Bu deneyde kullanılan tüm değişkenlerin aldıkları değerler ya 0 ya da 0' dan büyük olmalıdır.

6. Benzetim deneyinde üretilen sipariş sayısı, tamamlanan sipariş sayısına eşit veya büyük olmalıdır.

B. Kalitatif özellikler :

1. Gelişlerarası süre ortalaması artarsa kaynak verimliliği artar ama kuyukları artırır. Benzetim süresi de kısılır.

2. Herhangi bir sipariş formundaki sipariş sayısı artarsa kuyuklar artar, verimlilik artar ve ortalama konstrüksiyon çizim süresi artar.

3. Yarı özel (S) ve özel takımların sayısı artıka konstrüksiyon kuyuk sayısı artar, verimlilik artar ve ortalama konstrüksiyon çizim süresi artar.

4. Mekanik sıkmalı takım (krupp-widia) siparişlerinin olmaması durumunda benzetim süresi azalır, ortalama çevrim zamanı azalır, ortalama konstrüksiyon süresi azalır, krupp imalat kaynak verimliliği ve kuyuk sayısı 0' a eşit olur.

C. Gözlemsel Özellikler :

Belli bir süre boyunca gerçek sistem incelenmiş (12 ay - firma içi raporlardan) ve ürün çevrim zamanının 65.2 gün ortalama ve 4.35 gün standard sapmaya sahip bir yığın olduğu görülmüştür.

Benzetim modelinin mevcut sistem için çalıştırılması sonucu ortaya çıkan değer ise 64.8 gün ortalama ve 4.24 gün standard sapmalı (başlangıç bölgesi verileri çıkarılmıştır) bir örnek grubudur. t dağılımı kullanarak benzetim modeli sonucunda elde edilen verilerin firma içerisindeki 12 ay boyunca elde edilen veriler kümesinden alındığını ve ortalamalar arasında anlamlı bir fark olmadığı görülebilir. t dağılımını test etmek amacı ile GraphPad adı verilen istatistiksel bir yazılım kullanılmıştır Bu yazılımdan elde edilen çıktılar ekler bölümünde (EK C.) verilmektedir. Bu t

testinde çift kuyruklu dağılım kullanılarak % 95 güven aralığı için benzetim modelinden alınan değerler (ortalama, standard sapma ve gözlem sayısı) ile gerçek sistemden elde edilen değerler karşılaştırılmış ve aralarında anlamlı bir fark olmadığı ortaya çıkmıştır. Bu testte ayrıca F testi kullanılarak varyanslar karşılaştırılmış ve aralarında önemli bir farklılık olmadığı ortaya çıkmıştır.

c.3. Benzetim sonuçlarının SIMAN çıktı işlemcisi ile analizi

FILTER komutu (EK D.3) ile geçici meyil bölgesindeki verilerin çıkarılması ve geri kalan verilerin değerlendirilmesi mümkün olmaktadır. Bir benzetim çalışması kurulan sistem modeli üzerinde yapılan çalışmaları içermektedir. Benzetim boyunca sistem analiz edilmektedir. Benzetim çalışması sistem boşken başlamaktadır. Sistem bir zaman diliminden sonra kararlı hale gelmekte ve daha doğru istatistiksel sonuçların alınması mümkün olmaktadır. Sistemin kararlı hale gelinceye kadar geçen süreye ısınma (Warm-up) periyodu denmektedir. Isınma periyodu içerisindeki veriler filtre edildikten sonra INTERVALS komutu ile % 95 güvenilirlikle ilgili değişkene ait güven aralığı elde edilebilmektedir.

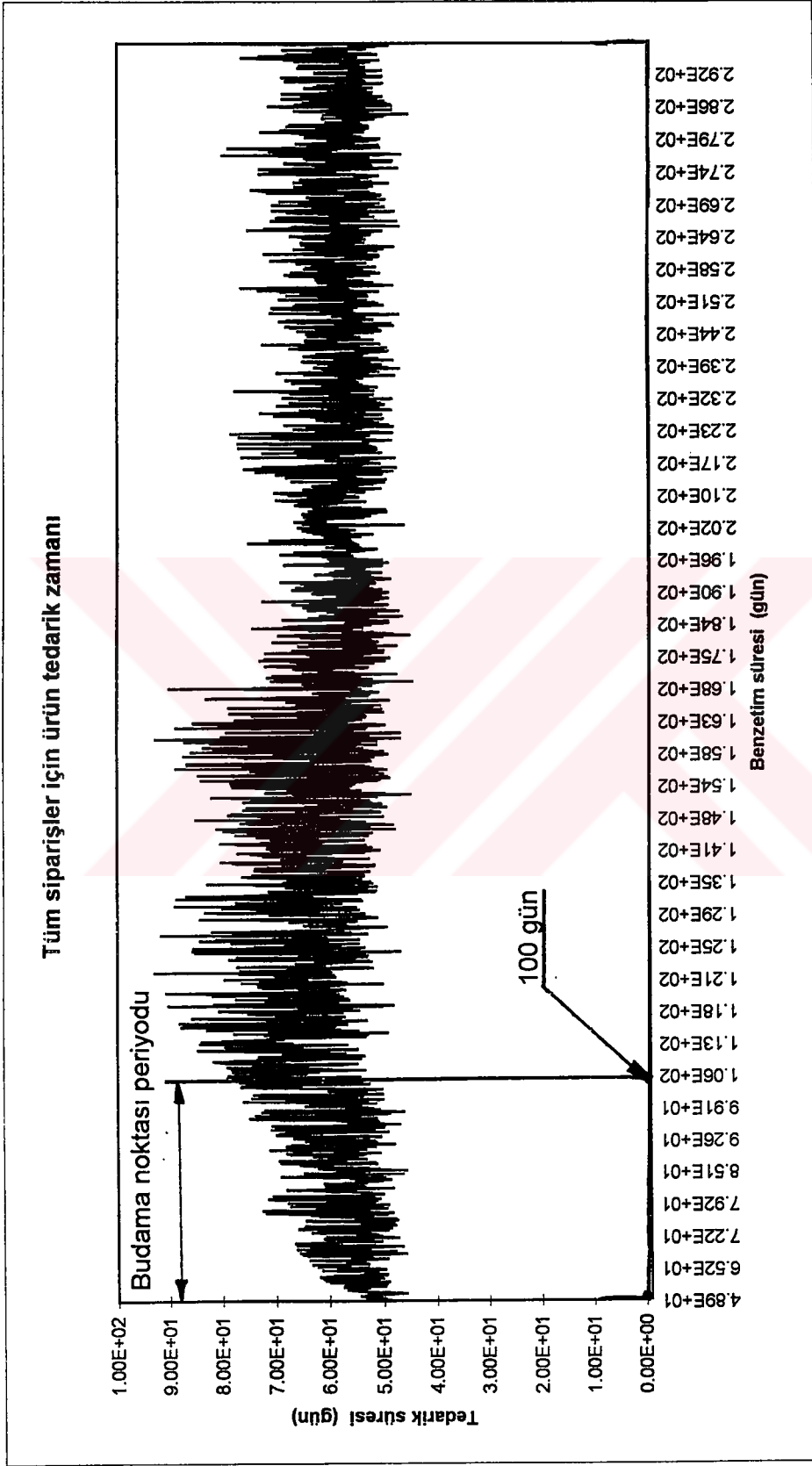
Benzetim sonuçları ile ilgili grafiklerin çizilmesinde aşağıda belirtilen aşamalardan geçilmektedir :

1. Veri ihracı : SIMAN çıktı işlemcisi vasıtası ile EXPORT komutunu kullanarak benzetim sırasında herhangi bir sistem değişkeni için kaydedilen tüm değerler ASCII dosyası olarak SIMAN çıktı işlemcisi dışına aktarılabilir.

2. EXCEL' de grafiklerin çizimi : MicroSOFT EXCEL yardımıyla ' Export ' edilen veriler ' Import ' edilerek ilgili grafikler rahatlıkla çizilebilmektedir.

c.5. Geçici meyil bölgesinin saptanması

Geçici meyil bölgesinin saptanması için siparişlere ait ürün tedarik süresi ele alınmaktadır. Bu amaçla PLOT komutu ile benzetim süresi boyunca sistemdeki sipariş tedarik süresi değişimi incelenir (Şekil 5.16). Bu grafik incelendiğinde geçici meyil bölgesinin ilk 100 gün olduğu görülebilir.



Şekil 5.16 Budama noktasının bulunması için mevcut sistemin benzetim modeli sonucundan elde edilen tüm mamullere ait tedarik zamanı dağılımının analizi

c.6. Güven aralıklarının hesaplanması

Modelden elde edilen veriler kullanılarak mevcut sistemin her bir performans kriteri için güven aralığı hesaplanabilir. Tablo 5.6 Mevcut sisteme ait % 95 güvenilirlik düzeyinde siparişlerin sistemde kalma süreleri

Değişken	Ortalama (gün)	Alt limit (gün)	Üst limit (gün)
Tüm mamuller tedarik süresi	64.8	53.3	74.8
Konstrüksiyon tedarik süresi	0.91	0.28	2.32
Mekanik sıkmalılar tedarik süresi			
- imalat	2.01	1.20	2.72
- konstrüksiyon	69.3	51	82.9

Ayrıca, FILTER ve INTERVALS komutlarının kullanılması ile ilgili bilgiler ekler kısmında (EK D.3) verilmektedir.

2. BDT destekli sistemin analizi

AHP tarafından hesaplanan ve sıralanan her bir alternatif, Tablo 5.2’ de verilmişti. Benzetim üreticinin her bir alternatif için ihtiyaç duyduğu veriler “ kıyaslama “ tekniği sayesinde elde edildi. Söz konusu veriler, Tablo 5.7’ de gösterilmektedir.

3. BDT/BDİ destekli sistemin analizi

BDT sistemlerinin analizine benzer olarak AHP sonucunda elde edilen en iyi alternatif bir senaryo olarak benzetim üretici içinde incelenir. Kullanıcı “kıyaslama” tekniği ve ilgili sisteme ait örnek çalışmalar sayesinde elde edilen bilgileri sisteme girer ve de benzetim üretici çalışır. Söz konusu veriler, Tablo 5.8’ de gösterilmektedir.

Tablo 5.7 BDT benzetim çalışması için veriler

Mevcut sistem		BDT destekli sistem		
Faaliyetler	İşlem süresi (gün)	İşlem zamanı (gün)		
		[1]	[2]	[3]
	S/P	S/P	S/P	S/P
Mekanik sıkımalı tutucular (MST)	N (2, 0.3)	N (0.85, 0.2)	N (0.7, 0.2)	N (0.6, 0.1)
Genel	N (0.4, 0.1) N (1.8, 0.3)	N (0.25, 0.08) N (1.0, 0.2)	N (0.3, 0.1) N (0.9, 0.2)	N (0.2, 0.05) N (1.0, 0.1)

Tablo 5.8 BDT/BDİ benzetim çalışması için veriler

Mevcut sistem		BDT/BDİ destekli sistem		
Faaliyetler	İşlem süresi (gün)	İşlem süresi (gün)		
		[6]	[5]	[4]
	S /P	S/P	S/P	S/P
MST - SK kod üretimi	N (3, 1.0)	N (0.45, 0.1)	N (0.4, 0.15)	N (0.3, 0.1)
MST - SK kod aktarımı	N (0.5, 0.1)	N (0.05, 0.01)	N (0.07, 0.02)	N (0.03, 0.01)
MST -- SK imalat zamanı	N (66.0, 4.0)	N (48.0, 3.5)	N (52.5, 2.5)	N (45.0, 3.0)

Not : İşlem zamanlarının normal dağılıma uyduğu varsayılmıştır.
Mekanik sıkımalı tutucuların (MST), özel ve yarı özel ürün tipleri birlikte değerlendirilmiştir

4. BDT/BDİ ve BDÜY (INTEPS) destekli sistemin analizi

Bu kısımda kurulan BDT/BDİ sistemi ile BDÜY sisteminin entegrasyonu neticesinde etkilenecek olan faaliyetler belirlenir. Daha sonra da bu faaliyetlerle ilgili olarak gerekli bilgiler örnek çalışmalardan ve kıyaslama tekniği yardımı ile elde edilir. Bu bilgiler kullanıcı tarafından sisteme girilir ve benzetim üretici çalıştırılır.

Tablo 5.9' da bu çalışma ile ilgili veriler verilmektedir.

Tablo 5.9 BDT/BDİ ve BDÜY entegrasyon sistemi için kullanılan veriler

Faaliyetler ve ürün tipleri bazında süreler (gün)	Mevcut sistem	BDT/BDİ ve BDÜY entegrasyonu
Teklif verme ve değerlendirme		
S - Normal dağılım	0.4, 0.1	0.15, 0.1
P - Normal dağılım	1.8, 0.3	0.75, 0.2
İş hazırlama ve planlama		
(Süreç planlama)	0.2, 0.05	0.1, 0.02
S - Normal dağılım	0.2, 0.05	0.1, 0.02
P - Normal dağılım		
İş emri kayıt alma		
S - Normal dağılım	0.05, 0.01	0.03, 0.01
P - Normal dağılım	0.05, 0.01	0.03, 0.01
MST - Normal dağılım	0.05, 0.01	0.03, 0.01

Adım 7. Benzetim modeli sonuçları

Tablo 5.10 BDT ve BDİ sistemlerinin gerçekleştirilmesine yönelik olarak farklı alternatiflerin kıyaslanmasını göstermektedir. Kıyaslama kriteri olarakta tüm ürünler için ortalama zaman değeri dikkate alınmaktadır (‘‘ ısınma periyodu ‘‘ verileri elimine edilmiştir).

Tablo 5.10’ den görüldüğü üzere BDT sistemi için en uygun alternative [3] ve BDİ sistemi için de [5] bulunmuştur.

Tablo 5.11 BDT/BDİ ve BDÜY entegrasyon sistemlerine ait benzetim deneyi sonuçları verilmektedir.

5.5.3 Sonuçlar ve yorumlar

Bu uygulama kapsamında, ilk önce mevcut sistem ürün çevrimi geliştirilen benzetim üretici yardımı ile SIMAN benzetim dili ile modellenmiş ve daha sonra farklı çalışmalar ilgili alternatifler gözönüne alınarak (BDT sistemi, BDİ sistemi ve INTEPS sistemlerinin mevcut sisteme eklenmesi durumunda mamul tedarik süreleri üzerindeki etkilerinin ne olacağı ile ilgili olarak) yapılmıştır. Özellikle, BDT destekli sistem sayesinde ürün tedarik zamanında % 22, BDT/BDİ sisteminin eklenmesi durumunda ise % 23’ lik bir iyileşme görülmüştür. INTEPS sistemi kullanıcılarından bazıları ile (süreç planlamacı, teklif değerlendirme elemanları vb.) bilgi alışverişinde bulunulduğunda ise sistem % 27’ luk bir iyileşme sağlanmaktadır. Bu ortalama ürün tedarik zamanının daha da düşürmek için aşağıdaki unsurların yerine getirilmesi gerekmektedir :

1. Etkin olmayan zamanların (bürolarda masa üzerindeki bekleme zamanları vb..) minimizasyonu
2. Atelyedeki bekleme zamanlarının minimizasyonu (kullanılan MİP yazılım paketlerinin ya daha fonksiyonel bir hale gelmesi ya da yenilenmesi, darboğaz tezgahlar için yatırımların yapılması vb..)

Tablo 5.10 Gerçekleştirilen sistemlere ait ortalama çevrim zamanlarının kıyaslanması (tüm değerler yuvarlatılmıştır)

Performans kriterleri	Mevcut sistem	BDT destekli sistem			BDT/BDİ destekli sistem		
		Senaryo I	Senaryo II	Senaryo III	Senaryo I	Senaryo II	Senaryo III
		[1]	[2]	[3]	[6]	[5]	[4]
Ürün çevrim zamanı - tüm ürünler (gün) -	64.8	53.4 (% 18)	54.2 (% 16)	50.4 (% 22)	52.9 (% 18)	49.8 (% 23)	53.8 (% 17)
Tasarım çevrim zamanı - genel (gün) -	0.91	0.4	0.42	0.37	0.38	0.36	0.42
Tasarım çevrim zamanı - mekanik sıkmalı tutucular (gün) -	2.01	1.25	1.15	1.2	1.3	1.22	1.4
İmalat çevrim zamanı - mekanik sıkmalı tutucular (gün) -	69.3	66.5	67.8	67.5	48.7	47.5	50.5

Not : Ürün çevrim zamanı – tüm ürünler : 7.5 haftadan (52.5 gün) az ise, ilgili alternatif yönetim tarafından istenen seçimdir.

Parantez içindeki değerler, mevcut sistemle kıyaslanan senaryolara ait *iyileştirme derecesini* göstermektedir.

Tablo 5.11 BDT/BDİ ve BDÜY entegrasyon sistemlerine ait benzetim deneyi sonuçları

Performans kriterleri	Mevcut sistem	BDT/BDİ ve BDÜY sistemi entegrasyonu
Ürün çevrim zamanı - tüm ürünler (gün) -	64.8	47.2 (% 27)
Tasarım çevrim zamanı - genel (gün) -	0.91	0.37
Tasarım çevrim zamanı - mekanik sıkmalı tutucular (gün) -	2.01	1.18
İmalat çevrim zamanı - mekanik sıkmalı tutucular (gün) -	69.3	48.8

Not : Parantez içindeki değerler, mevcut sistemle kıyaslanan senaryolara ait **iyileştirme derecesini** göstermektedir.

3. Mevcut tezgah parkının yenilenmesi veya revizyonu (SK/BSK tezgah sayılarının artırılması)

4. BDİ sisteminin sadece mekanik sıkmalı takımlar için değil daha geniş bir mamul grubuna yayılması

Yukarıda sayılan unsurlar yerine getirildiğinde ve ortak bir entegre sistem kurulduğunda çevrim süresinin 3 hafta civarına düşmesi mümkün olabilecektir.

Adım 8. Sistemi devreye alma

1. Çalışma sonuçları üst yönetime sunuldu ve nihai karar alındı
2. İşler seçilen BDT ve BDİ sistemlerine göre tekrar organize edildi
3. Personel eğitildi
4. Pilot uygulamalar yapıldı
5. Sistem tamamen devreye alındı

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bilgisayar Bütünleşik Üretim (BBİ), bugünkü rekabet ortamında dünya firmalarının dört elle sarıldığı bir üretim felsefesi olarak kendine hatırı sayılır bir yer edinmiştir. İmalatın tüm fonksiyonlarının bilgisayar destekli hale getirilmesi performansı artırmış (mamul tedarik sürelerini azaltmış, verimliliği artırmış vb.) dolayısıyla firmaların rekabet gücünü iyileştirmiştir.

Dünyadaki bu gelişmelere paralel olarak ülkemiz firmaları da BBİ felsefesini benimsemekte ve bu konuda özellikle büyük firmalarımız gerekli yatırımları yapmışlardır. Fakat ülkemiz için daha çok yeni olan bu felsefenin uygulanmasında bir çok sorunla karşılaşmaktadır. Bu problemler arasında en göze çarpan BBİ sistemlerinin geliştirilmesi konusunda uzman olan personelin az olmasıdır. Ayrıca, firmalarımızın bu tür sistemleri tanımayışları, faydalarını tam olarak kestiremeyişleri, kısa sürede yaptıkları yatırımları geri almak istemeleri, yanlış donanım ve yazılım seçmeleri vb. gibi hususlar yüzünden karşılaşılan olumsuz deneyimler diğer yatırım yapmak isteyen firmaları da kötü yönde etkilemiştir. Uzman kişilerinde az olması bu tür yatırımların ülkemizde yaygınlaşmasını daha da engellemektedir. Fakat son zamanlarda (1990 yılından sonra) ise bu konuda çalışan danışmanlık firmalarının artması oldukça umut vericidir. Artık hem yazılım ve hem de donanım açısından dünyada söz sahibi firmalar ülkemizde temsilcilik açmış ve ürünlerini Türk firmalarına tanıtmaya başlamışlardır.

Bu gelişmeler ışığında, bu tezde hem ülkemiz için yeni bir felsefe olan BBİ sistemlerinin endüstrimizde yeterince tanınması hem de bu sistemleri kurmak isteyen firmalarımıza örnek olmak amacı ile aşamalı bir BBİ geliştirme modeli ortaya konmuştur. Ayrıca, bu tür sistemlerin getirilerinin tam olarak saptanabilmesi amacı

ile Analatik Hiyerarşı Prosesi (AHP), kıyaslama (Benchmarking) ve benzetim tekniklerinin kullanıldığı bir analiz modeli önerilmiştir.

Bu çalışmada, uygulama yeri olarakta ülkemizin önde gelen kuruluşlarından biri olan Makina Takım Endüstrisi A.Ş. seçilmiştir. Bu firmada ilk önce bir BDT sistemi kurulmuş ve ardından bu sisteme entegre edilmiş bir BDİ sistemi devreye alınmıştır. Daha sonra bu sistemlerin firma içi diğer bilgi sistemleri ile olan entegrasyonu da ayrıca ele alınmıştır.

Önerilen bu yapı sayesinde, bir BBİ çalışması çalışması firmaya özgü farklı türdeki performans kriterlerinin kullanımı ile (zaman, maliyet, kalite vb.) rahatlıkla gerçekleştirilebilir.

Bu çalışmada, aynı zamanda önerilen geliştirme ve analiz modeli rahatlıkla değişik sektörlerdeki firmalar tarafından kullanılabilir. Temel çekirdek aynıdır. İlgili firma için çıkarılan ürün tedarik süreci sistemi üzerine BDx sistemleri uygulanabilir. Hatta bu sistemleri kurmadan önce firmalar elde etmek istedikleri getiriye ortaya koyup analiz modeli ile test edip yapılacak yatırımın firma ürün tedarik süreci üzerindeki etkilerini analiz edebilir ve yatırımın yapılabilirliği konusunda da bir karar verebilir.

Yakın bir gelecekte ülkemizin bir çok firmasında bu tür sistemlerin kurulabilmesinin mümkün olacağı kanaatindeyim. Ama herşeyin en önemlisi bu sistemlerin uygulanabilirliği her konuda olduğu gibi bu konuda da insana yapılan yatırımla doğru orantılıdır. Bu yüzden de özellikle üniversitelerimizin ilgili bölümlerine olduğu kadar teknisyen seviyesinde eleman yetiştiren okullara da oldukça fazla iş düşmektedir. Kişisel kanaatime göre önümüzdeki 10 yıllık dönemde bu tür sistemler dünyada olduğu kadar ülkemizde de altın devrini yaşayacaktır.

KAYNAKLAR

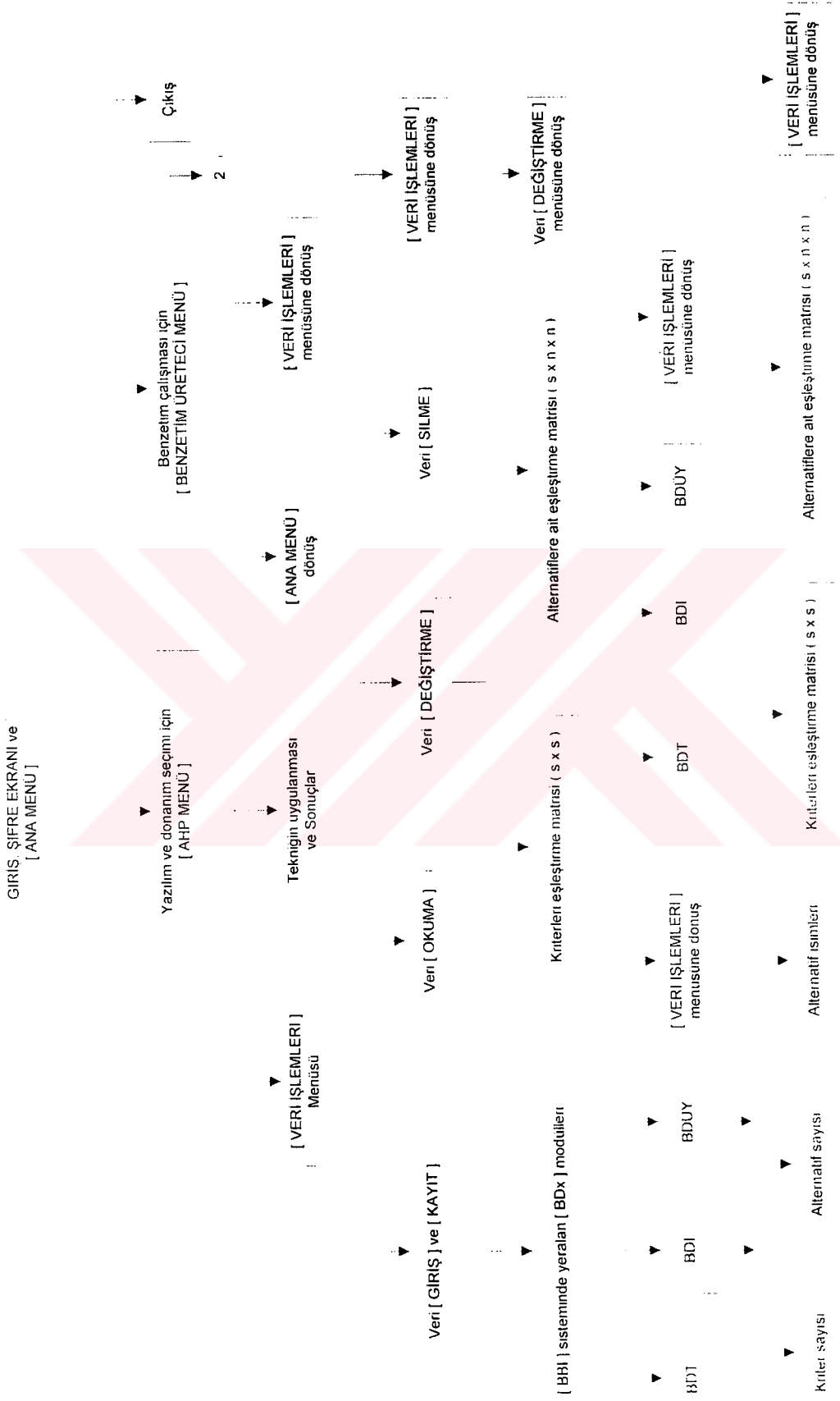
- Aytug, H. and Dogan, C. A.**, 1998, A framework and a simulation generator for kanban-controlled manufacturing systems, *Computers & Industrial Engineering*, 337-350.
- An-Chen, L., Da-Pen, C. and Lin, C.**, 1990, A CAD/CAM system from 3D coordinate measuring data, *Int. J. of Prod. Res.*, **Vol.28, No.12**, 2353-2373.
- Bengu, G. and Haddock, J.**, 1994 , An implementation of a simulation optimization system, *Int. J. In Computer Simulation*, 305-325.
- Biemans, F.P. and Vissers, C.A.**, 1991, A systems theoretic view of computer integrated manufacturing, *Int. J. Prod. Res.* ,**Vol.29, No. 5**. 947-966.
- Birta, L.G. and Özmizrak, F.N.**,1996 , A Knowledge-Based approach for the validation of simulation models : The foundation, *ACM Transaction modelling and computer simulation*, **Vol.6, No.1**, 76-98.
- Brankamp, K. Dr. - Ing.**, 1984, BRANKAMP - INTEPS Üretim Yönetim Sistemi Kitapçığı, BRANKAMP - INTEPS Software Tanıtım Katalogu
- Bray, H. Olin**, 1988, *Computer Integrated Manufacturing : The Data Management Strategy*, Digital Press.
- Cebeci, U.**, 1994, Hücresel imalatın Başlangıç Aşamaları için Uzman Sistem Yaklaşımı , *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Crawford, R.**, 1993, Integrating 3D modelling and proses planning by features : a case study, *Int. J. of Computer Integrated Manufacturing*, **Vol. 6, No.1**, 113-118.
- Daim, T.**, 1993, CAD/CAM' in Sosyo-ekonomik ve Organizasyonel Yönü, CAD Dergisi, Eylül, 38 - 40.
- Dinçmen, M.**, 1990-91, Bilgisayar Bütünleşik Üretim ve Benzetim, *Sanayide Bilgisayar Kullanımı ve Otomasyon Sempozyumu*, BÜ, İstanbul 169 - 203.
- Etzion, O. and Botzer, D.**, 1995, A heuristics optimization model of coordination strategies for CIM databases, *IEE Transactions*, 734-745.

- Fuh, J.Y.H., Chang, C.H. and Melkanoff, M.A.**, 1996, The development of an integrated and intelligent CAD/CAPP/CAFP environment using logic-based reasoning, *Computer Aided Design*, Vol.28, No.3, 217-232.
- Gao, J.X. and Huang, X.X.**, 1996, Product and Manufacturing Capability Modelling in an integrated CAD/Process Planning Environment, *Int. J. Adv. Manufacturing Technology*, 11, 43-51.
- Groover, M.P. and Zimmers, E. W.**, 1984, CAD/CAM - Computer-Aided Design and Manufacturing, Prentice-Hall
- Hatfield, D.**, 1998, All-electronic CAD/CAM brings cost, productivity benefits, *Modern Plastics*, McGraw-Hill, October, 53-67.
- Kahraman, C.**, 1996, İleri imalat teknolojilerinin ekonomik analizinde bulanık küme yaklaşımı, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Kalta, M. , and Davied, B.J.**, 1995 , An IGES Pre-processor to integrated CAD and CAPP for turned components, *Int. J. Adv. Manufacturing Technology*, 291-304.
- Kiran, A. S., Schloffer, A. and Hawkins, D.**, 1989, An integrated simulation approach to design of flexible manufacturing systems, *Simulation*, 47-52.
- Larsen, N. E.**, 1993, Methods for integration for process planning and production planning, *Int. J. of Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 6, No.4, 152-162.
- Levary, D. R. and Wan, K.**, 1999, An analytic hierarchy process based on simulation model for entry mode decision regarding foreign direct investment, *Omega*, 27, 661-677.
- Love, D. and Barton, J.**, 1996, Evaluation of design decisions through CIM and simulation, *Integrated Manufacturing System*, MCB University Press, 3-11.
- Mamalis, A.G., Ganovsky, V.S. and Guenova, V.**, 1994, System-based approach to the deveelopment of a CAPP-system for automated discrete production , *Int. J. Adv. Manufacturing Technology*, 175-179.
- Marks, P. and Riley, K.**, 1996, Aligning Technology - For the Best Business Results, Design Insight.
- Masataka, Y., Itani, K. and Katsundo, H.**, 1989, Integrated optimization of machine product design and process design, *Int. J. of Prod. Res*, Vol. 27, No.8, 1241-1256.

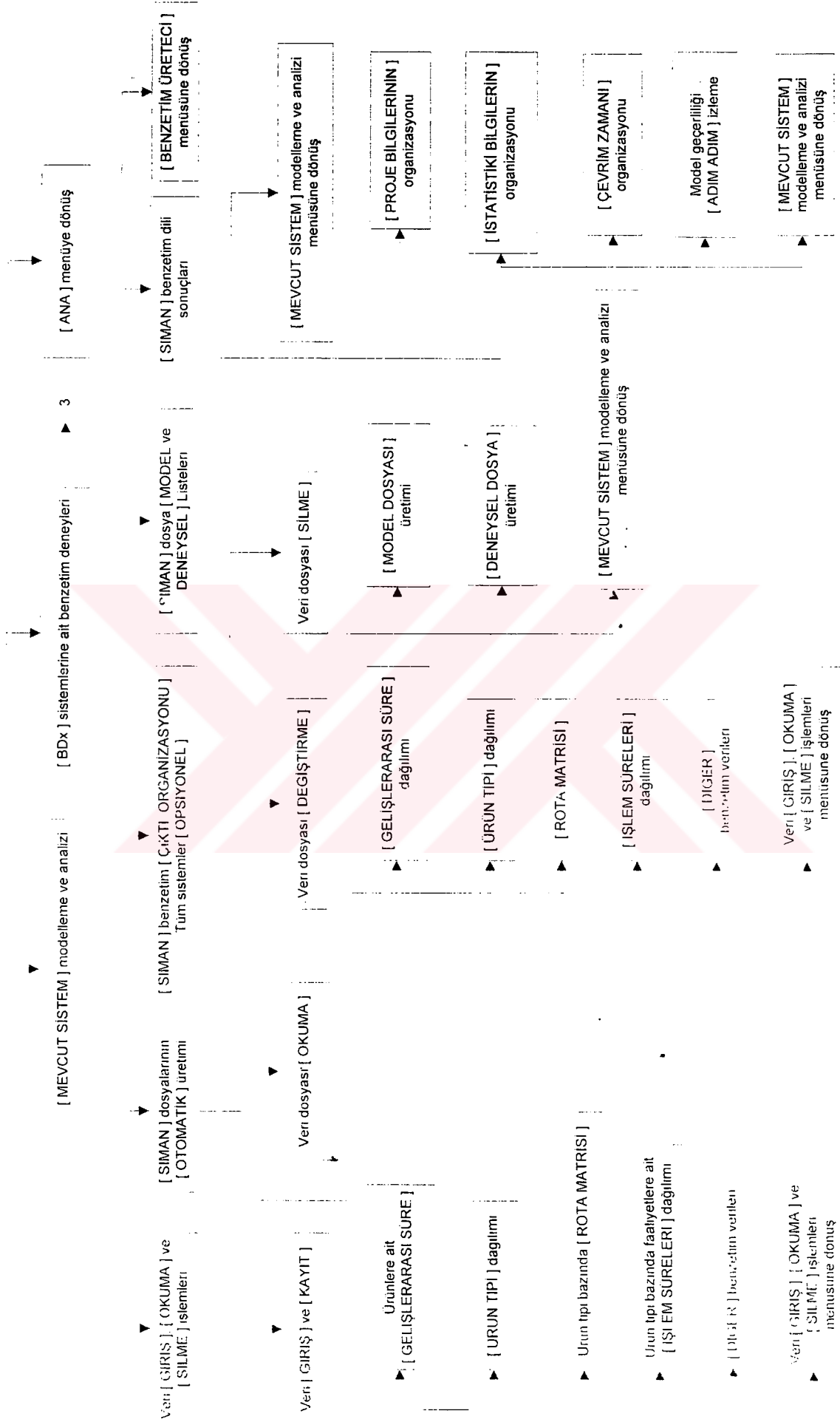
- Mellichamp, J.M. and Wahab A.F.A.**, 1987, An expert system for FMS design, *Simulation*, 201-207.
- Mitchell, F.H. Jr.**, 1991, CIM Systems - An Introduction To CIM, Prentice-Hall.
- Molloy, E., Yang, H. and Browne, J.**, 1993, Featured-based modelling in design for assembly ,*Int. J. of Computer Integrated Manufacturing* Vol. 6, No.1, 119-125.
- Mutlu, A.**, 1995, İleri Stok Kontrol Teorisi , *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- O’Keefe, R.**, 1986, Simulation and expert system - a taxonomy and some examples, *Simulation*, 10-16.
- Öğüt, T.**, 1996, Sonlu elemanlar analizi, *Sanal Gazete*.
- Pegden, D.**, 1990, *Introduction to the SIMAN*, System Development Corporation.
- Pidd, M.**, 1998, *Computer simulation in Management Science*, John Wiley and Sons, 4th ed.
- Pruett, J.M. and Vasudev, V.K.**, 1990, MOSES : Manufacturing organization simulation and evaluation system, *Simulation*, 37-43.
- Reddy, R.**, 1987, Epistemology of knowledge based simulation, *Simulation*, 162-166.
- Sakal, R.L. and Chow, J.G.**, 1994, An integrated intelligent process planning system for prismatic parts using PC-based CAD and CAM software packages , *Int. J. Adv. Manufacturing Technology*, 166-174.
- Salvendy, G.**, 1992, *Handbook of Industrial Engineering*, IEE, 2.ed.
- Schulte, R.M., Padmanabhan, S. and Devgun, M.S.**, 1992, Feature-driven, process-based approach to the integration of CAD/CAM in wireframe models, *Int. J. Prod. Res.*, Vol. 30, No.5, 1005-1028.
- Sdrc**, 1996, IDEAS Master Series 3.0-Exploring I - DEAS Design, Volume I-II , *Installation and Administration Guide / UNIX - Site Planning*, Ohio
- Shang, J.S. and Tadikamalla, P.R.**, 1993, Output maximazition of a CIM system : simulation and statistical approach, *Int. J. of Prod. Res.*, Vol. 31, No. 1, 19-41.
- Shannon, R.E., Mayer, R. and Adelsberger, H. H.**, 1985, Expert systems and simulation, *Simulation*, 275-284.
- Smith, T.**, 1993, Enformasyon teknolojisindeki yeniliklerin üretim kontrol sistemlerinde açtığı ufuklar, *5.Türkiye Bilgisayar Kongresi*, 137-141.

- Uğur, C.A.**, 1995, *Kim Korkar UNIX' ten*, Pusula PC World.
- Varney, M., Sullivan, W. and Cochran, J.**, 1985, Justification of FMSs with AHP, *Annual Int. Industrial Engineering Conference Proceedings*, **May 19-23**, 181-190.
- Yeo, S.H., Wong, Y.S. and Rahman, M.**, 1991, Integrated knowledge-based machining system for rotational parts, *Int. J. of Prod. Res.*, **Vol. 29, No.7**, 1325-1337.
- Yoshimura, M. and Takeuchi, A.**, 1993, Multiphase decision-making method of integrated computer-aided design and manufacturing for machine products, *Int. J. Prod. Res.*, **Vol. 31, No. 11.**, 2603-2621.
- Young, R.I.M. and Bell, R.**, 1993, Design by features : advantages and limitations in machine planning integration, *Int. J. of Computer Integrating Manufacturing*, **No. 1 -2**, 105 - 112.
- Young, H.T. and Tsai, D.H.**, 1994, An integrated expert operation planning system with a feature-based design model, *Int.J.Adv. Manufacturing Technology*, 305-310.
- Zhang, H.C. and Mallur, S.**, 1994, An integrated model of process planning and production scheduling, *Int.J. of Computer Integrated Manufacturing*, **Vol. 7, No.6**, 356-364.
- Zimmers, E.M.**, 1995, CAD/CAM Applications in Machining, *ASM Machining* **Vol. 4**, 627-636.
- Züst, R. and Taiber, J.**, 1990, Knowledge - based process planning system for prismatic workpieces in a CAD/CAM - environment, *Annals of the CIRP*, **Vol.39**, 493-496.

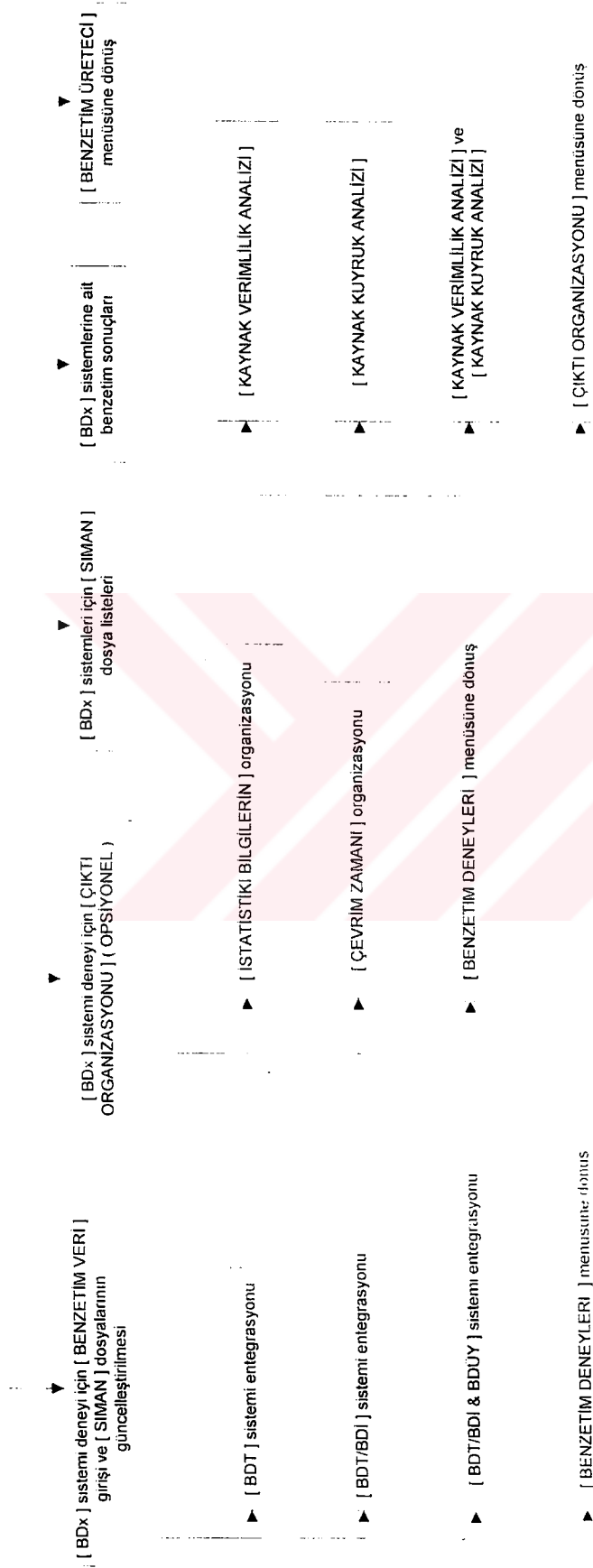
EK A. Menü akış diyagramları



Şekil A.1 AHP destekli benzetim üretici programı menü akışı



Şekil A.1 AHP destekli benzetim üretici programı menü akışı (devam)



Şekil A.1 AHP destekli benzetim üretici programı menü akışı (devam)

EK D SIMAN benzetim dili komutları (tezde kullanılan)

Aşağıda, bu tezde kullanılan SIMAN benzetim dili komutları verilmektedir :

EK D.1 Model Dosyası Komutları

1. CREATE komutu : Benzetim esnasında varlık yaratmak için kullanılan bir komuttur.

CREATE, NB : TBC, MC : Modifiers ;

NB : Her bir yığında yaratılacak varlık sayısı. Bir tam sayı veya sistem değişkeni olabilir.

TBC : Yaratılan varlıklar arası süre. Tamsayı veya herhangi bir dağılım

MC : En fazla üretilecek varlık sayısı

2. ASSIGN komutu : Değişkenlere değer atamak veya hesaplamaları yapmak için kullanılan komuttur.

ASSIGN : VAR = VALUE : Modifiers;

VAR : Sistem değişkenleri

VALUE: Herhangi bir değer veya ifade

3. DELAY Komutu : Varlıkların sistemde gecikmelerini (işlem zamanı, bekleme zamanı vb.) vermek için kullanılan komut.

DELAY : DURATION : Modifiers ;

4. TALLY Komutu : Benzeti sırasında herhangi bir sistem değişkeni ile ilgili olarak İstatiksel kayıtları yapan komut.

TALLY : N, VAR : Modifiers ;

N : İstatistik kayıt dosyası numarası

VAR : Kayıt edilecek sistem değişkeni veya bir ifade

5. COUNT Komutu : Sayaç işlemini yapan komut.

COUNT : N, INC : Modifiers ;

N : Sayaç dosyası numarası

INC : Sistem değişkeni olarakta verilebilen artım sayısı

6. QUEUE komutu : Varlıkların benzetim çalışması sırasında işlem görmek için beklediği alanı belirleyen komut.

QUEUE, IFL, QC, LBALK : Modifiers ;

IFL : Varlıkların beklediği kuyruğun dosya numarası

QC : Kuyruk kapasitesi

LBALK : Kuyruğa fazla gelen varlıkların gönderildiği kısım ismi

7. SEIZE komutu : Bir kaynağın tahsisi için kullanılan komut.

SEIZE : PR : RNAME, NR : Modifiers ;

PR : Tamsayı öncelik numarası

RNAME : Tahsis edilecek kaynağın ismi

NR : İhtiyaç duyulan kaynak sayısı

8. RELEASE : Tahsis edilen kaynağı serbest bırakan komut.

RELEASE : RNAME, NR : Modifiers ;

RNAME : Serbest bırakılacak kaynağın ismi

NR : Serbest bırakılacak kaynak sayısı

9. BRANCH komutu : Dallanma veya koşul durumlarında kullanılan komut

BRANCH, MAXTAKE :

IF, C, LABEL :

WITH, P, LABEL :

ELSE or ALWAYS, LABEL ;

MAXTAKE : Gelen varlığın kopyalarının rotalanacağı dallanmaların maksimum sayısı.

P : Belli bir olasılıkta dallanma değeri

C : Mantıksal operatörleride içeren bir koşul

LABEL : Varlığın bir kopyasının gönderildiği blok etiketi

EK D.2 Deneysel Dosya Komutları

1. PROJECT komutu : Proje ismi, analizci ismi, tarih gibi çalışmayı tanımlayan komuttur.

PROJECT, TITLE, ANALYST, MON/DAY/YEAR ;

TITLE : Proje ismi (maks. 20 karakter)

ANALYST : Analizci ismi (maks. 20 karakter)

MON/DAY/YEAR : Ay/gün/yıl

2. DISCRETE komutu : Benzetim çalışması ile ilgili olarak maks. kuyruk sayısı, kaynak sayısı, sistemde aynı anda dolaşan maks. varlık sayısı gibi değerlerin belirtildiği bir komuttur.

DISCRETE, MENT, MATB, NFIL, NSTA ;

MENT : Sistemde varolabilecek maksimum varlık sayısı

MATB : Özalanların sayısı

NFIL : Dosya sayısı

NSTA : İstasyon sayısı

3. TALLIES komutu : TALLY komutu ile kaydedilen değerlerin istatistiksel sonuçların belirtilmesine yarayan komuttur.

TALLIES : N, ID, NUNIT : Repeats ;

N : Tally numarası

ID : Benzetim sonucunda çıktı dosyasını belirleyen tanım

NUNIT : Çıktı dosya numarası

4. COUNTERS komutu : COUNT komutu ile sayılan herhangi bir sistem değişkeninin çıktı dosyalarında belirtilmesine yarar.

COUNTERS : N, ID, LIMIT : Modifiers ;

N : Sayaç numarası

ID : Sayaca ait tanım

LIMIT : Sayaç sınırı

5. RESOURCES komutu : Kaynaklarla ilgili bilgilerin belirtildiği komut.

RESOURCES : N, RNAME, NCAP : Repeats ;

N : Kaynak numarası

RNAME : Kaynak ismi

NCAP : Kaynağın kapasitesi veya sayısı

6. Parameters komutu : Benzetim çalışması içinde kullanılacak tüm parametrelerin belirtildiği komut.

PARAMETERS : N, P,...P : Repeats ;

N : Parametre numarası

P : Parametre değeri

7. REPLICATE komutu : Benzetim çalışmasının koşma şartları ile ilgili bilgilerin belirtildiği komut.

REPLICATE, NRUNS, TBEG, DTRUN, ISYS, ISTAT ;

NRUN : Benzetim koşumu sayısı

TBEG : İlk koşumun başlangıç zamanı

DTRUN : Her bir koşumun uzunluğu (benzetim süresi)

ISYS : Koşumlar arasında sistemi başa alma istemi (Evet/Hayır)

ISTAT : Koşumlar arasında önceki gözlemleri gözardı etme (Evet/Hayır)

8. DSTAT komutu : Benzetim sonuçlarında sistemle ilgili istatistiki bilgilerin belirtildiği komut.

DSTAT : N, DVAR, ID, NUNIT ; repeats ;

N : DSTAT numarası

DVAR: İncelenecek sistem değişkeni

ID : Tanım

NUNIT : Çıktı kayıt dosyası

9. TRACE komutu : Benzetim çalışmasının istenilen bir kısmında (vaya baştan sona) yapılan tüm işlemleri adım adım göstermeye yarayan komuttur.

TRACE, DTBT, DTFT, TC,VAR, ,VAR ;

DTBT : TRACE komutunun devreye gireceği benzetim zamanı

DTFT : TRACE komutunun devreden çıkacağı benzetim zamanı

TC : İzleme koşulu

VAR : Komutun kullanılması esnasında gösterilecek SIMAN değişken veya özalan ismi

EK D.3 Çıktı Komutları

1. PLOT Komutu : Benzetim sonuçlarının polt olarak gösterilmesine yarayan komuttur.

**PLOT, TITLE, INDLABEL, DEPLABEL, TBEG, TEND, CLOW, CHIGH,
DTPLOT: NUI, PLTLABEL, COL : Repeats ;**

TITLE : Plot ismi

INDLABEL : Yatay eksen adı

DEPLABEL : Düşey eksen adı

TBEG : PLOT' un başlangıç zamanı

TEND : PLOT' un bitiş zamanı

CLOW : En düşük düşey eksen değeri

CHIGH : En yüksek düşey eksen değeri

DTPLOT : PLOT üzerindeki her bir veri noktası arasındaki mesafe

NUI : Bağlı değişkenin kaydedildiği (benzetim sırasında) veri dosya numarası

PLTLABEL : Her bir plot için indekslenen etiket

COL : Plot rengi veya çizgi tipi

2. FILTER Komutu : Isınma bölgesi (warm-up peryot) verilerini elimine eden ve diğer geri kalan verileri ayrı bir dosyaya kaydeden komuttur.

FILTER, NUI, TITLE, TTYPE/TRUNC, BTYPE/BATCH, NUO;

NUI : Filtrelenecek gözlemlerin bulunduğu giriş veri dosyası numarası

TTYPE : Filtreleme işlemi zamanamı (T) yoksa gözlemlere mi (O) dayalı olduğunu belirtir

TRUNC : Filtreleme işleminin başlayacağı gözlem sayısı veya zamanı

BTYPER : Kullanılacak yığınlama tipi (T veya O)

BATCH : Her bir yığında gruplanacak gözlem sayısı veya yığın zaman uzunluğu

NUO : Çıktı dosya numarası (filtrelenen verilerin kaydedildiği)

3. INTERVALS Komutu : Filtre komutu ile ısınma periyodu verileri elimine edilmiş gözlem verilerine ait güven aralıklarının bulunması

INTERVALS, TITLE : NUI, LABEL : Repeats ;

TITLE : Intervals tablosunun ismi

NUI : Giriş veri dosyası

LABEL : Çıkış değişkeni adı

4. MOVEAVERAGES (Hareketli ortalamalar yöntemi) Komutu : Bu komut ile çok fazla sayıda gözlem içeren bir veri dosyasının oluşturduğu grafiğin basitleştirilmesi ve veri davranışının niteliğini bozmadan rahatça grafik olarak görülebilmesini sağlar.

MOVEAVERAGES, NUI, TITLE, TYPE/VALUE, INDLABEL, DEPLABEL, NUO, DTPLOT ;

NUI : Giriş veri dosyası

TITLE : Hareketli ortalamalar grafiği adı

TYPE : Tahmin tipi (Kümülatif / Hareketli ortalama / Üstel düzgünleştirme)

VALUE : Tahmin tipine bağlı olarak gerekli değerin girilmesi

INDLABEL : Bağımsız yatay eksenin adı

DEPLABEL : Bağımlı düşey eksenin adı

NUO : Tahmin edilen değerlerin yazılacağı ve grafiğinin çizileceği dosya numarası

DTPLOT : Grafik üzerindeki noktaların arasındaki artım zamanı

5. EXPORT Komutu : SIMAN çıktı işlemcisi içerisindeki veri dosyalarının dış ortama ASCII dosya olarak aktarılmasını sağlayan komuttur.

EXPORT : NUI, NUO : Repeats ;

NUI : Formatlanmamış SIMAN çıktı veri dosyası

NUO : ASCII olarak formatlanmış veri dosyası (dış ortamda kullanılabilir
formatta).



EK E. İstatiksel sonuçlar

Tablo E.1 Mevcut sistemin benzetim sonuçlarının t dağılımı yardımı ile değerlendirilmesi ve bu amaçla GraphPad istatistiksel yazılımının kullanılması

	X Labels	A
	Parameter	Value
	X	Y
1	Table Analyzed	Data Table-2 Columns A and B
2		
3	Unpaired t test	
4	P value	0.2035
5	P value summary	ns
6	Are means signif. different? (P < 0.05)	No
7	One- or two-tailed P value?	Two-tailed
8	t, df	t=1.272 df=2298
9		
10	How big is the difference?	
11	Mean $\pm$ SEM of column A	65.20 $\pm$ 0.3076 N=200
12	Mean $\pm$ SEM of column B	64.80 $\pm$ 0.09252 N=2100
13	Difference between means	0.4000 $\pm$ 0.3145
14	95% confidence interval	-1.016 to 0.2164
15	R squared	0.0007035
16		
17	F test to compare variances	
18	F,DFn, Dfd	1.053, 199, 2099
19	P value	0.3014
20	P value summary	ns
21	Are variances significantly different?	No

ÖZGEÇMİŞ

Zeki AYAĞ, 1967 yılında Üsküdar'da doğdu. İlk ve orta tahsilini Kartal' da tamamladı. Lise eğitimini Kartal Teknik Lisesi' nin Makina Teknisyenliği Bölümü' nde tamamladı. 1984 yılında, İ.T.Ü. İşletme Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü' nü kazandı. 1989 yılında mezun oldu ve aynı yıl hem yüksek lisans çalışmalarına hem de aynı fakültede araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı. 1991 yılında çok iyi derece ile yüksek lisans çalışmasını tamamladı. 1991 yılında doktora çalışmalarına başladı. 1993 yılında ise araştırma görevliliğinden ayrılarak özel sektöre geçti. PİMAŞ A.Ş.' de kalite güvence mühendisi olarak iki yıl çalıştı. Daha sonra Transtürk Holding A.Ş' ye bağlı olan Makina Takım Endüstrisi A.Ş. (MTE A.Ş.) şirketinde konstrüksiyon büro şefi olarak çalışmaya başladı. Firma içerisinde kesici takım tasarım ve üretim faaliyetlerini içine alan BDT/BDİ sistemlerinin kurulması ve geliştirilmesi konusunda çalıştı. Ayrıca, TSE makina hazırlık grubunda kesici takımlarla ilgili standartların hazırlanmasında raportör olarak görev aldı. Daha sonra yurtdışı iş tecrübesine sahip olmak amacı ile 1998 yılında Kanada' ya gitti. İlk önce enjeksiyon kalıbı imalatçılarının kullandığı sıcak yollukların ve ısı kontrol sistemlerinin üretiminde dünyada sözsahibi olan MOLD-MASTERS LTD. firmasında uluslararası mühendislik bölümünde tasarımcı olarak daha sonra da yine dünya otomotiv orijinal tedarik parça üretim devlerinden olan Magna International Inc.'de tasarım mühendisi olarak çalıştı. 2002 yılında Türkiye'ye döndü. Halen Pimsa Poliüretan A.Ş.' de ürün geliştirme ve proje mühendisliğinden sorumlu yönetici olarak çalışmaktadır. Yurt içinde çeşitli sempozyum ve kongrelerde sunduğu benzetim, uzman sistemler, kalite sistemleri ve BBİ üzerine makaleleri mevcuttur. En son makalesi, dünyanın önde gelen hakemli yayımlarından olan International Journal of Production Reseach' de yayımlanmış ve konu ile ilgili uzmanlar üzerinde çok olumlu etki yaratmıştır. Ayrıca, Kanada Ontario eyaletinde faaliyet gösteren Profesyonel Mühendisler Birliği' ne üyedir (PEO). İngilizce ve Almanca bilmektedir.