

İMALAR BİLİŖİM SİSTEMLERİ: DİJİTAL DÖNÜŖÜMDE TEMEL ANAHTAR

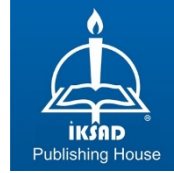
DR. ÖĞR. ÜYESİ AYTEN YILMAZ YALÇINER
PROF. DR. HARUN TAŖKIN



İMALAT BİLİŞİM SİSTEMLERİ: DİJİTAL DÖNÜŞÜMDE TEMEL ANAHTAR

DR. ÖĞR. ÜYESİ AYTEN YILMAZ YALÇINER

PROF. DR. HARUN TAŞKIN



Copyright © 2019 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced,
distributed or transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording or other electronic or
mechanical methods, without the prior written permission of the
publisher, except in the case of
brief quotations embodied in critical reviews and certain other
noncommercial uses permitted by copyright law. Institution Of
Economic Development And Social
Researches Publications®

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TURKEY TR: +90 342 606 06 75

USA: +1 631 685 0 853

E mail: iksadyayinevi@gmail.com

www.iksad.net

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics
rules.

Iksad Publications – 2019©

ISBN: 978-625-7954-02-0

Cover Design: Özlem Kaya

December / 2019

Ankara / Turkey

Size = 16 x 24 cm

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	1
BÖLÜM 1. BİLİŞİM SİSTEMLERİ ve GELİŞİMİ	3
1.1. Bilişim Sisteminin Türleri	6
1.2. Bilişim Teknolojilerinin Elemanları	11
1.3. Bilgisayar ve İletişim Teknolojilerinin Tarihsel Gelişimi	14
1.4. Rekabet Avantajı Olarak BT'nin Stratejik Kullanımı	18
1.5. Bilişim Altyapısı	21
1.6. Rekabetçi Yaklaşımda BT altyapısı	24
1.7. İşletme Bilişim İhtiyaç Analizinin Gerçekleştirilmesi	27
1.8. Bilişim Teknolojilerinde Yatırım Gerçekleştirmeye Dair Riskler	29
1.9. Bilişim Teknolojileri Yatırım Değerlendirme Süreci	31
1.9.1. BT projeleri değerlendirme-değer analizi yöntemleri	32
1.10. Bilişim Teknolojilerine Ait Öngörüler, Trendler	37
BÖLÜM 2. İMALAT SİSTEMLERİ VE İMALAT BİLİŞİM SİSTEMLERİ	41
2.1. İmalat Sistemi Nedir	41
2.2. İmalat Sanayi Gelişimi	41
2.2.1. Sanayi Devrimleri ve Endüstri 4.0'a Geçiş	42
2.3. İmalat İşletmelerinde Rekabet Aracı Olarak Bilişim Teknolojileri	45
2.3.1. İmalat bilişim sistemleri kategorileri	51
2.3.2. İmalatta bilişim teknolojileri trendleri	53
2.3.3. Bir imalat işletmesinde teknoloji kullanımına ve bilişim yatırımına karar verme	55
2.3.4. İmalat otomasyonları	57
2.4. İleri İmalat Teknolojileri-İİT	60
2.5. Bilgisayar Bütünleşik İmalat-BBİ (CIM)	62
2.5.1. BBİ'in başarısında bilişim teknolojileri	66

2.6. Bilgisayar Bütünleşik İmalat Sistemi Bileşenleri	67
2.6.1. Bilgisayar destekli tasarım (BDT-CAD).....	68
2.6.2. Bilgisayar destekli imalat (CAM/BDİ).....	69
2.6.3. Bilgisayar destekli mühendislik (BDM/CAE)	70
2.6.4. Bilgisayar destekli süreç planlama (BDSP/CAPP).....	71
2.6.5. Malzeme taşıma / stoklama eleman ve teknolojileri	71
2.6.6. Bilgisayarlı imalat kontrol elemanları (NC, CNC, PL)	72
2.6.7. Üretim sistemi yazılımları.....	73
BÖLÜM 3. İMALATTA YENİ PARADİGMALAR ve DİJİTAL DÖNÜŞÜME GEÇİŞ	74
3.1. İmalatta Yeni Paradigmalar	74
3.1.1. Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0	76
3.1.2. Network (Ağ) organizasyon	80
3.1.3. Öğrenen organizasyon/fabrika/laboratuar	80
3.1.4. Sanal organizasyon/fabrika	82
3.1.5. Geleceğin fabrikası: İnsansız fabrika	82
3.1.6. Zeki fabrika	83
3.1.7. Dijital işletme.....	84
3.1.8. e-İmalat	84
3.1.9. Web tabanlı bütünleşik sistemler.....	85
3.1.10. Çevik imalat	86
3.1.11. İş süreçlerinin yeniden tasarımı/değişim mühendisliği: BPR ..	86
3.1.12. Tepkisel imalat	87
3.1.13. Holonik imalat	87
3.1.14. Yeşil imalat (Green manufacturing)	87
3.1.15. Etmen sistemler	88
3.1.16. Sanal BBI-VCIM	88
3.1.17. Bulut tabanlı imalat (Cloud Based Manufacturing)	89

3.2. Türkiye'nin 2023 Üretim Süreç ve Teknolojileri Stratejileri	89
BÖLÜM 4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ	91
KAYNAKLAR.....	95

ÖNSÖZ

Her geçen gün teknolojide yaşanan büyük gelişme ve ilerlemelerle birlikte artan rekabet ortamı, işletmeleri bilgi ve iletişim teknolojilerini daha etkin kullanmak durumunda bırakmaktadır. Ürün ve üretim kalitesini artırmak, maliyetleri düşürmek, müşteriye hızlı cevap vermek, değişiklikler karşısında hızlı tepkiler göstermek, yeni pazarlara giriş yapabilmek gibi kazanımlar getirmesi amacıyla işletmeler bilişim teknolojilerine büyük yatırımlar gerçekleştirmektedir.

Yaygınlaşan bilişim sistemleri ve teknolojileri tüm sektörler ve işletmeler için (hatta günümüzde artık bireyler için) her seviyede etkili bir planlama, karar alma, raporlama, denetleme, yürütme ve diğer tüm organizasyonel süreçler için stratejik bir araçtır. Sanayide yaşanan baş döndürücü gelişmeler, baştan uca bir işletmenin dijitalleşmesi ve nihayetinde Endüstri 4.0 kavramının gelişimi, güçlü bir kurumsal yapı için bilişim teknolojilerini kritik bir üretim faktörü haline getirmiştir. Dijital dönüşüm kapsamında varlıklarını devam ettirmek isteyen, pazar paylarını artırmayı hedefleyen işletmelerin kendileri için uygun seviyedeki ve tipteki bilişim teknolojileri mimarisini oluşturmaları, bu sisteme kendilerini ve tüm paydaşlarını entegre etmiş olmaları bir zorunluluk haline gelmiştir.

İmalat sektörünün mevcut durumu ve rekabetteki üstünlüğü ülkelerin teknolojik açıdan gelişmişlik ve refah seviyesi göstergeleri arasında önemli bir unsurdur. Sektördeki firmaların sınai kapasiteleri ve bu alanda yaşanan gelişmeler, ulusal ve uluslararası rekabet, yenilikçilik ve girişimcilik açısından önemli bir değerlendirme

kriteridir. Bu sebeple bu kitapta özellikle imalat işletmelerine odaklanılarak bölümler oluşturulmuştur.

Kitapta, dijitalleşme çağında yaşanan gelişmelerin en etkili ve belki de ezici şekilde hissedildiği imalat sektöründeki işletmelerin dönüşüme ayak uydurabilmeleri ve rekabet avantajı yakalayabilmeleri için titizlikle üzerinde durmaları gereken temel teknoloji faktörünün üzerinde durulmuştur. Dijitalleşme yolunda ilk adım olan etkili bir bilişim altyapısının temel gereklilikleri ve önemi, kapsamlı bir imalat bilişim sistemleri çerçevesinde ele alınmıştır. Birinci bölümde temel bilişim teknolojileri, bileşenleri ve bilişim teknolojilerinin gelişimi konuları ele alınmıştır. İmalat sisteminin, imalat bilişim sistemlerinin ve Bilgisayar Bütünleşik İmalat (BBİ) bileşenlerinin ele alındığı ikinci bölüm ve imalat sistemlerinde yeni paradigmalardan ve dijital imalata geçişin anlatıldığı üçüncü bölüm ve genel bir değerlendirmenin yapıldığı dördüncü bölüm kitabı oluşturmaktadır.

İmalat sanayi için dijital dönüşüm kapsamında, Endüstri4.0'a zemin oluşturan bilişim teknolojilerinin stratejik öneminden, etkisinden ve kullanım alanlarından bahsedilen bu kitap, Dijital Dönüşüm, Endüstri 4.0 ve yeni nesil ileri teknolojilerin detaylandırılacağı, üzerinde çalışılan bir sonraki kitap için genel bir giriş niteliği taşımaktadır.

Alanda çalışan tüm ilgililere beklenen katkının sağlanması temennisiyle,

Dr. Öğr. Üyesi Ayten YILMAZ YALÇINER

Prof. Dr. Harun TAŞKIN

2019, Sakarya

BÖLÜM 1. BİLİŞİM SİSTEMLERİ ve GELİŞİMİ

İçinde yaşadığımız Bilgi Çağında doğru, güncel ve zamanında erişilebilen bilgiler karar alma süreçlerinde büyük önem taşımaktadır. Bilginin toplanmasında, işlenmesinde, depolanmasında, ağlar aracılığıyla bir yerden bir yere iletilmesinde ve kullanıcıların hizmetine sunulmasında yararlanılan iletişim ve bilgisayar teknolojilerini de kapsayan bütün teknolojiler bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) olarak adlandırılmaktadır (DPT, 2001).

Bilişim terimi bilginin kodlanması, aktarılması, özetlenmesi, ilişkilendirilmesi, raporlanması gibi tüm işlemleri kapsar ve anlam bakımından oldukça geniş bir kavramdır (Topkarcı, 2005). Bazı kaynaklarda enformasyon olarak da geçen bilgi-bilişim sözcüğü, bilgi teknolojileri ve iletişim teknolojileri kavramlarının birleşmesinden türetilmiş bir sözcük olarak kullanılmaktadır. Basit olarak bilgilerin toplanmasını, saklanmasını ve değerlendirilmesini sağlayan bilgisayarlar, donanımlar ve yazılımlar bilgi teknolojilerini; her türlü bilginin ortak olarak paylaşılmasını sağlayan teknolojiler ise iletişim teknolojilerini oluşturmaktadır (Bulu ve diğerleri, 2004).

Bilişim Sistemi (BS), organizasyonun tüm fonksiyonlarını yerine getirmeyi ve operasyonları desteklemeyi amaçlayan bütünlük bir bileşenler topluluğu olarak tanımlanmaktadır (Över, 2006). Bilişim sistemleri kavramıyla bilginin erişilmesi, toplanması, saklanması, işlenmesi, anlamlı hale getirilmesi, taşınması ve dağıtılmasını sağlayan teknolojiler ile sistem üzerindeki bilgilerin tümü kastedilmektedir (Güleş, 2000; Bengshir, 1996).

James (1998)'e göre bilişim sistemleri tepe yönetiminin karar vermesine destek olmak için çeşitli vasıtalarla elde edilmiş olan verinin gerekli bilgi haline dönüştürülmesine hizmet eden bilgisayar bütünleşik sistemler olarak tanımlanmaktadır.

Bilgisayar donanımı, yazılımı ve hizmet birimlerini kapsayan Bilgi Teknolojileri ile, elektronik, haberleşme ve donanımı kapsayan İletişim Teknolojileri, bütün olarak Bilişim Teknolojileri olarak ifade edilir.

Bilişim teknolojileri sadece yazılım, donanım, ağ altyapısı ile sınırlandırılmamalıdır. Bu anlamda bilişim teknolojileri tek bir uygulamayı, belli bir donanımı ya da yazılımı değil; bu unsurlar her ikisini de birbiri ile uyumlu bir şekilde ve ihtiyaçlara göre birleştirerek etkin iş görmeye olanak tanıyan bir oluşumu kapsamaktadır (Yahyagil, 2001). Bilişim Teknolojileri (BT) üst kademe yöneticilerine plan yapmalarında, ürün ve hizmetlerin çeşidi ve üretim şekli konusundaki kararlarında fırsatlar vermektedirler. Ayrıca, kimin hangi bilgiye; ne zaman, ne sıklıkta, hangi ürün ya da hizmet üretimi için, hangi koşullarda sahip olacağı konusunda da bilgi sağlayarak, yöneticilerin kararlarının doğruluk derecesini yükseltmektedirler. Bu durum, firmaların rekabet avantajı elde etmelerine yardımcı olmaktadır. İşletme içi ve paydaşlarıyla oluşturulacak bilgisayar ağları, iletişim ve işbirliği engellerini ortadan kaldırarak sinerji oluşumunu ve ortaklaşa girişimciliği desteklemektedir.

BT gelişmiş ülkelere ve BRICS (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika Cumhuriyeti) ülkelerine bir dijital devrim yaşatmıştır. BİT' in bu etkisi diğer gelişmekte olan ülkelerde de hızla

yayılarak büyüme beklentilerinin ve yönetsel değişikliklerin oluşmasına neden olmaktadır. (Kaynak ve Yılmaz, 2016)

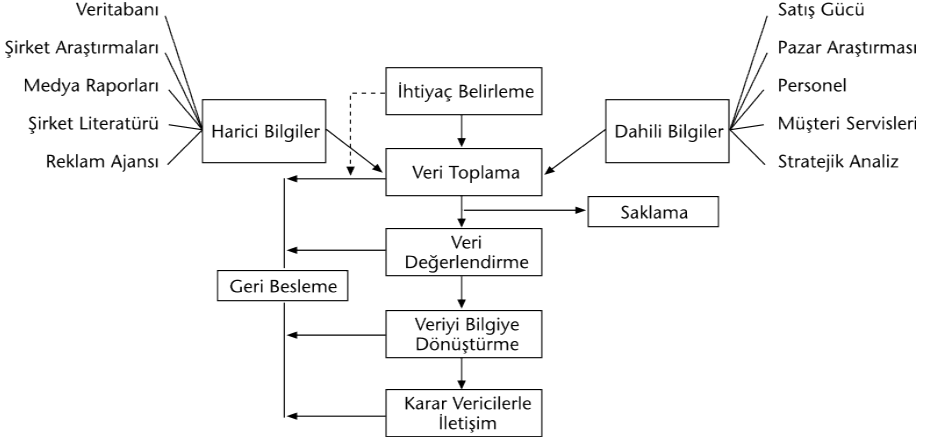
Veri-bilgi nedir? : Veri, gerçeklik üzerinde yapılan gözlemlerin sonucu ve bu anlamda bilginin üretildiği hammaddedir. Başka bir ifadeyle veri, kullanıcılar için herhangi bir anlam ifade etmeyen olgular ve şekillerdir. Bilgi ise, karar vermede faydalı olacak şekilde verinin dönüştürülmesi ve analiz edilmesiyle anlamlı hale getirilmesidir (Gökçen, 2005).

İşletmeler için bilgi: Bir işletme bilgi dahili, harici, nesnel-objektif, öznel-sübjektif ya da bu dördünün kombinasyonundan olabilir.

- 1- Dahili bilgi, organizasyonun spesifik operasyonel yanını ifade eder.
- 2- Harici bilgi, organizasyonu kuşatan çevreyi ifade eder.
- 3- Rakamlara dökerek elde edilen nesnel bilgi, bilinen, genel şeyleri ifade eder
- 4- Öznel bilgi bilinmeyen şeyleri tanımlamaya çalışır (Haag ve diğerleri, 2004).

İşletmeler bilgiyi üç farklı şekilde üretebilirler; (a) bilginin dışarıdan bir kaynaktan elde edilmesi, (b) bilginin işletme içinde üretilmesi, (c) bilginin diğer kurumlarla birlikte üretilmesidir. Genel görüş, işletmenin bilgiyi kendi üretmediği durumlarda dış kaynak kullanması, işletmeler için iyi bir bilgi üretme aracıdır (Karabağ, 2004). İşletmeler rekabet avantajı sağlamak için etkin bir bilgi sistemi kurmak zorundadırlar. Bu sistem işletmenin harici ve dahili bilgilerinin toplanması ve bunların değerlendirilmesi ve saklanması

işlemlerini içerir. Aşağıdaki şekil (Şekil 1.1) bir işletme için rekabet avantajı sağlayacak bilgi sistemini göstermektedir.



Şekil 1.1. Rekabetçi bilgi sistemi (Xu ve Kaye, 1997)

1.1. Bilişim Sisteminin Türleri

Firmalardaki, içsel ve dışsal iletişimi, karar vermeyi, iş süreçlerini ve performansı artırmak için işletmelerin her noktasında bilişim sistemlerinden destek alınmaktadır. Zamanla firmaların sıklıkla karşılaştıkları problemleri çözmek üzere uygulanan, değişik tipte birçok bilişim sistemi uygulamaları geliştirilmiştir. Birbiri ile ilintili ve ortak noktası bulunan bilişim sistemleri uygulamalarını, net bir sınıflandırmaya tabi tutmak mümkün olmamaktadır (Aydiner ve Tatoğlu, 2019)

Bilişim sistemleri farklı sınıflandırmalara tabi tutulsa da genel olarak altı grupta sınıflandırmamız mümkündür (Güleş, 2000; Laudon ve Laudon, 2006):

1- Üst/tepe yöneticisi destek sistemleri (ÜYDS)

2- Yönetim bilişim sistemleri (YBS)

3-Uzman sistemler (US)

4- Karar destek sistemleri (KDS)

5- Ofis otomasyon ve bilgi yönetim sistemleri (OOBS)

6- İş/hareket işleme sistemleri (İİS/HİS)

Üst Yönetim Destek Sistemleri (ÜYDS): Tepe yöneticilerinin kullanımında karar almalarında destek olan sistemlerdir. Organizasyonun stratejik seviyesine hizmet ederler. Muhakeme, değerlendirme öngörü gerektiren rutin olmayan kararları gösterir çünkü bir çözüme ulaşmada prosedür üzerinde bir mutabıklık yoktur. Dış kaynaklardan gelen (rakiplerden ya da yönetmeliklerden) verileri birleştirmek için tasarlanmıştır. Bu sistemler yöneticiler için en önemli olan verileri görüntüleyerek kritik olan bilgileri izler, süzer ve özetler. Zengin bir iletişim ortamı, kıyaslamalı analiz ve grafiksel sunum imkanı sağlarlar. ÜYDS, en gelişmiş grafik yazılımları kullanır ve birçok kaynaktan grafikler ve veriler sunabilir. Bilgiler genellikle bir portal aracılığıyla direk olarak yöneticinin bilgisine sunulur. ÜYDS her sistemden bilgi alır. ÜYDS şu sorulara cevap aramaya yardımcıdır: Hangi işe girmeliyiz? Rakiplerimizin durumu nedir? Yeni yatırımlar, kazançlar neler olmalıdır? Hangi birimlerde kar artışı sağlanabilir?

Yönetim Bilişim Sistemleri (YBS): Yönetim seviyesine hizmet eden bilişim sistemleridir. Yöneticilere raporlar sunmayı ve online olarak işletmenin o anlık performans kayıtlarına ve eski kayıtlarına ulaşma imkanı sunar. YBS çevre ile ilgili değildir, genelde işletme dahilindeki alanlarda yardımcı olur. Yönetim seviyesinde

planlama, kontrol ve karar alma fonksiyonlarına destek olurlar (Laudon ve Laudon, 2006). YBS işletmenin temel operasyonlarını özetler ve raporlar sunar. Ana amacı, yöneticileri karar verme süreçleri için kullanıcı dostu raporlarla desteklemektir. Görsel sunumlar, uyarılar ve ticari uygulamalarla performans ölçüm yetenekleri sunar (Aydiner ve Tatoğlu, 2019)

YBS yöneticilere haftalık, aylık, yıllık raporlar ve sonuçlar sunar. Bunlar dönemsel sonuçlardır, günlük aktivite sonuçları değildir. Firma içi bilgileri kapsar. YBS bir kontrol ve standart raporlama merkezidir. Çok esnek değildir. Genelde finansal ve mali konularda verilerle sınırlıdır (Laudon ve Laudon, 2006).

Uzman Sistemler (US): Uzman sistemler, temelde uzman bir insan düzeyinde problem çözmede, insan bilgisini yoğun biçimde kullanan programlardır. Uzman ise, belirli bir konuda çok az insanda bulunabilen düzeyde bilgi sahibi olan kişidir. Uzman Sistemler için “Ancak bir uzman insanın çözebileceği karmaşık problemlerin bilgisayar ile çözümüne olanak sağlayan sistemler” denilebilir. İyi tasarlanmış sistemler belirli problemlerin çözümünde uzman insanların düşünme işlemlerini taklit ederler. Burada Uzman Sistem tabiri kullanılmasının sebebi, sistemin bir veya daha fazla uzmanın bilgilerine sahip olarak onun veya onların yerini almaya yönelmesinden dolayıdır.

Bir uzman sistem belirli bir alanda bilgiye sahip uzman ya da uzmanların bilgilerini depolar. Uzman Sistemin çözüm getireceği alana “domain” denir. Kullanıcı belirlenen alan dışına çıkmadan

problemini Uzman Sisteme aktarır, Uzman Sistem de elindeki verileri kullanarak kullanıcıya uygun cevabı vermeye çalışır (Tatlı, 2000)

Karar Destek Sistemleri (KDS): KDS, üst ve orta düzey yönetim seviyesine hizmet eden sistemlerdir. KDS, HİS ve YBS'den aldığı içsel bilgileri kullanır ve bunları dış kaynaklardan aldığı bilgilerle (mesela rakiplerinin ürün fiyatı ile karşılaştırma gibi) bir araya getirerek değerlendirir. Geniş tabanlı bir veri sistemini yöneticinin kolay erişebileceği bir sisteme dönüştürür. Yöneticinin sorularına uygulamalı, örnekli ve hızlı şekilde cevap verir. Kıyaslamalı analiz ve modelleme araçları kullanırlar. (Laudon ve Laudon, 2006; Soyuer ve Kocamaz, 2006).

Bir KDS, kullanıcılara geçmişini analiz etme, günü yönetme ve geleceğe dair alternatifleri araştırma konusunda imkanlar vermelidir. KDS mühendislik, planlama, süreçler ve finans gibi çeşitli seviyelerdeki iş fonksiyonlarından gelen veriyi birbirine uygun hale getirip bağdaştırmalıdır (Shahrokh ve Chu,1998).

Karar destek sistemleri (KDS), yöneticilerin insani tecrübelerden oluşan bilgilere ulaşmasını sağlayarak, fikir birliğine dayalı karar verebilmelerine olanak tanır. KDS, iletişim, veri, bilgi ve model odaklı olarak organize edilen kolektif bir kavram olarak gelişmektedir. Bu tür uygulamalar dinamik ortamlarda kısmi yapılandırılmış ve yapılandırılmamış karar verme mekanizmalarını desteklemek için bilgi, model ve veri işleme araçları sağlayan birbirini etkileyen ancak kendi başına karar vermeyen sistemlerdir. Bu nedenle KDS sistemleri çoğunlukla verileri toplayan, saklayan ve analiz eden bir yapıya sahiptir (Aydın ve Tatoğlu, 2019) .

Ayrıca 1985 yılından itibaren “bilgi tabanlı karar destek sistemleri” kavramı ortaya çıkmıştır. Literatürde yer alan sistemden farkı ise analitik modelleme ile niteliksel bilgiyi bütünleştirmeyi amaçlaması ve daha geniş bir uygulama alanına hizmet etmek istemesidir (Çil, 2002).

Ofis Otomasyon ve Bilgi Yönetim Sistemleri (OOBYS):

Kişisel ve ticari kuruluş verilerini ayrı, etkili bir yolla sağlamak, değerlendirmek ve dokümanları oluşturmak için kullanılan sistemlerdir. Doküman ve sunumları gerçekleştirmek için işleme ve bilgisayar ve sunum sistemleri araçları ile bilgiyi analiz etmede hesap çizelgesi ve diğer araçları, karar uygulamada yardımcı iletişim araçları sağlarlar. Bu sistemler kişisel verileri depolayan, dokümanları oluşturan ya da değiştiren kişilere hizmet ederler. Diğer sistemlere bilgi sağlama gibi fonksiyonları da bulunmaktadır.

İş/Hareket İşleme Sistemleri (HİS): HİS, bir organizasyonun operasyonel seviyesine hizmet eden temel işletme sistemleridir. Bir hareket işleme sistemi, işletmenin idare edilmesi için gerekli olan günlük rutin hareketleri gerçekleştiren ve kaydeden bilgisayarlı bir sistemdir. Satış siparişi girişi, maaş ödemeleri, çalışan kayıtları ve nakliye gibi örnekleri verebiliriz. HİS'in 4 temel fonksiyonel kategorisi vardır. Satış/pazarlama, imalat/üretim, finans/muhasebe ve insan kaynakları. Yöneticiler HİS'e işletme içi operasyonların durumunu izlemek ve firmanın dış çevresiyle ilişkisini görmek için gereksinim duyar. HİS, diğer sistemlerin temel bilgi üretme merkezidir diyebiliriz (Laudon ve Laudon, 2006).

1.2.Bilişim Teknolojilerinin Elemanları

Bilişim teknolojileri, bir işletmenin evrensel pazarı kaplayan rekabette, hızla değişen iş çevresinde büyümeye devam etmesi ya da daha da ilerlemesi için gerekli olan iş süreçleri yeniden yapılanmasında anahtar bir rol oynamaktadır. Bilişim teknolojilerinin kullanımındaki artışların sonuçlarından biri, bilişim teknolojilerinin verimliliğini geliştirmenin bir gereksinimi olduğudur (Chen ve Zhu, 2004). Bir bilişim sistemini oluşturan elemanlar gruplandırılacak olursak temel olarak şu gruplar söylenebilir:

1- Yazılım ve Donanım Sistemleri: Bir bilgisayar sistemi, yürütülen programlarla veriyi işleyen bilgisayar ve bilgisayar kontrollü aygıtlara verilen addır. Fiziksel aygıtlara donanım, programlara ise yazılım denir (TÜBİTAK, 1996)

2- Ağ ve İletişim Sistemleri: Bilgisayar ağlarının kurulmasında etken olan şey, alt kademe işlerinin otomasyonu ve bilgi ile ilgili her türlü işlemi gerçekleştiren kişilere ihtiyacı olan verileri sağlamada yardımcı olan sistemlere yapılan yatırım artışı ve sistemlerin geliştirilmesine yönelik yapılan faaliyetler olmuştur (Bradley ve diğerleri, 1993). Bir ağı oluşturan elemanların dağıldıkları toplam alan, ağın yayıldığı coğrafik sınırları belirler. Bilgisayar ağları, yayıldıkları alana göre üç gruba ayrılır:

- Yerel Alan Ağlar (Local Area Networks - LAN)
- Şehirsal Alan Ağlar (Metropolitan Area Networks - MAN)
- Geniş Alan Ağlar (Wide Area Networks - WAN)

Bilgisayar ağları artık günümüzde havanın iletim ortamı olarak kullanıldığı kablosuz sistemlerle de kurulabilmektedir. Daha kolay

kurulum, daha az maliyet ve mobil olmaları geleneksel sistemlere karşı üstünlükleridir (Wiley, 2000).

3- Güvenlik ve Yedekleme Sistemleri: İnternet ortamında çalışan işletmelerde korsanlara ve diğer olabilecek saldırılar düşünülerek bir güvenlik yapısı oluşturulmalıdır. Kurulan yapılar ise sürekli güncel tutulmalı ve hatta sadece güvenlik konusuna tahsis edilmiş bir personel bulundurulmalıdır. Yedekleme işlemi de, aynı şekilde işletim sistemi üzerinde yedekleme uygulamaları kullanılarak, ya da o işletim sistemini üzerinde çalışan yedekleme programı ile yapılmalıdır. Bu sistemlerin sürekli güncel tutulmaları da önemli faktörlerdendir. Kurulacak ağı, sunucu işletim sistemlerini, sunucu temel giriş-çıkış sistemlerini (bios), yönlendirici (router) gibi aktif cihazların yenilenme yazılımlarını, uygulamalara ait sorun giderme araçları sürekli olarak güncellemek çok önemlidir. Aksi takdirde kurulan teknoloji hiçbir zaman durmayacak, süratle ilerleyecek ve bu anlamda herhangi bir yenileme yapılmamış olması veriye erişimi ya da güvenlik sistemlerini yavaşlatacak ya da sağlıklı çalışma ortamı yaratacaktır. Yenilenmemiş bir firewall (güvenlik duvarı) yazılımı, antivirus yazılımı, güvenlik paketleri uygulanmamış bir işletim sistemi, güçlendirilmemiş ve yenilenmemiş bir ağ omurgası, yenilenmemiş uygulamalar sistemi sürekli geriletecektir (NIST,2000).

4- Veri Saklama/Koruma Sistemleri: Veri ve bilgilerin saklanması için veritabanı sistemleri kullanılmaktadır. Veri tabanı yönetim sistemi, veri tabanının kurulması, yönetilmesi ve kullanılması için gerekli olanakları sağlayan yazılımları içerir. Yaygın bilinen veritabanı yönetim sistemlerinin türleri şunlardır: Birincisi kişisel

diyebileceğimiz veritabanı sistemleri. MS-Office Professional paketi içerisinde bulunan (Access bunun dışında) dBase, FoxPro, Paradox ve çok küçük de olsa Excel veritabanı sistemi olarak söylenebilir. İkinci grup ilişkisel veritabanları adıyla bilinen uygulamalar ve bu uygulamalar bugün ve gelecek stratejileri karşılamaktadır. Veri ambarları ve veri madenciliği kullanımı da verilere yönelik tekniklerdendir.

5- Web Teknolojileri: İnternet ve web tabanlı teknolojiler ve ağlar gerek kurum içi gerekse kurum ve çevre organizasyonları, bayiler ve bazı müşteriler arasında özel bir bilgi iletişimi ve paylaşımı ortamı sağlamaktadır. Teknolojinin getirdiği bu yeni imkanlarla firmalar belli bir veri tabanı kullanılarak, sunucu üzerinden örneğin; şube ve bayileriyle, lojistik birimleriyle bilgi veri tabanlarını dinamik ve güncel bir biçimde kullanma imkanına kavuşmaktadır. Web teknolojilerinin en göze çarpan temel gelişmeleri ise internet, intranet ve ekstranettir.

İnternet, birçok bilgisayar sisteminin birbirine bağlı olduğu, dünya çapında yaygın olan ve sürekli büyüyen bir iletişim ağıdır. İnternet, yalnız belirli bir kuruluş içindeki bilgisayarları, yerel ağları (LAN) ve geniş alan ağlarını (WAN) birbirine bağlayan bir ağıdır. Bunların temel kuruluş amaçları, kuruluş bünyesinde bilgileri ve bilgi işlem kapasitesini paylaşmaktır. İnternet, kurum içi bir özel ağ olarak düşünülebilir. Bu sayede kurum içerisindeki kullanıcılar aynı sunucuları ve bu sunuculardaki verilerle öteki donanım araçlarını özgürce paylaşabilmektedirler (Nakılcıoğlu, 2002)

Extranet sitesi işletmenin ve ortaklarının birlikte çalışmasına olanak tanınması için oluşturulan adanmış bir özel şirket web sitesidir. Birbirinden farklı alanlardaki intranetleri birbirine bağlayan ağ sistemi de denilebilir.

6- Diğer Teknik ve Teknolojiler: Bunların önemlileri arasında multimedia teknolojileri (değişik veri tiplerinin kullanımına imkan veren sistemler), uydu teknolojileri (uydu antenlerine sürekli yayın yaparak veri ulaştıran sistemler), mobil araçlar (avuç içi bilgisayarlar, zeki telefonlar vs), RFID Sistemleri (radyo dalgaları ile tanımlama sistemi), barkod sistemleri, bluetooth teknolojileri sayılabilir.

1.3.Bilgisayar ve İletişim Teknolojilerinin Tarihsel Gelişimi

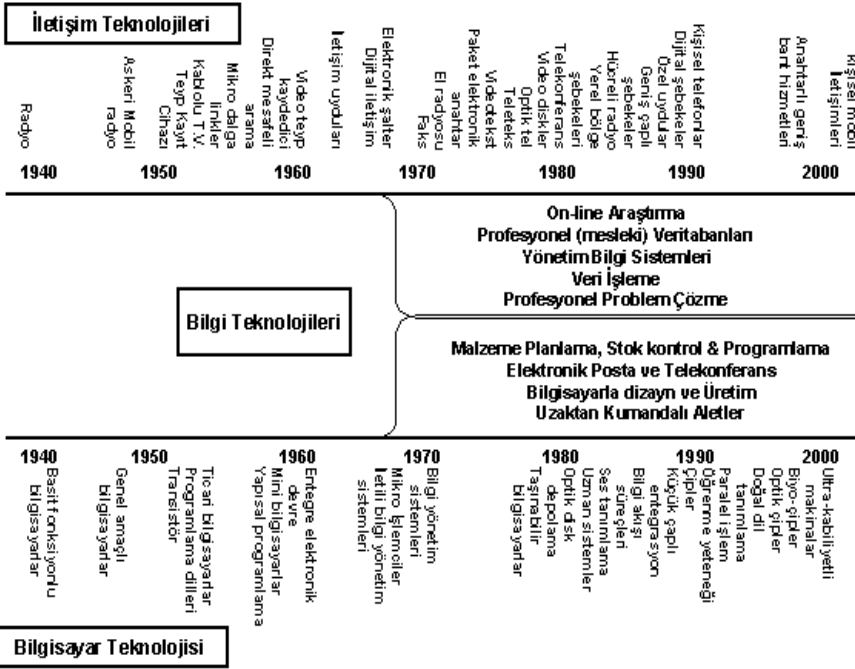
Bilgi ve iletişim teknolojilerinde uzun zamandır yaşanan hızlı ilerleme ve genişlemenin temelinde, 1960 yılının başlarında, ABD’de askeri sistemleri birbirine bağlayarak olası bir nükleer savaş durumunda iletişimin aksamaması için ARPANET (Advanced Research Project Agency NET) adıyla kullanılmaya başlanan internetin gelişimi yatmaktadır (Aktan ve Arslan, 2002).

Bilgi çağına yön veren bilgisayar teknolojilerindeki altı dalga kısaca şunlardır: Birincisi, ana bilgisayarlar, ikincisi mini bilgisayarlar, üçüncüsü kişisel bilgisayarlar, dördüncüsü client-server (İstemci-sunucu) sistemler, besincisi Internet sistemleridir. Halen devam etmekte olan bu dalganın içinden de, 1999 yılında altıncı dalga doğmuş ve hızla büyümektedir. Bu dalga Internet teknolojisinin mobil olmuş şeklidir ve kısaca “Kablosuz Bilgi-İletişim Teknolojisi” denmektedir (Payaslıoğlu, 2000).

Günümüzde bilgisayar teknolojisinde uygulamada olmayan ancak bahsedilen son gelişmelerden olan Kuantum Bilgisayarlar, çalışma prensibi kuantum mekaniği ile açıklanan bilgisayarlardır. Henüz tam olarak uygulamada yerini almamış olsa da gelecekte bazı işlemleri klasik bilgisayarlardan çok daha kısa sürede yapması beklenmektedir. Özellikle optimizasyon problemlerinde işe yarayacağı düşünülmektedir. Kuantum bilgisayarda bilginin kodlandığı yer ise Kübit olarak ifade edilmektedir. Kübitler ve kuantum bilgisayarlar üzerine bugün de yoğun araştırmalar yapılıyor. Şu an için kuantum bilgisayarların klasik bilgisayarlardan daha verimli bir biçimde çalışmasının önündeki en önemli engel, çok sayıda kübit içeren bir kuantum bilgisayar üretmenin zorluğu. Çok basamaklı sayıları çarpanlarına ayırmak gibi klasik bilgisayarların zorlandığı işlemleri kolayca yapabilecek bir kuantum bilgisayarın milyonlarca kübit üzerinde işlem yapabilmesi gerekiyor. Günümüzdeki en gelişmiş kuantum bilgisayarlarıysa 20 civarında kübit içeriyor (BilimGençTübitak, 2019).

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler özellikle İkinci Dünya Savaşı sonrasında hız kazanmıştır. Şekil 1.2., bu gelişim sürecini, 2000 yılına kadar olan değişimleri göstermektedir. Bunlara ilaveten, 2000 yılı sonrası değişimler olarak şunları ilave etmek mümkündür: Sensörler, mikro ve nano uydu sistemleri, mikro robotlar, smart-akıllı sistemler, yeni dijital araçlar, fiber optik kablolama, süper iletken kablolar ile dönüşümler, veri iletimleri ve saklama aygıtları, enerji dönüşüm ve dağıtım aygıtları, nano çipler, moleküler imalat, farklı disiplinler arası doğal teknoloji, ultra/giga

ölçekli entegrasyon, nano montaj, smart malzemeler, bio/genetik mühendislik, mikro uygulamalar, uygulama ve yardımcı ağlar, çok disiplinli, disiplinler arası eğitim, intranet ve internet gönderimli kurumsal servisler, pure internet mimarisi, MAN, java uygulamaları, mikroişlemciler (Wright, 2001; Anton ve diğerleri 2001)



Şekil 1.2. Bilgi, İletişim ve Bilgisayar Teknolojilerindeki Değişim (Aktan ve Vural, 2003)

Bilgisayar ve iletişim teknolojilerinin gelişimi 6 dönem halinde ele alınarak bu dönemlere ait gelişmeler aşağıda verilmiştir:

Dönem 1: Otomasyonsuz Fonksiyonel Hiyerarşi; 1950'ler: Her fonksiyon için elle bir veritabanı tutulmaktadır, bilgiler kişiler

tarafından tutulmaktadır. Bilgisayar olanaklarına geçiş radikal bir yeniliktir.

Dönem 2: Nesneye Yönelik Otomasyonla Fonksiyonel Hiyerarşi;1960'lar: Organizasyonel iletişim dikeydir. Yazılım uygulamaları devreye girmiştir. İletişim etkili değildir. Kağıt listeler yada manyetik kasetler kullanılmaktadır. Otomasyon ve yatay iletişim geliştirilmiştir.

Dönem 3: Ana Bilgisayarda Paylaşımlı Veritabanı ile Fonksiyonel Hiyerarşi; 1970'li yıllar: Yazılım Uygulamaları işletme süreçleri ile entegre hale gelmiştir. Veri tabanı yönetim sistemi ortaya çıkmıştır. İşletme dikey bilgi akışlarıyla hiyerarşiktir. BPR'in ortaya çıkması için olanaklar belirlemiştir.

Dönem 4: Sürece Yönelik İşletme; 1980'ler: İş süreçlerinin yeniden tasarlanması (BPR) ortaya çıkmıştır. Basit istemci-sunucu işletme uygulamaları görünmeye başlamıştır. Grafikselle kullanıcı arayüzünün ilk kullanımı istemci-kullanıcı sisteminde iş istasyonlarının grafikselle yetenekleri sayesinde tetiklenmiştir. 3 katmanlı bir yazılım mimarisi ortaya çıkmıştır. Kullanıcı grafik arayüzü sistemleri nesneye yönelik teknolojilerin ilk uygulamasıdır. LAN ile bağlantılar oluşturulmaya başlamıştır.

Dönem 5:Tedarik Zinciri Sürecine Yönelik İşletme;1990'lar: Veri ambarları, fabrikalar ve dağıtım merkezleri girmiştir. Kurumsal seviye istemci-sunucu uygulamaları doğmuştur. Geniş alan ağları kazandırılmıştır. İşletme partnerleri arasında uzun dönemli ilişkiler mesajların ve protokollerin standardize edilmesi ile desteklenmiştir.

Standart Telekom altyapısı farklı işletmelerle elektronik veri değiş tokuşunu desteklemek için kullanılmıştır.

Dönem 6:Günümüz ve Gelecek; Web olanaklı çevik sürece yönelik işletme: Uygulama mimarisi yüksek oranda dağıtık (standart işlevselliğini kısaltan, birlikte çalışabilen bileşenleri içeren) hale gelmiştir. İletişim ve işbirliği paradigmaları mesaj temelliden zeki etmenlerin yayılması şeklinde değişmiştir. Güçlü kişisel bilgisayarların yanında yeni çoklu çevre birimleri taşınırılıkta ve sunum servisinde yeni taleplerde artış getirir. Yüksek bant genişlikli ağlar ve düşük iletişim maliyetleri yeni iletişim ve işbirliği paradigmalarının uygulanmasına imkan tanır (Aerts ve diğerleri, 2004).

1.4.Rekabet Avantajı Olarak BT'nin Stratejik Kullanımı

Günümüzde birçok sanayi kolunda işletmelerin hayatlarını sürdürebilmeleri bilişim teknolojilerinin stratejik kullanımına bağlıdır. Bilişim teknolojileri tek başına uzun vadede rekabetçi üstünlük sağlamayabilir, ancak işletmelerin temel yeteneklerinin güçlendirilmesi ve sektörde faaliyetin devamı için bir zorunluluk durumundadırlar (Akın,1998).

Yücel (1997)'e göre, teknolojik yenilikler, rekabetin artmasına, kaliteli ürünün piyasaya sunulmasına yardımcı olacaktır ve yeni teknolojiler uluslararası rekabet avantajları oluşturacaktır. Teknoloji ile ortaya çıkan yeni iş çevresinde küreselleşmeyi de beraberinde getirir ve bu da işletmelerin sınırlarını ortadan kaldırmış ve aynı ürün veya hizmeti sunan işletmelerin her biri dünyanın neresinde olursa

olsun birbirlerinin rakibi durumuna getirmiştir (Yoffie, 1994). Küreselleşme ve teknoloji arasındaki ilişki incelendiğinde, günümüzde özellikle bilişim teknolojisi ve telekomünikasyondaki ilerlemelerin küreselleşmeyi önemli ölçüde etkilediği kolayca görülebilir (Akın, 1999).

Teknoloji rekabeti iki şekilde yönetir. İlki, daha etkili gelişmeler ve esnek prosesler boyunca maliyet yapısını değiştirerek, ikincisi ise, daha iyi kalitede, daha iyi tasarımda, satış sonrası serviste ve kısa süreli gönderim periyodunda daha iyi ürünler ortaya çıkarmaya imkan vererek yönetmektir (Taşkın ve Adalı, 2004). Teknolojinin rekabet sağlaması gibi rekabet de aynı zamanda teknolojik alanda gelişmelere sebep olmaktadır. Geliştirilen yeni teknolojiler sayesinde yeni imkanlar ortaya çıkmakta ve piyasalar da talepleri karşılayabilmek için yeni ürünler üretmektedir (Kanz ve Lam, 1998).

Bilişim teknolojilerinin işletmenin büyümesinde esas faktör olarak rol oynaması, ancak bu teknolojilerin basit ofis otomasyonu sistemleri olarak görülmeleri yerine genel stratejinin bütünleyici bir parçası olarak algılanmasıyla mümkündür. Bugün dünya genelinde birçok işletme bilişim teknolojilerinin mümkün kıldığı stratejiler izlemektedir. Bu trendin giderek arttığı da gözlenmektedir (Yılmaz, 2006).

Bilgi ve iletişim teknolojileri tüm mesleki aktiviteler için vazgeçilmez bir kaynak ve araç konumuna gelmiştir. Organizasyonlar bilişim ve iletişim teknolojilerini rekabetçi ortamda stratejik avantaj kazanmak amacı ile kullanmaktadır. Dünyada organizasyonlar bilişim

ve iletişim teknolojilerinin etkin kullanımı konusunu, kendi büyüme ve gelişme stratejilerinin temel unsurlarından biri olarak görmektedir. Organizasyonlar artık genel yönetim stratejilerini belirlerken, bilişim ve iletişim teknolojisinin etkin kullanımına yönelik stratejiler de belirlemektedirler (Işıklıdağ, 2002). Bir işletme faaliyet gösterdiği sektör ortalamasının üzerinde karlar elde etmeyi sürdürüyorsa, o işletme için rakiplerinin üzerinde rekabet avantajına sahiptir denir. Pek çok iş geliştirme stratejisinin hedefi sürdürülebilir rekabet avantajı sağlamaktır (Bulu ve diğerleri, 2004).

BT' nin başarılı kullanımı, hem teknolojinin kendisine bağlıdır hem de teknolojiyi kullananın kişisel uzmanlığına bağlıdır. Kullanıcı üretkenliği üzerindeki önemli etkisi ve kullanıcı uygunluğu bilgisayar kullanımı başarısının göstergesi olarak ifade edilebilir (Zain, 2005). İşletmelerin krizle karşılaşmaları durumunda şartlarını fırsata dönüştürebilmeleri için bilişim teknolojilerinin etkin bir şekilde kullanılmasının önemi büyüktür (Yohe, 1996).

Bilişim teknolojilerinin maliyetleri düşürdüğü konusunda kimsenin bir şüphesi yoktur. Bilişim teknolojilerinin en önemli özelliklerinden birinin maliyetleri düşürmede bir devrim etkisi yapmak olduğunu düşünülmektedir. Bilişim teknolojilerinin endüstri dönemi işletmelerini dönüşüme tabi tutması ile yeni işletmelerin ortaya çıkar ve rekabete dayalı başarının kuralları yeniden tanımlanır (Geyik, 2003).

1.5. Bilişim Altyapısı/Mimarisi

Bilişim teknolojisi altyapısı genellikle bilişim sistemleri birimi tarafından yönetilen, işletme faaliyetlerinde bilişim teknolojisi uygulamalarını mümkün kılan yapıdır ve böyle bir altyapı hizmet verilen müşterilere, çalışılan satıcı-sağlayıcılara, işletme içi süreçleri yönetimine göre kurulur. Bilişim altyapısı işletmenin günümüzdeki ve yakın zamandaki yeteneklerini belirler (Akın, 1997; Laudon ve Laudon, 2006).

Bilişim altyapısının temel bileşenleri olarak; veritabanı ve bilgi yönetim sistemi, veri iletim ağları ve ortak servisler ve yazılım uygulamalarının yönetimi sayılabilir. Gelecek nesil imalat için bilişim altyapısı yüksek derece bağlantılılık, uyuşabilirlik, ve geleneksel fiziksel altyapının kullanım kolaylığı gibi imkanları içermelidir (NRCS, 1995).

Laudon ve Laudon (2006)' a göre bir BT altyapısı tüm işletmede faaliyetleri gerçekleştirmek için gerekli olan fiziksel araçlar ile yazılım uygulamaları, otomasyonlar setidir. Bu setin bileşenleri;

1. Çalışanları, müşterileri, tedarikçileri sanal bir çerçevede bir araya getiren merkezi (ana) bilgisayarlar, dizüstü ve masaüstü bilgisayarlar, PDA'lar (kişisel cep bilgisayarları), ve internet yazılımlarını içeren bilgisayar platformları,
2. Çalışanlara, müşterilere, tedarikçilere veri, ses ve video bağlantısı sağlayan telekomünikasyon sistemleri,
3. Tüm işletme birimleri tarafından paylaşılan ERP (Kurumsal kaynak planlama), CRM (müşteri ilişkiler yönetimi), SCM

- (tedarik zinciri yönetimi) ve KMS (bilgi yönetim sistemi) gibi işletme imkanları sağlayan yazılım uygulama servisleri,
4. Bilgisayarlı hesaplamalar, telekomünikasyon ve veri yönetim sistemleri için gerekli olan fiziksel kurulum geliştirme ve yönetim sağlayan fiziksel imkanlar yönetimi servisleri,
 5. Altyapıyı planlayan, geliştirilen, BT servisleri için işletme birimleri ile koordine eden, BT yayılımı için finansı yöneten ve proje yönetim servisleri sağlayan BT yönetim servisleri,
 6. Hangi bilişim teknolojisinin ne zaman, nasıl kullanılacağını belirleyen politikalarıyla beraber firmayı ve birimlerini sağlayan BT standart servisleri,
 7. Çalışanlara sistem kullanımı eğitimi ve yöneticilere BT yatırımlarının nasıl planlanması ve yönetilmesi gerektiğine dair eğitimler sağlayan BT eğitim servisleri,
 8. Firmanın pazardaki farklılıklarında yardımcı olacak potansiyel gelecek BT projeleri ve yatırımlarında araştırma imkanları sağlayan BT araştırma ve geliştirme servisleri'dir.

Yeni bir bilişim sistemi oluşturulması bir bilgisayarın ve yazılım programlarının varlığından daha fazlasını içermektedir. Görevlerdeki, işlerin niteliklerindeki, yönetim ve organizasyonlardaki değişiklikler yeni bir sistemin oluşturulmasında dikkate alınacak hususları içermektedir. Yeni teknolojiler, bu teknolojilerle çalışacak insanları düşünmeden kurulamazlar. Yeni bir bilişim sistemi kurulurken bilinmesi gereken en önemli şey, bu değişimin aynı zamanda bir çeşit planlı bir organizasyonel değişim anlamına geldiğidir. Yeni sistemler, yeni yollarla işlerin yapılacağı ve beraber yapılacağı anlamına

gelmektedir. İşlerin yapısı, her işin tamamlanma süresi, bu işlerin yönetimi, kimin kim hakkında hangi bilgiye sahip olacağı gibi konular yeni bir bilişim sistemi kurulurken düşünülmelidir.

Bilişim sistemleri ve organizasyonlar arasında birbirlerine ortak etkiler vardır. Çift yönlü bir etkileşim söz konusudur. Şekil 1.3 bu etkileşimi göstermiştir. Organizasyonlarda çalışanlar ve yöneticilerin kararları arasında çatışmalar olabilir. Yöneticiler sistemlerin tasarımları hakkında kararlar alırlar. Yöneticiler bu kararları alırken bilgi teknolojilerini kullanırlar. Bazı organizasyonlar basitçe diğerlerinden daha yenilikçidir. Herhangi bir yeniliğin şirket için direkt ekonomik bir yarar olacağına dair verileri vardır. Başka durumlarda, bilişim sistemleri organizasyondaki çeşitli grupların motivasyonu ve varolan organizasyonel çakışmalara umulan etki nedeniyle inşa edilirler.



Şekil 1.3 Organizasyonlar ve BT arasındaki iki yönlü ilişki (Karahoca ve Karahoca, 1998)

Organizasyon yapısı bütünleşikliğe uygun değilse, sistem artışları ve değişimleri uygun hale getirmek için sık sık tasarımın

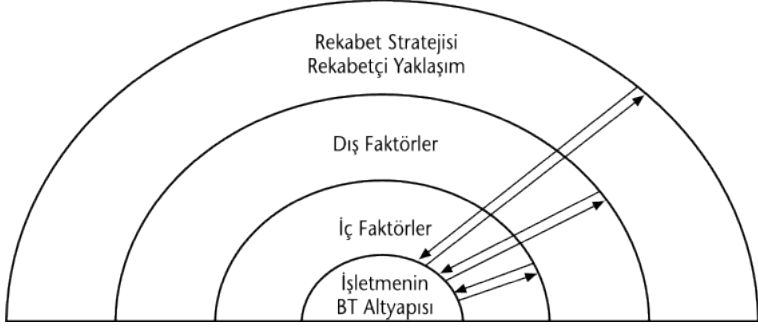
yenilenmesi gerekmektedir. Organizasyon, bütünleşme ve sistemin büyütülmesi için bir çevre oluşturur. Amaç-çıkarc çatışmaları, iç politikalar, hedef eksikliği ve yeterli derecede olmayan imalat yeteneği gibi faktörler organizasyon yapılaşmasının sonuçlarını doğrudan etkiler (Chang, 2002).

İşletme büyüdükçe sorunlar artacağından organizasyonellik ne kadar iyi olursa işletmenin büyüme sürecinde yaşayacağı sorunlar o denli az olur. Kurumsallaşmanın temellerinden olan organizasyonellik ya da diğer bir tabirle organizasyon planlama işletmenin belirlediği amaçlara yönelik oluşturulmuş ve tanımlanmış ilişkilerdir. Bu kapsamda organizasyonel şema, iş tanımları, görev tanımlamaları, yetki ve sorumluluklar net bir biçimde belirlenmelidir.

1.6. Rekabetçi Yaklaşımda BT Altyapısı

Bilişim teknolojileri işletmelerin organizasyonel fonksiyonlarında etkili sistemlerdir. Bilişim teknolojileri ve işletmelere stratejik olarak adapte edilmeleri o işletmedeki stratejileri, taktikleri, ve her alandaki kararları etkilerler. Bu da işletmelerin rekabet gücü için önemli bir faktördür. Rekabet üstünlüğü sağlamak için yeni kararlar alınması, yeni stratejiler geliştirilmesi ve yatırımlar yapılması işletmenin bilişim altyapısı ile birebir yakından ilgilidir. Bilişim sistemlerinin işletmelerdeki önemi ne kadar gerçek ise, bir modelin uygulanması ve işletmenin altyapısının bu yeni sisteme hazırlanması da o kadar gerçek ve zor bir işlemdir. Sebebi ise işletmeyi dahili ve harici etkileyen çok sayıda etken bulunmasıdır. Bir

işletmenin rakiplerine fark yaratacak anlamda bir bilişim altyapı gelişimini etkileyen unsurları gösteren şekil (Şekil 1.4.) aşağıdadır.



Şekil 1.4. Rekabet stratejisi belirlemede ve rekabetçi yaklaşımda BT altyapısı etkileşimi (Yılmaz Yalçınar, 2008)

İşletmenin BT Altyapısı: İşletmeye ait bilişim altyapısının zayıf ya da kuvvetli olması işletmenin rekabetçi yaklaşımı için önemlidir. Bilişim altyapısının aşağıdaki özelliklere sahip olması rekabet konusunda faydalar getirecektir.

- İşletme faaliyetlerine olumlu etkisi olan (Faaliyetleri hızlandıran, kolaylaştıran)
- Fonksiyonlara esneklik sağlayan (Sistemdeki herhangi bir sorun çıkması durumunda ya da yeni oluşumların gündeme gelmesinde sistemin tepkiselliği, kısa cevap süresi gibi göstergeler)
- Sorunlu bölgelerde problem gidermeye yardımcı olan
- İş/faaliyet kolaylaştıran
- Yeni ürün geliştirmeye ve yeni pazarlara girebilmeye olanak veren
- Sisteme uyumlu

- Kullanımı kolay
- İyi seçilmiş bilişim sistemleri işletmelere rekabet açısından öncelik sağlayacaktır.

Dış Faktörler: İşletmenin kendi kontrolü dışında gerçekleşen durumlardır. İşletme harici unsurları kapsar. Bu unsurlar;

- Rakipler (rakiplerin pazardaki konumu, bilişim teknolojilerini kullanma seviyeleri)
- Müşteriler (müşterilerin özellikleri, ihtiyaçları, beklentileri, memnuniyeti)
- İşletmenin bulunduğu endüstri kolu (endüstrinin gelişimi, geleceği, işletmenin bu endüstrideki yeri)
- Pazarın rekabet koşulları
- İşletmenin paylaşımcıları (paylaşımcıların görüşü, bakış açısı, ortak karar almada anlaşma)
- Devlet politika ve kanunları'dır.

İç Faktörler: İşletme bünyesinden kaynaklanan unsurlardır. Bu faktörlere müdahale şansları ve olumsuz olanların elenmesi imkanı bulunmaktadır. Bu unsurlar ise,

- İşletmenin tepe yönetiminin teknoloji kullanımına bakışı
- İşletmenin mali durumu, yeterli bütçe ayırabilme durumu
- İşletmede çalışanlarının nitelikleri
- İşletme için anahtar teknolojilerin incelenmesi, işletmeye uyarlanması
- Anahtar teknoloji seçiminde ve kullanımında üst yönetim desteği

- Yeni teknolojilerin sistem ve çalışanlar tarafından kabullenme durumu
- İşletmenin fiziki konumu ve yeterlilik durumu
- Bilişim teknolojilerine yapılacak yatırımın riskleri
- Yeni teknolojilerin firmaya adaptasyonu ve uyumu'dur

İşletmeler yukarıdaki unsurları göz önünde bulundurup kendileri için bir analiz ve değerlendirme yaparak yeni rekabet politikaları geliştirebilirler. Böylece işletmeler nasıl bir rekabetçi yaklaşıma gireceklerine dair stratejik kararlar alabilirler.

1.7. İşletme Bilişim İhtiyaç Analizinin Gerçekleştirilmesi

İşletmeye uygun teknolojilerin ihtiyaç analizi için bazı temel stratejiler şunlardır:

- a) İşletmenin mevcut bilişim altyapısını analiz etmek ve rakiplerle bir değerlendirme yaparak gereksinimlerini belirlemek. Bu sayede yeni sistemin kurulma amacı da belirlenmiş olur.
- b) Detaylandırılan fonksiyonların ve süreçlerin gereksinimlerinin, yetkilileri tarafından belirlenmesi
- c) Teknolojiyi kullanacak kişilerle (kullanıcılarla) görüşüp gereksinimlerini not etmek. Bu işlem uzun süreli bir işlemdir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, görüşülen kişinin bilişim sistemlerinden anlayıp anlamadığına, o teknolojiyi tanıyıp tanımadığına bakarak buna gerçekten ihtiyacı olduğuna doğru karar vermektir.

d) Analizler neticesinde gerekli görülen teknolojilerin önceliklerin belirlenmesi. Ağırlıklandırma metodu gibi yöntemlerle öncelikli teknolojilerin tedarikine gidilmesi maddi kaynak anlamında sıkıntı yaşayacak işletmeler için önemli bir stratejidir.

Yukarıda belirtilen stratejilerle bilişim gereksiniminin belirlenmesi, işin uzmanı tarafından gerçekleştirilmesi gereken önemli bir süreçtir.

Teknoloji seçimi, teknoloji belirleme süreci sırasında, belirlenmiş teknolojik alternatifler arasından seçim yapmayı içeren çok yönlü ve karmaşık bir süreçtir. Teknoloji seçimi özellikle büyük ve uzun vadeli yatırım gerektiren teknolojilerin seçimi esnasında daha da karmaşık bir hale gelmektedir. Ekonomik analiz de teknoloji seçiminde etkili olan önemli bir faktördür. Teknoloji seçimini belirleyen temel faktörler; iş ve teknoloji stratejisi, şirket yapılanması ve çevresel faktörlerdir (Ulusoy ve diğerleri, 2000).

Yukarıda bahsedilen teknik ve teknolojilerin başarılı bir seçimi işletmeye getirisi açısından önemli bir faktördür. Teknoloji seçiminde başarısızlığa götüren temel unsurlar;

- Teknolojinin gereksinim analizinin yetersizliği
- Teknoloji ile ilgili bilgi akışındaki eksiklikler, yönetimin ilgisizliği
- İşletmenin iş ve teknoloji stratejilerini belirlememiş olması
- Planlamalarını tek yönlü olarak yapmaları (Kısa vadeli ya da sadece uzun vadeli planlama yapmaları)
- Uygun işe uygun teknolojinin seçilememesi. Uygunluk tespitinin gerçekleştirilmemiş olması

- İşletmenin ürün yelpazesinin geniş olması ve maliyetin işletmeyi zorlaması
- Seçilen teknolojinin kullanılacak olan uygulama yada başka teknolojiler ile uyumsuzluğunun göz ardı edilmesi
- İşletmenin ekonomik kaynaklarının yetersiz olması ve tam etkinlikte teknoloji seçilememesi
- Teknolojiyi kullanacak personelin niteliğinin göz önünde bulundurulmaması
- İleriye yönelik teknolojik gelişmelere açık olmaması
- Satış sonrası servis hizmetlerinin olmaması
- Seçilen teknolojinin alternatifleri ile kıyaslanmaması
- İşletmenin fiziki durumunun müsait olmaması olarak gösterilebilir.

1.8. Bilişim Teknolojilerinde Yatırım Gerçekleştirmeye Dair Riskler

Tüm projelerde olduğu gibi BT projelerinde de riskler vardır. BT projelerinde teknolojinin hızlı değişmesi nedeniyle risklerin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu nedenle, BT projelerinin iyi irdelenmesi ve olası risklerin belirlenmesi gerekir. Bu amaçla, proje planının bir parçası ve ona paralel olarak idari, hukuki, teknik ve mali risklerin tespit edilerek bir risk yönetim planı hazırlanmalıdır. Bu planda muhtemel riskler, ortaya çıkma olasılıkları, riskin ortaya çıkmasının projede yaratacağı etkiler, riski ortadan kaldırmak veya etkisini azaltmak için neler yapılabileceği ve riskin ortaya çıkması

durumunda projenin ilerleyebilmesi için alternatif seçeneklerin neler olabileceği düşünülmüş olmalıdır (DPTM,2007).

İşletmeler risk yönetimine dair kabiliyetlerini artırmalı ve projelerinin başarısı için gerekirse strateji geliştirmelidirler. İşletme yöneticileri risk olarak şunları göz önünde bulundurmalıdır:

1. Uygulama maliyeti tahmin edilenden daha fazla miktarda olabilir.
2. Teknik sistemlerin performansları tahmin edilenden aşağıda olabilir.
3. Seçilmiş olan yazılım ve donanım sistemleri kendi sistemleri ile uyumsuzluk gösterebilir (Love ve diğerleri, 2005)

Bilişim teknolojisi temelli stratejik işletme planı destek sistemlerinde uygulamalarda bir takım risklerin bulunması doğaldır. Bu riskler işletme içinden kaynaklanan teknolojik, iktisadi, örgütsel, boyuta bağlı karmaşıklık riskleridir. İşletme dışında ise rekabetin temelini değişmesi ve rakiplerin bu alana kayması, sektörde ilk olmanın getireceği bazı avantajların kısa sürede rakipler tarafından tehdit haline dönüştürülmesi, gerçekleştirilen değişime müşterilerin uyum sağlama güçlüğü çekmeleri ve sistemi reddetmeleri, rakipler ve hükümetin rekabet ile ilgili konularda sistemi engelleme çabaları, teknolojik bütünleşmeler sonucunda önemli bilgilerin işletme dışına çıkma ihtimali ve müşterilerin düşük maliyetlerle tedarikçilerini değiştirebilme ihtimali söz konusu sistemlerin karşılaşabileceği riskler arasındadır (Akın, 1997).

1.9. Bilişim Teknolojileri Yatırım Değerlendirme Süreci

Yeni yapılacak bilişim teknolojisi yatırımlarının değerlendirilmesi, üst düzey yöneticiler için çok önemlidir, çünkü BT'e ayrılan maddi kaynaklar tüm kaynaklar içinde büyük bir yüzdeye sahiptir ve gün geçtikçe daha da büyümektedir. Ancak bu değerlendirme için gerekli olan bilgiye ulaşmak birçoğuna zor gelebilir. Sadece kolaylıkla ulaşılabilen muhasebe verilerini kullanarak yapılan değerlendirme ise yeterli değildir. Böyle bir durumda sadece kolayca ölçülebilen faydalar işin içine katılır ve bu da BT'e gereğinden az veya fazla yatırım yapılması sonucunu doğurur. İşletmeler bilişim sistemlerinden elde edebilecekleri en yüksek performansa ulaşmak istiyorlarsa, hangi uygulamanın işletme performansına en fazla katkıyı yapacağını değerlendirmesini muhakkak yapmak zorundadırlar.

İşletmelerin, bilişim alanında yatırımları değerlendirirken herhangi bir yatırım yapılmış gibi hareket ettiği görülmektedir. Halbuki bilişim teknolojilerinin son yıllarda kazandığı önem, bu yatırımların, diğer yatırımlardan farklı değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bunun nedeni, BT yatırımlarının, işletmenin stratejisi üzerindeki etkilerinin de farkına varılmasıdır. Sonuçta, finansal değerlendirme yöntemleri olarak adlandırılan geleneksel yatırım değerlendirme yöntemlerinin, bilişim teknolojisi yatırımlarını değerlendirmek için tek başlarına kullanılmaları yetersiz kalır. Finansal yöntemler ancak, yapılan yatırımın şirket performansı üzerindeki dolaylı ve kolay sayısallaştırılamayan etkilerini de hesaba katacak yöntemlerle beraber kullanıldıklarında bir anlam ifade ederler.

Aksi takdirde, büyük çaplı yatırımlarda, işletmelerin yanlış kararlar vermelerine ve böylece başarısız olmalarına yol açabilirler. Literatürde, BT yatırımlarını değerlendirme yöntemleri ile eşleştiren fazla kaynak bulunmamaktadır. Günümüze kadar ise pek çok BT yatırımı değerlendirme yöntemi geliştirilmiştir (Beşkese ve Tanyaş, 2006).

1.9.1. BT projeleri değerlendirme-değer analizi yöntemleri

Bir işletmeye sunulan yatırım projesinin sağlayacağı çıktılar, girdilerden büyük ise proje kabul, değilse red edilir. Bu kapsamda işletmeye yapılan yatırımların değerlendirilmesi için kullanılan çok fazla sayıda teknikler bulunmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda Tablo 1.1’de verilmiştir.

Yapılmış olan bir araştırma çalışmasında (Ulusoy ve diğerleri, 2000), işletmelerde ekonomik analiz yöntemlerinin kullanımının pek yaygın olmadığı görülmüştür. En çok kullanılan yöntem ise “Geri Ödeme Süresi” analizidir. Türkiye’deki kronik yüksek enflasyon oranı göz önüne alındığında, bu analiz yönteminin seçilmesi mantıklı gözükmektedir. Diğer kullanılan yöntemler, Bugünkü Değer analizi ve iç Karlılık analizidir. Yaklaşık olarak şirketlerin üçte biri bu tekniklerin hiçbirini daha önce kullanmadıklarını vurgulamışlardır. Teknolojik alternatiflerin değerlendirilmesinde rakamsal faktörler arasında kalite en çok vurgulanandır. Kalite rekabetçi önceliğe hakim olduğu için ve teknolojik yatırımların temel amacı kalite gelişimi olduğundan, bu beklenen bir sonuçtur. Müşteri memnuniyeti teknoloji seçiminde en çok değerlendirilen ikinci faktördür. Bu husus, bir ölçüde müşterilerin belirgin teknolojik taleplerinin sonucudur.

Tablo 1.1 Yatırım değerlendirme teknikleri (Beşkese ve Tanyaş, 2006)

1.Ağırlıklandırılmış Değerlendirmesi	Faktör	15.İç verim oranı (IRR)
2.Analitik Hiyerarşi (AHP)	Süreci	16.Karar Ağacı
3.Artı, Eksi, İlgı Çekici		17.Kritik Başarı Faktörleri
4.Başabaş Noktası analizi		18.Kullanıcı Görüşü ve Kullanıcı Tatmini
5.Benzetim (Simülasyon)		19.Maliyet/Gelir Analizi
6.Bilişim Ekonomisi		20.Net Şimdiki Değer Analizi
7.Bilişim Değerlendirmesi	Teknolojileri	21.Puanlama Modelleri
8.Değer Analizi		22.Rekabetçi Analiz
9.Dengelenmiş Gösterge Kartı		23.Risk Analizi
10.Duyarlılık Analizi		24.Sınır Değerleri ve Harcama Oranları
11.Ekonomik Katma Değer		25.Verı Zarflama Analizi
12.Faaliyet Maliyetlendirme	Tabanlı	26.Yatırımın Getirisi ROI)
13.Fayda Maliyet Analizi		27.Yönetimin Getirisi
14.Geri Ödeme Süresi		28.Yönetim Vizyonuna Erişilme Oranı

Ekonomik analiz yöntemlerinin oldukça az kullanımı, stratejik bir takım düşüncelerin bu tür kararlara hakim olması ile açıklanabilir. Büyük yatırım gerektiren teknoloji seçiminde stratejik durumu vurgulayan şirketlerin oranı %50'dir. Kullanılan tekniklerden önemli görülen üç tanesi;

- Fayda Maliyet Analizi
- Duyarlılık analizi
- Maliyet Etkinlik Analizi'dir.

Fayda-Maliyet Analizi: Fayda-maliyet analizi, projenin yatırım dönemi ve ekonomik ömrü süresince ortaya çıkan fayda ve maliyetlerinin bir referans yılına indirgenerek karşılaştırılması esasına dayanan yöntemdir. Söz konusu analizde kullanılan temel analiz ölçütleri net bugünkü değer, iç karlılık oranı, fayda/maliyet oranı ve geri ödeme süresidir. Aşağıdaki tabloda (Tablo 1.2) fayda-maliyet kriterleri verilmiştir.

Tablo 1.2. Maliyet-Fayda Kriterleri (Wainwright ve diğerleri, 2003)

Projenin sermaye maliyeti	Donanım maliyeti sermayesi
	Yazılım maliyeti sermayesi
	Proje bakım maliyeti
Projenin değişken maliyeti	Mevcut bakım maliyeti
	Eğitim maliyeti
	Kurulum maliyeti
	Veri transferi maliyeti
Operasyonel faydalar	İşgücü tasarrufu
	Taşeron-alt sözleşme tasarrufu
	İskarta ve tekrar çalışma tasarrufu
	Üretim tasarrufu
	Hasılat tasarrufu
	Envanter tasarrufu
Stratejik faydalar	Artan satış hacmi
	Kar artışı

Faydalar:

Stratejik faydaları: Artan büyüme ve başarı, azalan pazarlama maliyeti, yeni teknolojide lider olma, büyüyen pazar payı, pazar lideri olma, artan müşteri/tedarikçi memnuniyeti, artan müşteri/tedarikçi ilişkileri, güçlendirilmiş rekabet avantajı, organizasyonel ve proses esnekliğinde artma.

Taktiksel Faydalar: Değişikliklere hızlı cevap verme, servis kalitesinde artma, takım çalışmasında iyileşme, proaktif-öngörülü kültürde ilerleme, diğer işletme fonksiyonları ile bütünlükte iyileşme, planlamada ilerleme, yönetsel prosedürlerde ilerleme.

Operasyonel Faydalar: Veri yönetiminde ilerleme, iletişimde ilerleme, karar almada ilerleme, dokümantasyonda azalma, darboğazlarda azalma, çalışan maliyetinde azalma, tekrarlı çalışmada azalma, çıktı kalitesinde düzelme, veri değişimi yeteneğinde artma, ihtiyaçlara cevap verme süresinde iyileşme, tahmin, öngörü ve kontrolde iyileşme, nakit akışı kontrolünde iyileşme (Love ve diğerleri, 2005)

Maliyet Etkinlik Analizi: Bazı faydaların parasal değere dönüştürülmesi mümkün olamamaktadır. Özellikle sosyal içerikli ve/veya altyapı projelerinde bu durum söz konusu olmaktadır. Bu çerçevede projenin yaratacağı faydaların ölçülemediği ya da ölçmeye çalışmanın maliyetinin yüksek olabileceği durumlarda maliyet-etkinlik analizi kullanılmaktadır. Bu analiz, sosyal tercihleri yansıtan hedef düzeylere erişmek amacıyla hazırlanan alternatif projeler arasından indirgenmiş toplam maliyeti (yatırım tutarı ile diğer proje giderlerinin toplamı) en düşük olanı, yani en ucuz olan çözümü

bulmaya yönelik analiz tekniğidir (Beşkese ve Tanyaş, 2006). İşletme finansal olarak belirleyemediği hususlarda değerlendirme yöntemi olarak portföy analizinden de faydalanabilir.

Duyarlılık Analizi: Duyarlılık analizi ana girdi maliyetleri, projenin termini veya indirgenme oranı gibi herhangi bir değişkende olabilecek olası değişmelerin, diğerleri sabit kalmak kaydıyla, analizde esas alınan ölçüt (Net Bugünkü Değer- NBD, İç Karlılık Oranı - İKO, Geri Ödeme Süresi vb.) üzerindeki etkisini görebilmek için yapılır.

Kullanılan parametrelerden hata veya değişme olasılığı olan ve aynı zamanda seçilmiş analiz ölçütünü önemli oranda etkileyebilecek bir veya birden fazla değişken belirlenir. Daha sonra bu değişken(ler)in alabileceği en kötü ve en iyi değerlerle analiz ölçütü yeniden hesaplanır. Değişkenin en kötü, en iyi ve ortalama değeri ile (bu başlangıçta kullanılan değer olarak düşünülebilir) hesaplanan üç ölçüt büyüklüğü göz önünde bulundurularak proje analizi ile ulaşılan sonuç irdelenir (DPTM,2007).

BT yatırımlarının değerlendirilmesinde işletmeler tarafından kullanılan yöntemlere bakıldığında, fayda maliyet analizinin farklı biçimleri ve finansal yöntemler uygulayıcılar tarafından en fazla tercih edilenleridir. Bu yorum, Türkiye'deki işletmeler için de geçerlidir (Beşkese ve Tanyaş, 2006).

1.10. Bilişim Teknolojilerine Ait Öngörüler, Trendler

Teknolojinin geleceği, bilişim üzerine kurulmaktadır. Günden güne yaygınlaşan bilgisayar kullanımı, siparişlerin karşılanmasında ve sürekliliğinin sağlanmasında, istenilenlerin yerine getirilmesi ya da bilgi gereksinimlerinin karşılanmasında hayati bir öneme sahiptir (Ayağ, 2003). Bilişim Teknolojileri her 18 ayda bir hızlı bir biçimde maliyeti yarı yarıya indirmek için iki kat performans göstererek çok hızlı bir şekilde değişmeye devam edecektir. Bu da üretilen ürünler yönünden de göze çarpar değişimleri beraberinde getirecektir. Müşteriler, bir internet sitesine kaydolacak, bir “tasarım kokpiti” arayüzü kullanarak bir spesifik ürün tasarlayacaklar ve sonrasında anında teslimat için bir sipariş oluşturacaklardır (IMTR, 2000).

Yeni nesil pazaryeri yapay zeka, süper hızlı optik ağlar, kablosuz sistemler, zeki etmenler, ve gerçek zamanlı iletişim ile birleştirilmiş uygulamaları bulacaktır. Bu noktada hızla gelen geleceği karşılamak için çekirdek yetenekleri, stratejik konumlamayı ve ortak kimliğini belirlemek için sıkı sorular sorulmalıdır.

Geleceğe dönük faaliyetlerinde yan sanayisi ve müşterileriyle daha bütünleşik ve işbirliği içerisinde rekabete girmek isteyen işletmelerin gelişmekte olan teknolojileri takip etmeleri ve teknoloji tahminleri gerçekleştirmeleri gerekmektedir. Geleceğe dair öngörülen bilişim teknolojileri trendlerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

1. Web servislerinden özel amaçlı portallara geçiş
2. Kurum verimliliği ve tüketici satın almaları gibi iş süreçlerinde kablosuz platformlar kilit bir sürücü olacaktır (mİş: Mobile iş)

3. Rekabetin temel taşlarından birisi olarak iş istihbaratı yer alacaktır. Gerçek zamanlı veri işleme liderlere iş manzarasında yeni bir bakış sağlayacaktır.
4. Yapay zeka-karar destek, zeki etmenler, veri ambarları gerçek zamanlı yakalama ve müşteri portföyü profilini müşteri servisini şekillendirecektir.
5. Arama merkezlerinin-call center- web ile ve veri ambarları ile sesin entegrasyonu gözle görünür bir hızlandırıcı olacaktır (ses-veri entegrasyonu)
6. Bilişim teknolojilerinin elektronik link üreticileri, etmenler, tedarikçiler ve sağlayıcılarla komple tedarik zincirinde yeteneği, müşterilere daha fazlasını bilme ve görme imkanı sağlar (Talebe bağlı tedarik zinciri)
7. Etkin bilgi yönetimi işletmelerde vazgeçilmez olacaktır.

21.yüzyıl bilgisayar trendleri

1. Bilgisayarlar, sezgisel hale gelecek, öğrenecek, ayırım yapacak ve ne istediğimizi, kim olduğumuzu hatta ne istediğimizi bilecek duruma geleceklerdir.
2. Bilgisayar çipleri, her yerde bulunacaklar ve beyinden kalbe, elbiselerden oyuncaklara kadar her yerde görünmez halde gömülü olacaklardır.
3. Bilgisayarlar dijital duyarlı hale geleceklerdir. Sese, görüntüye, kokuya, duymaya duyarlı olacaklardır.

4. Yapay sinir ağları ve yapay zekanın diğer formları bilgisayarları, insanlar kadar akıllı ve belli bazı işler için daha akıllı olmaları sağlayacaktır.
5. İnsan ve bilgisayarların gelişimi bir yerde kesişecektir. Yapay zekayı, gelecek nesil insanları büyük oranda geliştirecektir.

21.yüzyıl işletme trendleri

1. 21. yy güç araçları (bilgisayarlar, ağlar, biyoteknoloji ve nanoteknoloji)'nın birleşmelerini yönetmek, geleceğin işi için en yüksek ürün pazarının fırsatlarını yaratacaktır
2. Teknolojik yeniliklerin kullanılmasıyla müşteri ilişkilerini şekillendirmek ve müşteri memnuniyetini artırmak her işletme için bir iş kritiği olacaktır.
3. Gelecekte de devamlılıklarını sürdürmek isteyen her işletme, e-iş sürecinde gelişmeyi öğrenmek zorundadırlar. (İletişim, servis, dağıtım ve pazarlamanın net ortamında yapılması)
4. TV, bilgisayar, net ve telefon kompozisyonu, işi tamamen değiştirecek yeni iş modelleri, pazarları ve elektronik kanallarının gelişiminde sonuçlanacaktır.
5. Bir organizasyonda hızla ortaya çıkan teknolojik değişikliklerin yönetimi, işletme karşısında herkes için merkezi yeteneklerden birisi olacaktır.
6. Risk almak ve düşünce perspektifinden çıkmak, teknolojik yenilikleri kutlamayı öğrenmek 21. yy işletmesi için iş kritiği olacaktır.

21. yüzyıl e-iş trendleri

1. E-iş global ekonomiyi tamamen değiştirecek kritik bir rekabet stratejisi olacaktır
2. Şirketler, müşterilerin ihtiyaçlarını 7 gün 24 saat sanal olarak servis vererek müşteri ilişkilerini yönetmeyi öğreneceklerdir.
3. Ağ kullanarak yeni müşteriler bulmak ve hedef müşteri önceliklerini daha da iyileştirmek standart bir uygulama haline gelecektir.
4. Ürün ya da hizmetleri online olarak üretmek, pazarlamak ve dağıtımlarını yapmak iş için maliyet etkili bir strateji olacaktır
5. Müşterilere daha fazla seçim şansı veren e-iş modelleri, tedarik ve talebin geleneksel ekonomisini değiştirecektir.
6. Çoklu girişlerden (kablolu tv, uydu, kablosuz telefon ve diğer cihazlar) net'e erişime hazır olma durumu, e-iş fırsatlarında büyük bir gelişme sağlayacaktır.
7. Yüksek etkili e-iş sanal tedarik zinciri, yakın olan imalatçı ve üreticileri doğrudan müşteriye bağlayacaktır (Canton, 2000).

Bahsedilen bu öngörülerin birçoğu günümüzde artık gerçekleşmiş olup kurumsal uygulamalarda sıklıkla destek alınmaktadır. Bu durum göstermektedir ki, teknoloji tahmin edilenden çok daha çabuk gelişmekte, öngörülenden daha kapsamlı ve hızlı bir şekilde ilerlemektedir.

BÖLÜM 2. İMALAT SİSTEMLERİ VE İMALAT BİLİŞİM SİSTEMLERİ

Bu bölümde öncelikle imalat sistemi ve gelişim süreci, daha sonra imalat bilişim sistemleri, ileri imalat teknolojileri ve imalata yönelik olarak dijitalleşme yolunda gerçekleşen gelişmeler anlatılacaktır.

2.1. İmalat Sistemi Nedir?

İmalat sistemi, içinde üretim tesislerini, malzeme iletimi donanımını, işçileri, imalat ekipmanlarını ve diğer tedarik araçlarını içeren birleşik bir yapıdır. Sistem, belirli fonksiyonlara sahip ürünleri üretmek için üretim nesnelere (ham malzemeler ve bileşenler) üzerinde çalışır. Bir imalat sistemi üretim kaynaklarının, özellikle hammaddelerden maksimum verimliliği alacak şekilde bitmiş ürünler haline dönüşüm süreci olarak tanımlanır.

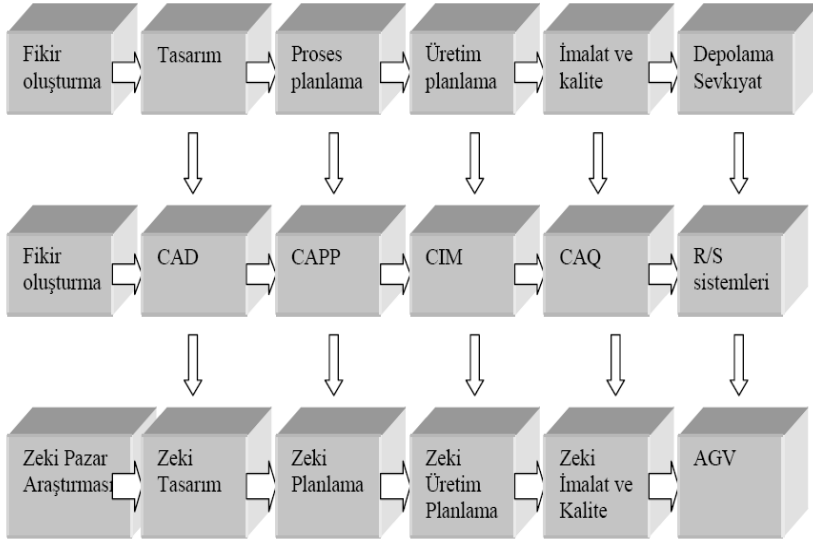
İmalatın temel amacı; karlılığı esasında, bu faaliyetleri kullanarak, hammaddeyi bitmiş ürüne dönüştürmektir. Bu dönüşümü verimli bir şekilde gerçekleştirme yeteneği kurumun başarısını belirler (Rehg ve Kraebber, 2005).

2.2. İmalat Sanayi Gelişimi

Tarıma dayalı geleneksel toplumda, üretim evlerde el tezgahlarında küçük ölçekli atölye tipindeki işletmelerde yapılırken, buharlı makinelerin devreye girmesiyle önce makineli üretim yapan büyük atölyelerde, sonra giderek artan ölçüde kitle üretimi yapan

fabrikalarda yapılmaya başlanmıştır. Sanayi devrimi olarak adlandırılan bu değişim-dönüşüm dalgasıyla “büyüklük” bir tutku haline gelmiştir. Sanayi devrimi ile ortaya çıkan üretim tarzı, makine ağırlıklı sermaye-yoğun tekniklere dayanmaktadır. Gerçekleşen teknolojik gelişmeler sonucunda, üretim otomatik makinelerle yapılmaya başlanmış ve böylece daha verimli olan büyük ölçekli üretim mümkün hale gelmiştir (Payaslıoğlu, 2000).

Geleneksel imalat sistemlerinden günümüz imalat sistemlerine geçiş Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1 İmalat sistemlerinin tarihi gelişimi (Öztemel, 1999)

2.2.1. Sanayi Devrimleri ve Endüstri 4.0’a Geçiş

İçinde bulunduğumuz yüzyıla kadar gelişen teknolojilerle beraber imalat sisteminde de değişimler baş göstermiştir. İmalat sistemlerinde 18. yy. da anlaşılamayan süreçler, tek bir çekiç ve örs ile

küçük kulübelerde tek kişi çalışırken, 19. yy.da buhar güçlü makinelerin gelişimi ve prosesleri anlaşılır hale getirme, 20. yy.da bilgisayarın da dahil olmasıyla bilgisayar destekli tasarım, planlama ve imalat faaliyetleri ve otomasyona geçiş ve nihayetinde 21. yy.da sistem genelinde ağların ve bilginin etkisiyle güçlü prosesler ve zeki kontrole geçiş ile evrensel işletmeler ve sanal imalat işletmeleri ortaya çıkmıştır (Wright, 2001)

Birinci Sanayi Devrimi, 18. yüzyılın sonlarında makineleşme ve buhar gücünün mekanik üretim tezgahlarında ilk olarak İngiltere’de kullanımıyla başlamıştır. İkinci Sanayi Devrimi ise elektrik enerjisinin sanayide kullanılmaya başlanması ve elektrikle çalışan ilk üretim bandı sayesinde seri üretimin ortaya çıkmasına dayanmaktadır. 1970’li yıllarında başında elektronik ve bilgi teknolojileriyle üretim süreçlerinde otomasyon ile Üçüncü Sanayi Devrimi başlamıştır. Ürün ve süreçlerde otomasyon teknolojilerinin kullanımı ve dijitalleşmelerin başladığı 1990’lı yıllara gelindiğinde ilk çevrimiçi iş modelleri oluştu. 2000’li yılların başında ise ilk dijital çözümler, izole uygulamalar, otomatik süreçler, dijital müşteri ara yüzü ve çok kanallı sıra dışı teknolojiler gelişti. Dördüncü Sanayi Devrimi ise, hızla gelişen teknoloji olanakları sayesinde yeni bir üretim tarzını ifade etmektedir. Bu yeni üretim tarzı ilk kez 2011 yılında Hannover Sanayi Fuarı’nda ortaya konulmuştur. İzleyen yıllarda ise, Alman Federal Hükümeti Yüksek Teknoloji stratejisini geliştirmek için endüstri 4.0 üzerinde çalışmıştır. Benzer şekilde aynı süreç, Amerika Birleşik Devletleri’nde “Endüstriyel İnternet” ve Çin’de “İnternet +” adıyla gelişmiştir. Bu gelişmeler göstermektedir ki, bilgi ve iletişim

teknolojilerinin sağlamış olduğu gelişmelerle üretim süreç sistemleri dijital dönüşüm yaşamıştır (Bağcı, 2018).

Türkiye'nin sanayileşme süreci ise, 1930'lı yıllarda başlamış ve 1980'li yıllardan günümüze kadar olan süreçte sanayi ürünleri ihracatında ciddi bir artış sağlanmıştır. Bu gelişimin altında yatan sır, 1930'lu yıllardan beri sürdürülen sanayileşme süreci ve bu süreç içinde edinilen üretim deneyimi ve teknolojik birikimdir ki bu birikim sayesinde 1980 sonrasında yeni tesisler oluşturulabilmiş, yeni teknolojiler, girdileri alanlarda ustalıkla çalıştırılabilmiş, işletme anlayışları dışa yönelim doğrultusunda değişebilmiş ve verimlilik artmıştır (Tiryakioğlu, 2004).

Günümüz dünya pazarının karakteristikleri daha fazla rekabet, daha kısa ürün çevrim hızı, daha geniş ürün çeşitliliği, ayrıştırılmış pazarlar, farklılık ve karmaşıklık ile müşteri profil farklılığına uygun daha küçük kitleleri içerir (Nagalingam ve Lin, 1999). Bu gelişmelerle birlikte gelişen ülkelerin imalat organizasyonları büyük rekabet baskısı altındadır. Köklü değişiklikler kaynaklar, pazarlar, imalat prosesleri ve ürün stratejileri ile birlikte yaşanmaktadır (Askin ve Standridge, 1993) Aşağıdaki şekilde (Şekil 2.2.) 21. yüzyıl imalat çevresini şekillendiren güçler şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 2.2. 21. yüzyıl imalat çevresini şekillendiren güçler (IMTR, 2000)

2.3. İmalat İşletmelerinde Rekabet Aracı Olarak Bilişim Teknolojileri

İmalat sistemine destek olan bilişim teknolojilerinin rolü ve etkinliği her geçen gün artan bir şekilde hissedilmektedir. İmalatta BT uygulaması 1960'ların başlarında IBM tarafından geliştirilen operasyonel ve entegre olmuş planlama kavramı ile başlamıştır. Geniş ölçekli imalatçılar ve bilgisayar tedarikçileri kavramları o dönemlerde oluşmuştur. Ticari sonuçları etkilemek için İDBS (İmalata Destek Bilişim Sistemleri) uygulaması organizasyonel davranış ve karar vermedeki değişmeler ile desteklenmek zorunda kalmıştır. İDBS "Müşteri siparişlerinin işlenmesi, sıralama çizelgelemeleri, geri siparişler ve malzeme siparişleri gibi bilgiyi sağlama kavramlarını kapsayan politika prosedür, sistem ve bilgi kümesi" olarak ifade edilebilir (Chang, 2002).

Geçmişte yapılan araştırmalar, BT'nin farkına varılan faydalarının çeşitli yönlerini, kullanım kolaylığını ve kullanıcının benimsemesini organizasyonların performansı ve rekabet gücü üzerinde etkili olduğunu göstermektedir (Zain, 2005). Bu yüzden imalat işletmeleri, imalat becerilerini ve sistemlerini bünyelerindeki bilgisayarlar, çevresel ve iletişim ağlarını yüksek bağlantılı imalat sistemlerine mevcut teknoloji dönüşüm adacıklarını entegre ederek gelişmiş teknolojileri araştırmaya ve etkin bir biçimde kullanmalarına zorlanmaktadır. Bilişim teknolojilerinin gelişimi organizasyonlar üzerinde stratejik kararlar almada ve organizasyonun stratejileri, taktikleri üzerinde etkilidir. Değişen imalat çevresinde işletmeler varlıklarını sürdürmek, rekabet avantajı sağlayarak pazarda üstünlük kurmak ve yeni pazarlara girebilmek için gelişen ve gelişmekte olan teknolojileri bünyelerine adapte etmeye ve kullanmaya zorunlu kalmaktadırlar (Kumara ve diğerleri, 2005; Gunasekaran ve diğerleri 2006).

Günümüzde, yüksek hızlı ağlar etkili bir şekilde imalat işletmesinin parçalarının arasında bağlantıyı sağlar. İmkanı olan imalatçılar tasarım, üretim ve ürünlerini destekleyici fonksiyonlar için gerekli olan bilgileri oldukça etkili bir şekilde elde eder ve kullanırlar. Bilişim teknolojileri iki tarafı da keskin olan bir kılıca benzer. Bilişim teknolojileri imalat işletmelerine simülasyon, modelleme ve robotik gibi ileri teknik ve araçlardan faydalanmanın yöntemlerini sağlar. Aynı zamanda imalat işletmelerine yeni fırsatlarda ve darboğazlarda daha çabuk cevap verme durumunu da sağlarlar (IMTR, 2000).

Bilişim teknolojilerinin rollerini, amaçlarını ve bileşenlerini içeren tablo (Tablo 2.1) verilmiştir.

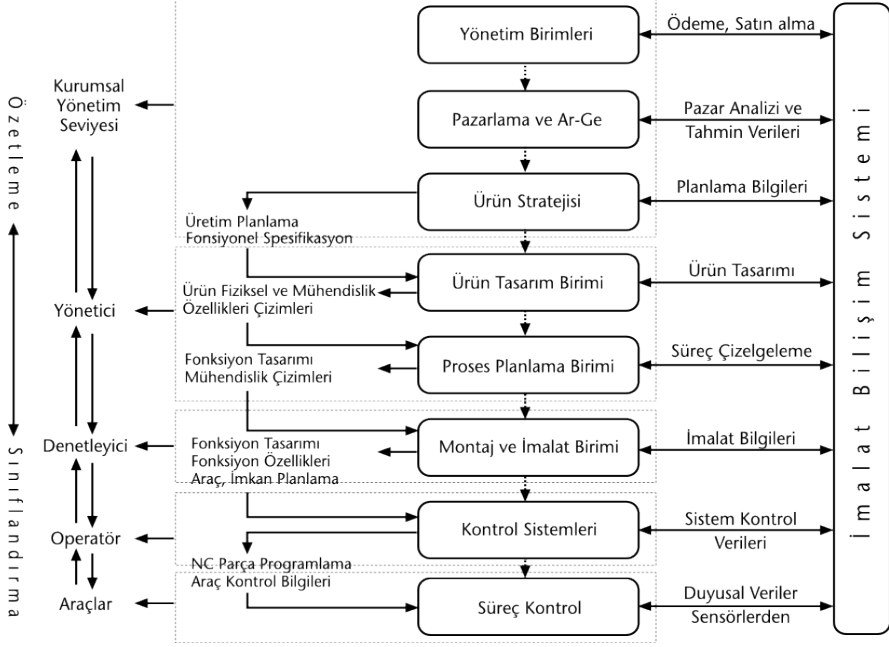
BT'nin rolü 20. yy ın son yarısından itibaren fark edilir bir şekilde artmıştır. Her ne kadar günümüzde otomasyon ilerleme hızı yavaşlamışsa da eğilimin 21. yy da bilgisayarlı imalata doğru daha geniş bir şekilde ilerlediğini görmek mümkün olacaktır. BT'nin bilgiyi taşıırkenki destekleyici rolü önemlidir. Çünkü imalatta hiçbir şey (ne insan, ne parçalar, ne ürünler ne makineler) bilginin taşınmasından önce taşınmaz. Bilgiyi taşımak ne kadar daha çabuk, hızlı, etkili ve güvenilirse, girdilerin imalat sistemi içinde akışı da o kadar gelişmiştir. (Gunasekaran ve McGaughey, 2002).

İmalat firmalarının bilişim altyapısı performansındaki gelişmeler, daha kaliteli ürünler, daha fazla esneklik, artırılmış güvenilirlik, daha düşük maliyet ve tabii ki daha fazla hız için öncülük etmek durumundadırlar. Kalite, esneklik, güvenilirlik, düşük maliyet ve hız rekabet için öncelikli esaslardır ve rekabet avantajını oluşturma, mücadele etme ve devam ettirebilmek için önemlidirler. İmalatta BT tüm yönetsel seviyelerde yönetim kararlarını (planlama ve kontrol) destekleyebilirler ve idari olarak çalışanları, teknikerleri ve üretim çalışanlarını da destekleyebilir ya da onların yerine de geçebilirler.

Tablo 2.1. BT rolleri, amaçları ve BT altyapısı bileşenleri (Haag ve diğerleri, 2004)

BT'nin Roller ve Hedefleri	BT Altyapısı Bileşenleri
Çalışan verimliliğinde artış	<ul style="list-style-type: none"> - İstemci/sunucu ağ - İnternet - İtranetler ve extranetler - Yedekleme/Geri kazanma - Kayıpları kazanma planı
Karar almayı geliştirmek	<ul style="list-style-type: none"> - Bütünleşiklik - Kurumsal uygulama bütünleşikliği -(EAI) - Kurumsal uygulama bütünleşikliği yazılımları - Saklama araçları
Takım işbirliğini ilerletmek	<ul style="list-style-type: none"> - Doküman yönetim sistemi - Kurumsal bilgi portalları- (EIP) - İş akışı sistemleri
İşletme partnerleri-ortakları ve acentaları oluşturmak	<ul style="list-style-type: none"> - Müşteri ilişkileri yönetimi sistemleri (CRM) - Satış gücü otomasyonu- (SFA) - Elektronik katalog - Tedarik zinciri yönetimi sistemleri (SCM)
Evrenselliği ulaşmayı mümkün kılmak	<ul style="list-style-type: none"> - İnternet servis sağlayıcı (ISP) - Uygulama servis sağlayıcı (ASP) - Düzenleme kolaylıkları - Server sahaları
Organizasyonel dönüşümü kolaylaştırmak	<ul style="list-style-type: none"> - Kurumsal kaynak planlama (ERP) ve kurumsal yazılımlar - Veri ambarları - Altyapı dokümantasyonu

Bir imalat sistemi için temel olan bilginin akışını gösteren Şekil 2.3' de görülmektedir.



Şekil 2.3. İmalat bilgi akışı (Golshani, 1999)

Bir işletme, çoğu faaliyeti içeren bir entegre işletme operasyonu olarak çok iyi bir şekilde anlaşılmalıdır. Gerçek bir işletmede, tüm imalat fonksiyonları arasında güçlü bir bağımlılık mevcuttur ve bu bağımlılık fonksiyonlar arasında bilgi akışının bir yansımasıdır. Bir işletmenin her fonksiyonu ve alt fonksiyonu tüm sistemin bir bütünleşik parçası olarak çalışmalıdır (Raczowsky ve Reithofer, 1998).

Bilgisayar destekli teknolojiler, yazılım ve donanım, sabit (hard) teknolojiler olarak bilinirler (MRP, ERP, CAD, robotik, vizyon

sistemleri, kablosuz teknolojiler, sayısal kontroller, BBİ, makine taşıma, MES-İmalat Yürütme Sistemi ve internet). Bu sabit teknolojiler işletmelere kalite, verimlilik, maliyet azaltma ve tepkisellik alanlarında yetki verir. Esnek (soft) teknolojiler de giderek artan şekilde işletmelere katkı sağlamaktadır. JIT, kalite yönetimi, toplam önleyici bakım, güvenilirlik merkezli bakım, istatistiksel kontrol bunlara örnektir. Esnek teknolojiler işletmelere takım çalışmasında verimlilik artışı, problem çözümü ve karar almada ilerleme, artırılmış kalite, maliyet azaltma, ve cevap süresinde kısalık gibi yardımlarda bulunur (Watson, 2006).

Teknoloji ve malzemelerdeki gelişmeler, mevcut endüstrilerde bir gelişme ya da elemeye yol açmıştır. Teknolojik değişimleri bünyesine yansıtabilen endüstriler ayakta kalarak sürekli gelişen bir yapı sergilemektedirler. Bu nedenle, teknolojideki meydana gelen her bir yenilik üretim sürecinin yapısını kökten değiştirmiştir. Yeni imalat teknolojileri, büyük ölçüde bilgisayarlara dayalıdır. Bilgisayarların fabrikadaki üretim akışı içinde kullanılması, bilgisayarların desteğiyle bir dizi gelişme meydana getirmiştir (Dinçmen, 1991).

Teknolojik değişimin bir belirleyicisi olarak BT, gelişmiş ülkelere ve BRICS (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika Cumhuriyeti) ülkelerine bir dijital devrim yaşatmıştır. BİT' in bu etkisi diğer gelişmekte olan ülkelerde de hızla yayılarak büyüme beklentilerinin ve yönetsel değişikliklerin oluşmasına neden olmaktadır. Bilişim teknolojileri sektör düzeyinde çok yaygın bir iletişim ağı kurulmasını sağlayarak mal ve hizmetlerin yerel ve ulusal olarak kolayca dağıtılmasına ve bunun bir sonucu olarak da ekonomik

bir kazanç elde edilmesine imkân verebilmektedirler. Bilgisayar ağları, iletişim ve işbirliği engellerini ortadan kaldırarak sinerji oluşumunu ve ortaklaşa girişimciliği desteklemektedir. Artan ağlaşmanın sonucunda ise kontrol ve kumanda faaliyetleri kolaylaşmaktadır (Kaynak ve Yılmaz, 2016)

2.3.1. İmalat bilişim sistemleri kategorileri

Aşağıda verilen tabloda (Tablo 2.2) imalat bilişim sistemlerinin kategorileri, fonksiyonel yapıları ve örnekleri bulunmaktadır. Bu tabloya göre ilk kategorideki sistemler imalat otomasyon sistemleridir. Bilgisayar temelli imalat uygulamalarında yaygın olarak görülürler. Üretim çalışanları, manuel operatörler bilgisayar kontrollü makineler ile yer değiştirirler. Bu kategorideki sistemlerin çoğu montaj operatörleri tarafından yapılan iyi yapılanmış operasyonel çalışmaları yürütmesi için kullanılırlar. Bu sistemler ciddi anlamda maliyet düşüklüğü sağlamaktadırlar.

Tablo 2.2. İmalat bilişim sistemleri kategorileri (Xu ve Kaye, 1997)

Sistem Kategorileri	Sistemlerin fonksiyon Yapıları	Sistem Örnekleri
İmalat operasyon prosesleri, otomasyon sistemleri	İmalat, mühendislik ve tasarım proseslerinin otomasyonu	CAM,CAD,CAE,CAPP Planlama, Robotik, İmalat otomasyon etmenleri
İmalat proses kontrol ve izleme sistemi	İmalat proseslerinin optimizasyonu, izlenmesi ve kontrolü	MRP, JIT, EOQ(Ekonomik Sipariş miktarı), ROP (Tekrar Sipariş açma noktası), En kısa yol, Malzemeler, işlemdeki ürünler ve ürün veritabanları
Stratejik İmalat bilgi sistemi	Karar alıcılara stratejik imalat bilgileri tarama, sentezleme ve raporlama imkanı	Metin verilerinin anlamsal araştırması Veri ambarları Veri izleme ve etmen tarama Veri dönüştürme Elektronik gazete-katalog

İkinci kategori model temelli sistemleri içerir. Üretim prosesinin etkili kontrolü ve izlenmesi için ve üretim amaçlarını maksimize etmek için model içerikli sistemler uygulanır. Malzeme planlamadan, envanter kontrolüne, taşıma rotalamadan üretim çizelgelemeye, proses kontrole, işgücü değerlendirmesine ve kalite kontrole kadar geniş aralıktadırlar. Bu sistemler üretim performansı takibi ve günlük yönetsel görevlere bağlantı için denetleme seviyesindeki yöneticilere imkan sağlarlar. Üçüncü kategori, en üst

seviyede imalat stratejik yönetimi için bilgi işleme sistemleri içerir. Bu sistemler imalat direktörlerine dahili ve harici kaynaklardan stratejik bilgiler sağlarlar. Bu sistemlerin uygulamaları imalat alanında çok geniş olarak raporlanmamıştır (Xu ve Kaye, 1997).

2.3.2. İmalatta bilişim teknolojileri trendleri

Bilişim teknolojileri, yeni pazar konumunda tepki geliştirebilen imalatçılara uygun araçlara sahiptir (Karar almayı destekleme, proses planlama, kaynak çizelgeleme ve üretim akışı vb.). İlk zamanlarda, önceden özel bir fabrika için spesifik yazılım ve donanım sistemleri geliştirilmiştir. Fakat ilerleyen zamanla birlikte bu alanda yeni trendler de ortaya çıkmaktadır. Bunlardan bir tanesi uluslararasılaşmadır. Uluslararasılaştırma kavramı artan bir eğilimdir ve özel şirketleri ve imalatın tüm alanlarını etkiler. Eğer bir şirket hala uluslararasılaşma sürecini sağlamamışsa bir başka ülkeden ürün alması ya da satması imkansızdır. Bazı problemleri ise, müşteri yönlendirmesi, devlet politikaları ve kendi ülkesindeki şirketlerle olan sert, sıkı rekabettir. Bu anlamda işletmelere yardımcı olacak araçlar gelişen tekniklerdir.

Teknik Gelişme Trendleri: Bölüm 2’de sunulmuş olan temel teknolojik eğilimlere ilave olarak imalat sistemine yönelik teknik gelişme eğilimleri aşağıdaki gibi sunulabilir:

- Teknolojideki genel eğilim standardize edilmiş donanımların (PC’ler, Unix iş istasyonları gibi) kullanılmasıdır.

- İmalat sistemlerindeki diğer bir anahtar teknoloji ise, iletişim teknolojileridir. Yerel ve geniş alan ağlar yaygın kavramlarda sonuçlar verir.
- Kablosuz teknolojiler bilgisayar uygulamalarında bir arayüz görevi görmesi için imalat organizasyonlarına entegre edilmişlerdir. Kablosuz teknolojilerin kullanımı organizasyonlarda altyapı maliyetini azaltır. Bunlar kişisel dijital yardımcılara (PDA), robotlara, taşınır donanımlara (bilgisayarlar ve telefonlar gibi) bağlantı için kullanılabilir. Anten ve uyduların kullanımı ile, kablosuz sistemler ses ve veri şeklindeki bilgileri almaya ve göndermeye yetkilidirler (Watson, 2006; Raczowsky ve Reithofer, 1998).

İmalatta Spesifik Trendler: Yeni teknolojilerin ortaya çıkmasıyla, ofisler ve atölye arasında bilgi değişiminin otomasyonu daha kolay bir hale gelir. İşletme ve kontrol sistemleri arasındaki otomasyon arayüzü pek çok avantaj sağlayabilir. Örneğin, işletme stok kapasitesinin optimum kullanımına olanak sağlayan ham madde ya da son ürün bilgisi gibi gerçek zamanlı bilgiye erişim hakkına sahip olacaktır (isa-95, 2005).

İmalat sistemini dikkate değer biçimde etkileyen önemli gelişmeler zeki makineler (sayısal kontrollü makineler, robotlar, otonom taşıtlar-araçlar) ile gerçekleştirilen zeki imalat ile ilişkilidir. Benzetim mühendisliği, bilgisayar destekli tasarım, bilgisayar destekli mühendislik ve imalat entegrasyonu, masaüstü imalat gibi yeni konseptler de artık sıkça kullanılmaktadır. Yalın üretim, tam zamanında üretim gibi yeni gereksinimlerin de varlığı iyice ortaya

çıkmiştir. Yeni üretim paradigmaları olarak detayları aşağıda verilmiş olan sanal fabrika, holonik sistemler, parçasal (fractal) fabrika ve çevik imalat ifade edilmektedir (Raczkowsky ve Reithofer, 1998).

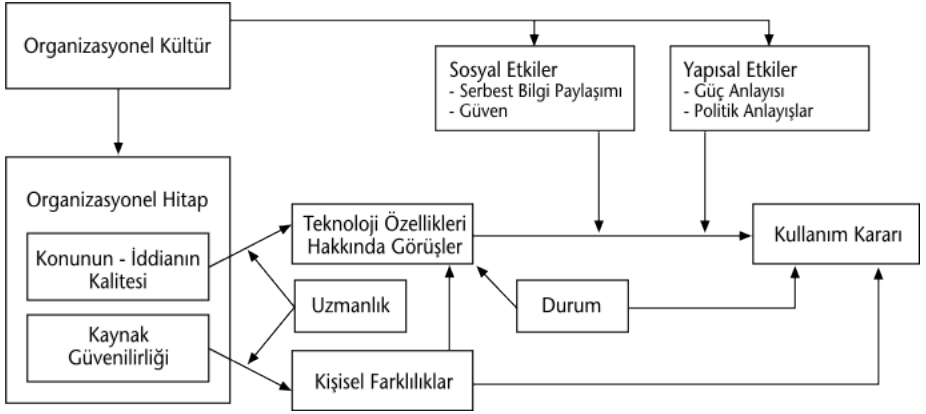
2.3.3. Bir imalat işletmesinde teknoloji kullanımına ve bilişim yatırımına karar verme

Bir işletmede teknolojinin kullanılıp kullanılmayacağına işletmenin tepe yönetimi tarafından karar verilir. Bunun için analiz-değerlendirme teknikleri kullanıldığı gibi değerlendirme teknikleri kullanılmadan direk olarak kullanmaya karar verildiği de sık gözlenen bir durumdur. Kuramsal olarak, bir işletmeye sunulan yatırım projesinin sağlayacağı çıktılar, girdilerden büyük ise proje kabul, değilse red edilir. Projelerin ekonomik analizleri proje girdi ve çıktılarının parasal olarak ifade edilebilmesi halinde fayda-maliyet analizleri, parasal olarak ifadesinin mümkün olmaması halinde ise maliyet-etkinlik analizi çerçevesinde yapılır (DPTM 2007). Fakat analiz için kullanılan teknikler bunlarla sınırlı değildir. Fakat genelleştirme adına bu iki teknikten bahsedilebilir.

Yatırımlar gerçekleştirilirken her teknolojiyi uygulamaktan ziyade, gerekli olan teknolojilerin etkin ve stratejik şekilde gerçekleştirilmesi önemli bir husustur. Rakiplerin bilişim alanında yaptığı yatırımların, harcamaların söz konusu olan işletme ile kıyaslamalar yapılması işletmeye yeni ufuklar açacaktır. Bu farklı durumlar farklı stratejiler geliştirilmesinden kaynaklanır. Unutulmaması gereken nokta, fazla yatırım yapmanın her zaman için

karlı olmayacağıdır. Geliştirilmiş olan strateji sayesinde daha az maliyetli olan bir sistemle daha fazla başarı da sağlanabilir.

Genel bir ifade ile bir işletmenin teknoloji kullanımına ve bu amaçla da yatırımlar yapmasına karar vermesini ifade eden modelin şekli aşağıda verilmiştir (Şekil 2.4.)



Şekil 2.4. Teknoloji kullanım kararı bütünleşik modeli (Jackson, 2006).

Modele göre, organizasyonel kültür özellikleri kalite ve kaynak güvenilirliği tartışmalarını etkiler. Bu faktörlerin uzmanlık etkisi ile, bir teknoloji hakkındaki kişisel görüşleri ve kişisel farklılıklar hakkındaki görüşleri etkiledikleri tahmin edilebilir. Bu tahminlere göre uygulamanın kullanılabilirliği ve özellikleri hakkında uzmanlık seviyesine göre bu teknolojilere güvenme eğilimi getirir. Yani daha yüksek seviye uzmanlıklarla bir teknolojiyi kullanmaya dair görüşün güven kazanması sağlanacaktır. Kültürel özellikler ayrıca kantitatif-miktarsal ve kalitatif-nitel çerçevede belirtilen sosyal ve yapısal etkileri de etkiler. Sosyal ve yapısal etkilerin, inanışlar ve kullanım arasındaki bağı yumuşatması beklenir (Jackson, 2006).

2.3.4. İmalat otomasyonları

Gelişmiş ürün taleplerini gerçekleştirmek için kitle üretimini kolaylaştıran şey mekanikleşmedir. Bunu sağlamak için kitle üretim hatları ve sabit otomasyonlar yaratılmıştır. Otomasyonun temel amacı tesis boyunca üretimi hızlandırmaktır. Her bir fonksiyonel birimdeki özerk otomasyonlar, otomasyon adalarını oluşturmuştur. Veri paylaşımındaki hatalar ile otomasyon adalarındaki diğer uyumsuzluklar imalat sanayini sürekli olarak rahatsız etmiştir.

İmalat otomasyonları ileri imalat teknolojilerinin temel taşlarındandır. İmalatta otomasyon, parçalar üretmek ya da montajlamak için makine ya da makinalar grubunun otomatik olarak kontrol edilmesi işlemidir. Makinalar, araçlar ya da teçhizatlar insan zekasını ve tecrübesini simüle eder. İnsan zekası, imalat ekipmanlarında bilgisayarlı geri besleme ile elektriksel olarak ya da mekanik olarak benzetimdir (Biekert, 1998).

İmalat maliyetini azaltma, kaliteyi artıma ve değişik pazar koşullarına uyum sağlama gerekliliği, imalat sektöründe otomasyonun önemini artırmıştır. Otomasyonda anlamsal olarak genişleyerek, salt ardışık işlem kontrolü değil, aynı zamanda atölye tabanındaki imalat faaliyetlerinin koordinasyonu ve imalatı düzenleyici anlamda sistem takibini de içerir hale gelmiştir. Bu da atölye kontrol sistemlerini (AKS) doğurur. Atölye Kontrol Sistemleri (AKS) en genel anlamda iş planlaması, ilerleme görüntülenmesi, durum raporlanması ve düzeltici faaliyetleri kapsar. Atölye kontrolü kullanıcıya, gerçek zamanlı işlem kontrolü için gerekli sistem durum raporunu sağlar. Sistem,

genişletilmiş anlamıyla otomasyon kavramının bir parçası olarak kabul edilebilir.

Modern bir atölye birçok esneklik düzeyinde, birbirleriyle değişik imalatçıların yaptığı birçok konveyör ve taşıma sistemleri ile bağlı birçok tezgahdan oluşur. Bu sistemler kontrol amaçlı inşa edilmiş birçok bilgisayar veya mikro bilgisayarlar içerirler. Bu bilgisayarlar gerekli yazılım ile donatıldıklarında veri depolama, haberleşme veya karar verme gibi birçok işlevi yerine getirebilirler. Fakat çoğu zaman bu sistemler dağınık bir biçimde bulunurlar. Bu dağınıklık sisteme içinden çıkılması güç bir karmaşıklık getirir. Bu karmaşıklığın aşılabilinmesi için yüksek yazılım teknolojisi ile desteklenmiş, yüksek otomasyon teknolojisine ihtiyaç vardır (Ünver ve diğerleri, 2001).

İmalat otomasyon teknolojilerini listeleyen tablo (Tablo 2.3.) aşağıda verilmiştir.

Tablo 2.3. Otomasyon Teknolojileri (Cohen ve Apte, 1997)

Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD)	Ürün tasarımcılarına destek olan yazılım sistemidir. Bu sistemler 1) ürün ve bileşenlerin planlanması ve tasarımını destekler 2) ürün görüntülerini gösterir ve işler 3) tamamlanmış ürünün tasarım çizimlerini oluşturur, 4) ürün imalatı için spesifikasyonlar (tanımlamalar) geliştirir.
Bilgisayar Destekli Mühendislik (CAE)	Ürünler için bileşenlerini ve malzemelerini seçerken ve mühendislik performans analizlerinde tasarım mühendislerine destek sağlar (tasarlanmış ürünün performans analizi ve matematiksel modellemesinde)
Grup Teknolojisi (GT)	Parçaları ve ürünleri geometrik, mühendislik, imalat, malzeme ve diğer özelliklerine göre sınıflandırmak ve kodlamak için bir sistemdir. GT yazılımı sınıflandırmayı ve parça verilerinin (tasarım verileri, rota verileri vs.) geri kazanımını desteklemek için olan bir yazılım kadar iyi bir şekilde bir kodlama şeması içerir. Aynı zamanda ekipmanların hürelere yerleşiminde de yön gösterir.
Bilgisayar Destekli Proses Planlama (CAPP)	Bir parça üretimi ya da montajı için detaylı bir proses planı geliştirmek amacıyla bilgisayar kullanımını ifade eder.
Otomatik Malzeme Taşıma (AMH)	Malzemelerin, parçaların ya da montaj ekipmanlarının enerjili araçlarla, konveyörlerle ya da robotlarla otomatik olarak taşınmasını ifade eder.
Görme Sensörleri	Bilgi elde etmek ve/veya makineleri ya da prosesleri kontrol etmek amacıyla gerçek bir alandaki nesneyi otomatik olarak alıp yorumlayarak optik ya da kontak olmayan algılama için araçlar kullanılır.
Programlanabilir Mantıksal Denetleyiciler (PLC)	Parçaların ya da işlemlerin özerk parçalarının operasyon fonksiyonlarını (açma/kapama, zamanlama, sıralama, işleme gibi) kontrol etmek için kullanılan programlanabilir bir araçtır (bilgisayar)
Bilgisayarlı Sayısal Kontrol Makineleri (CNC)	Rakamları ve sembolleri kullanarak makine araçlarının hızını ve durumunu kontrol etmek için talimatlar veren bir bilgisayar/makinedir.
Robotlar	Çok fonksiyonlu bir uzaktan elle çalışan bir aygıt ile programlanabilir bir cihazdır. Parçaları ya da araçları bir noktadan başka bir noktaya taşırlar. Fonksiyonel olarak günümüz robotları bir insan koluna benzerler.

Lokal Alan Ağı (LAN)	Herhangi bir ofiste, binada, fabrikada, kampüste ya da benzeri bir yerde hızlı veri akışını destekleyen iletişim sistemidir. Pasif bağlantılı topoloji türleri altında girdi ve çıktı araçlarını bağlantılı hale getirir.
Esnek İmalat Sistemleri (FMS)	Bir parça türünü üretirken bir çok özel otomasyon teknolojileri ve esneklik göstergesini içine alan bir sistemdir. Tipik bir FMS merkezi bir bilgisayar kontrolünde CNC makineleri ve AMH sistemlerini içerir.
Malzeme Planlama (MRP)	İhtiyaç Sistemi Üretim ya da tedarik için gerekli olan malzeme, parça ya da alt montaj parçalarının gerekli olan miktarı için zaman aşamalı bir plan oluşturmak için bir sistemdir. MRP sistemleri bu planı oluşturmak için ürün ana üretim çizelgesini, ürün ağacını, çeşitli ürünlerin, parçaların ve alt montaj ekipmanlarının mevcut stok seviyesini kullanırlar.
İmalat Gereksinimleri Sistemleri (MRPII)	Kaynak İletişim İletişiminin planlama kararlarını İmalat ya da imalat harici fonksiyonlara bağlayan bütünleşik, hiyerarşik bir yaklaşımdır. Malzeme tedariki, bütünleşik üretim çizelgeleme, fabrika kapasite yükleme programı, dağıtım, sipariş gerçekleştirme gibi imalatla ilgili kararları imalat dışı fonksiyonlara (muhasabe, satış gibi) bağlamak için koordinasyon ve bilgi akışı desteklenir.

2.4. İleri İmalat Teknolojileri-İİT

Günümüzde, ekonomik açıdan globalleşmeye doğru giden bir dünyada oluşan yoğun rekabet firmaları oldukça zor durumda bırakmaktadır. Bu yüzden firmalar zamanında teslimat, uygun kalite ve uygun fiyat gibi hususlarda rekabet edebilmek için ileri imalat teknolojilerini kullanmaya yönelmişlerdir (Ayağ, 2003). İleri imalat teknolojileri (İİT) genel olarak bir imalat işletmesi için veri sürücülü bir bilgisayar bütünleşikliği gibi iyi esneklik sağlayan sistemler olarak tanımlanırlar ve İİT'lerin kullanımı şirketlere koydukları rekabetçi hedeflerine ulaşmada yardımcı olurlar. İmalat teknolojilerinde

kullanılan bir teknolojik uygulamayı gösteren İİT; daha az insan gereksinimi ile proses aktivitelerini yerine getirecek kadar zekidir. İİT'ler yarı otomatikten tam otomatiğe kadar sistem ya da elemanları içerir (Nagalingam ve Lin,1999).

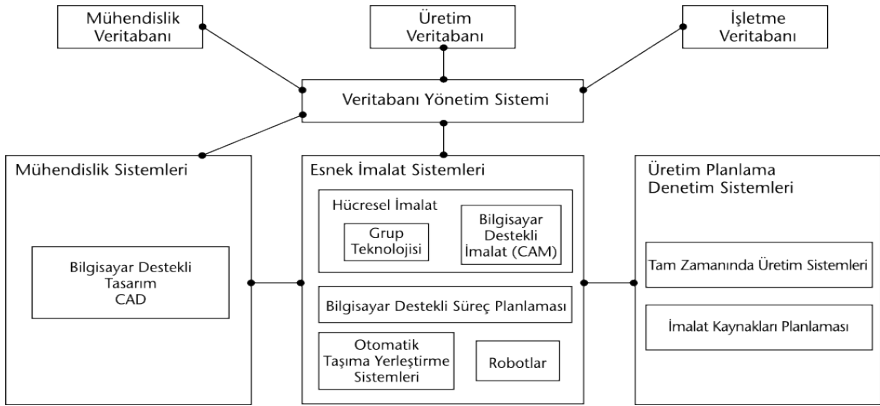
İleri imalat ekipmanları imalat süreci üzerinde rekabet gücünü önemli ölçüde etkileyen birçok yeni niteliğin ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Üretilen ürün ve üretim ekipmanlarının hacimce küçük olması, üretim süreci ve ürünlere güvenilirliğin artması, uyumlu olma, modüler olma, bölünebilirlik, işlem hızı ve düşük enerji tüketimi bu tip niteliklerdendir. Fiziki hacmin küçük olması, yerden tasarruf edilmesine ve üretim süreci ve ürünlerin üretiminde tercih olanaklarının fazla olmasına yol açmakta ve büyük miktarlarda bilginin işlenmesi ve depolanmasına imkan tanımaktadır. Yeni ürün ve ekipmanların üretimi ve dizaynı, hepsi bir araya getirildiğinde bir bütünün (sistemin) parçalarını oluşturan çok fazla sayıdaki modül, program veya birim tarafından üretilebildiği için tüketicilerin farklı ve karmaşık taleplerine küçük partiler halinde büyük miktarlarda üretimde bulunmak suretiyle cevap vermeyi (esnek üretim modeli) kolaylaştırmaktadır (Aktan ve Vural, 2003).

İleri 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 (BBİ) sistemidir (Ayağ, 2003).

2.5. Bilgisayar Bütünleşik İmalat-BBİ (CIM)

İmalat sisteminde bilişim teknolojisi üst yapıda “Bilgisayarla Bütünleşik İmalat” (Computer Integrated Manufacturing-CIM) olarak kendini göstermektedir (TÜBİTAK, 1996). İmalat sistemindeki bilgi akışından malzeme ve parça akışına, bunların işlenmesine, malzeme ve parça ürün tasarımından imalatına kadar olan geniş yelpazenin her noktasının bilgisayar desteğinde ve tüm sistemi kapsayan bir bütünlük içerisinde ele alınmasını ifade eden Bilgisayarla Bütünleşik İmalat, sistemde köklü teknolojik yenilenmenin ve büyük üretim verimliliği artışlarının kaynağını oluşturmaktadır (Karadal ve diğerleri, 2002). Bir BBİ sisteminin yapısı Şekil 2.5’de verilmiştir.

BBİ’in uygulanmasında başarılı olmak için ilk şey ileri imalat teknolojileri (İİT) bütünleşikliğinin (entegrasyonu) başarılmasıdır.



Şekil 2.5. Bir bilgisayar bütünleşik imalat sistemi genel yapısı (Eraslan, 2007)

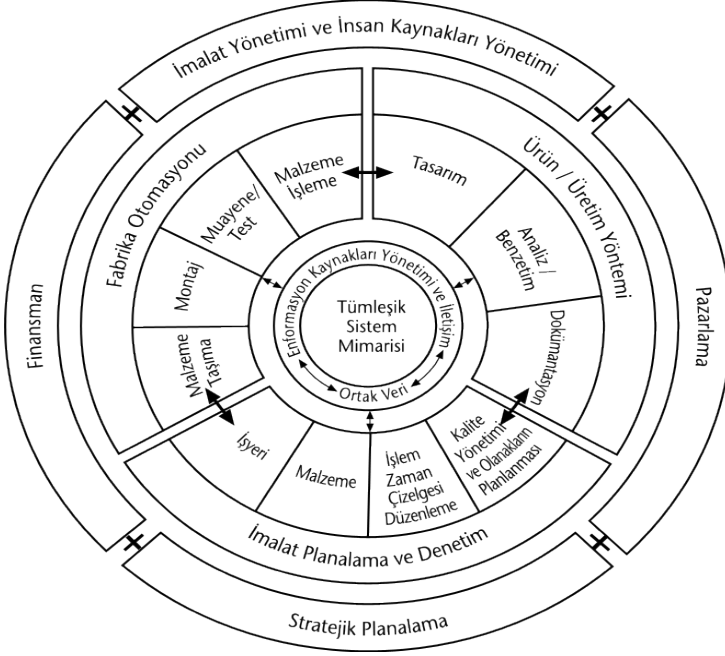
Tablo 2.4 bir BBİ sisteminin bileşenlerinde İİT’lerini vermektedir.

Tablo 2.4. Bir BBİ sisteminin dört bileşeninde İİT'ler (Sun, 2000)

Bütünleşiklik seviyesi	BBİ bileşenleri ve bunların İİT'leri			
	Tasarım ve Kontrol	Planlama ve Montaj	Bilgi Yönetimi	Fabrikasyon Mühendislik
Bağımsızlıktan bütünleşikliğe	CAD CAE CAPP	MRP MRP II	LAN WAN Paylaşımlı veritabanı BBİ	NC/CNC CAI/T/T FMS/FAS APL/U ATC Robot AS/RS AGV

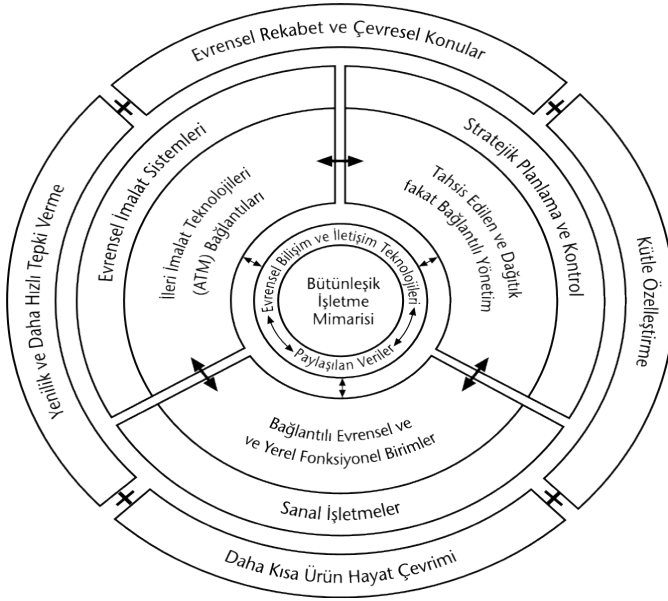
Bir BBİ sisteminin işlevleri Şekil 2.6' da görülen CASA/SME'nin (Computer and Automated Systems Association of the Society of Manufacturing Engineers) bilgisayar bütünleşik imalat çemberi ile kolayca açıklanabilir. Bilgisayar bütünleşik imalat sistemi malzeme taşıma, montaj, muayene/test ve malzeme işleme işlevlerinin otomasyonu; ürün ve üretim yöntemlerinin tasarımı, analizi, benzetimi, dokümantasyonu; işlem-zaman çizelgesi düzenleme, kalite yönetimi ve olanakların planlanması, iş yeri ve malzeme planlama ve denetim elemanlarını içinde barındıran bir bütündür. İdeal bir bilgisayar bütünleşik imalat sisteminde bu elemanların ortak bir veri tabanı aracılığıyla bağlanmış olması ve dolayısıyla sürekli olarak birbirlerinin durumundan haberdar olmaları beklenir. Bunların yanında finansman sağlama, imalat yönetimi, pazarlama ve stratejik planlama işlevleri de şirketin hedeflerine ulaşmasında önemli rol

oynayan yapı taşlarıdır ve bilgisayar bütünlük imalat sisteminin içinde yer almaktadır.



Şekil 2.6. CASA çemberi (TÜBİTAK, 1996)

Evrensel pazarın rekabetçi ve atık gereksinimleri sadece sanal işletmelerde karşılanabilir. Sanal BBİ ve uygulamalarının dünya çapında imalat endüstrilerinde uygulaması mevcut pazar gereksinimleri araştırmalarında daha iyi bir gelecek sağlamak için ortaya konmuştur. Evrensel dağıtık işletmelerin BBİ uygulamalarında stratejik ve bütünlük yönetimin öneminde vurgu yapan, gelişen BBİ prosesinin sunumu için ve sanal BBİ için mevcut ihtiyacı yansıtmak için yeni bir BBİ çemberi (Şekil 2.7) geliştirilmiştir.



Şekil 2.7. Günümüz evrensel pazar şartlarını sağlayan yeni BBİ çemberi (Nagalingam ve Lin ,1999).

Sanal BBİ çemberi kapsamı İmalat Mühendisleri Derneği (Society of Manufacturing Engineers) tarafından geliştirilmiş olan BBİ çemberi ile paraleldir ve şunları açıklar (Nagalingam ve Lin ,1999):

- En dıştaki daire dünyanın durumunu sunar. Küresel rekabet, çevresel konular, müşteri gereksinimini tatmin edecek miktar ayarlama, daha kısa ürün hayat çevrimi, yenilikçi ürünler için gereksinimler ve daha hızlı cevap verme gibi karakteristikleri belirler
- İkinci daire, evrensel sistemi ve durumu belirtmek için gerekli olan kavramları sunar.
- Üçüncü daire, kavramların ve sistemlerin nasıl gerçekleştirileceğini açıklar

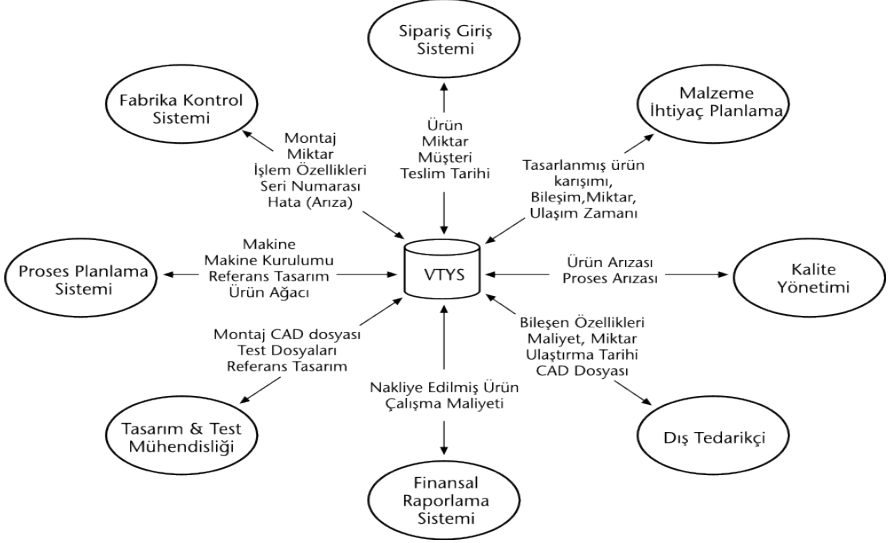
- Dördüncü daire, evrensel bilgi ve iletişim bağlantıları için gereksinimleri ve sistemler arası bilgi paylaşımı ihtiyaçlarını ifade eder
- En içteki daire ise bir bütünleşik mimarinin tamamında evrensel bütünleşik işletme olarak BBİ sonucunu sunar.

2.5.1. BBİ'in başarısında bilişim teknolojileri

Bilgi toplumunun da büyümesi sayesinde BT geleceğini düşünen organizasyonlar için oldukça önemli hale gelmişlerdir. BT'ne yapılacak olan yatırımın ve organizasyonun sahip olduğu diğer şeyler arasında doğrudan bir ilişki mevcuttur (Adam ve Garry, 2000)

Organizasyonlarda BT iki şekilde kullanılmaktadır. İlki, yönetsel olarak kullanılmasıdır. Bu da organizasyonun kelime işlemci, faturalama gibi dahili işleriyle ilgili olarak kullanılan BT uygulamalarını ifade eder. İkincisi ise, fonksiyonel kullanımdır. Direkt olarak müşteriyle ilgili uzman sistemleri kapsar. BT, organizasyonların çevreleri ile olan ilişkilerini destekler. Organizasyonların uzaklık ve zaman farkı sorunlarını giderir. BT ile organizasyonun iç iletişimi etkili hale gelir (Ryssel ve diğerleri, 2002) Uzmanlar hassas, yeni koşullara adapte olabilen ve güvenilir bilgi sistemlerinin BBİ'e büyük destek vereceğinde görüş birliğine varmaktadır. Eğer bütün bilgilere ulaşılabilir bir durum gerçekleşirse en yüksek kaliteye doğru yol alınacaktır. Modası geçmiş ve etkisiz veri tabanları BBİ'in global bir seviyede uygulanabilirliğini tamamlamada sorunlara yol açacaktır. Bilgi sistemleri, BBİ'in uygulamasında ilerleme sağlanması konusunda kesinlikle BBİ'in

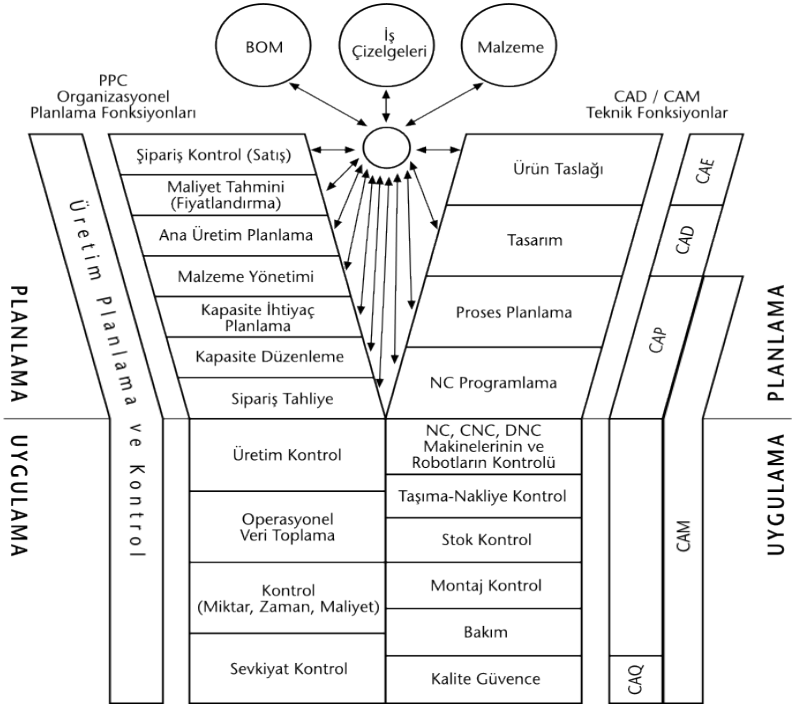
ayrılmaz bir parçasıdır (Eraslan, 2007). Bir imalat sisteminde entegre bilgi yönetimi için verilmiş olan görüntü Şekil 2.8’de verilmiştir.



Şekil 2.8. İmalat bilgi sistemi (Whelan, 1991)

2.6. Bilgisayar Bütünleşik İmalat Sistemi Bileşenleri

BBİ bir endüstriyel işletmede teknik ve operasyonel görevler için gerekli olan bütünleşik bilgi işlemeyi ifade eder. Operasyonel görevler üretim planlama ve kontrol sistemlerini (ÜPKS) sunar. Şekilde görüldüğü gibi (Şekil 2.9) çatalın sol tarafında ÜPK/PPC sistemleri yer alır. Daha teknik aktiviteler ise Y çatalının sağında yer alır. Bu bilgi sistemleri finansal ve muhasebe sistemlerine de veri sağlarlar.



Şekil 2.9. Üretimde bilgi-bilişim sistemleri (Scheer,1994)

2.6.1. Bilgisayar destekli tasarım (BDT-CAD)

BDT, bilgisayar sistemlerinin kullanılarak parça oluşturma, değiştirme, analiz ve tasarımın optimizasyonu gibi işlemleri kapsamaktadır. Bu sistemler yazılım ve donanım kısımlarından oluşur. Yazılım olarak, parçaların gerilme-şekil değişimi analizinin yapılabildiği programlar, mekanizmaların dinamik cevapları, ısı transferi hesapları ve NC parça programlama gibi örnekleri verilebilir (Yağmur, 2004)

Bağlantılı olması sebebiyle bu kısımda Ürün Veri Yönetimi, Grup Teknolojisi ve Hücreli İmalattan kısaca bahsetmek uygun olacaktır.

ÜVY/ PDM: Ürün veri yönetimi: ÜVY/PDM sistemleri bir BBİ işletmesi için ortak veritabanını desteklemek ve organize etmek için tasarlanmıştır. ÜVY sistemleri BDT verilerini saklar ve düzenler, fakat bu yaptığı tek fonksiyon değildir. ÜVY'nin öncelikli amacı, bir şirketin esas mühendislik ürün listesini (BOM) kontrol etmektir (Rehg ve Kraebber, 2005).

Grup teknolojisi (GT) ve hücreli imalat: GT, parçaların tasarım ve imalat benzerliklerine göre parça aileleri biçiminde gruplandırılması esasına dayanır. Hücreli imalat ise, oluşturulan parça ailelerinin imalat işlemlerini gerçekleştirecek tezgahların hücreler biçiminde gruplandırılarak yığın tipi üretimi, küçük parçalar halinde üreten, üretim aşamalarını kolaylaştırarak modernleştirmeye çalışan yeni bir yaklaşımdır (Çelebi, 2004).

2.6.2. Bilgisayar destekli imalat (CAM/BDİ)

BDİ bilgisayar sistemlerinin planlama, yönetme ve bir imalat sürecinin kontrolünde doğrudan veya dolaylı olarak kullanılarak yapılan işlemleri kapsamaktadır. BDİ şu fonksiyonları yerine getirebilmektedir: Tasarım, analiz, çizim, süreç planlama, parça programlama, program doğrulama, parça işleme, ve muayene (Yağmur, 2004). Hatfield (1998), BDİ ve BDT sistemlerinin getirilerinin en az % 40 olduğunu vurgulamıştır. Robotik Sistemler ve Esnek Üretim Sistemlerini Bilgisayar Destekli İmalat sistemi içinde bir bileşen olarak görmek mümkündür.

Robotik sistemler: Robotik Endüstrisi Derneğinin tanımına göre endüstriyel bir robot programlanabilir, çok fonksiyonlu işleyen,

malzemeleri, parçaları, aletleri veya özel cihazları taşımak için farklı görevleri yerine getirmek için programlanmış, tasarlanmış bir sistemdir.

Esnek üretim sistemleri (EÜS): EÜS, Bir malzeme taşıma sistemiyle birbirine bağlanmış, Bilgisayar Sayısal Kontrollü (BSK; CNC) ya da Sayısal Kontrollü (SK; NC) tezgahlardan ve bunların işleyişini kontrol eden bilgisayar sisteminden oluşan ve birbirinden farklı parçalar üretebilen bir üretim sistemi, olarak tanımlanabilir (TÜBİTAK, 1996).

2.6.3. Bilgisayar destekli mühendislik (BDM/CAE)

BDM, klasik elle yapılan işlemler için çok karmaşık olan ürünün operasyonel, fonksiyonel ve imalat parametrelerini hesaplamak için bilgisayar destekli teknikleri kullanarak mühendislik tasarımının analizi ve değerlendirilmesidir. Bu başlık altında incelenmesi gereken diğer alt bileşenler, İmalat ve montaj için tasarım (İVMT/DFMA), sonlu eleman analizi (SEA/FEA) ve prototiplemedir.

İmalat ve montaj için tasarım (İVMT-DFMA): İVMT ürün tasarımının başlangıcından itibaren üretim faktörlerini göz önünde tutan bir yöntem veya tasarım sürecidir. Bu tanım kavramlaştırmadan değerlendirmeye kadar her tasarım faaliyetinin pazar beklentilerini karşılayan bir tasarımın türetilmesine odaklanması gerektiğini ve başarılı bir biçimde imal edilebildiğini ifade eder.

Sonlu eleman analizi (SEA/FEA): SEA sonlu elemanlar adı verilen az sayıda yapı bloklarına nesneyi bölmekle elde edilen bir yapının veya devrenin fonksiyonel performansını analiz etmek ve

incelemek için kullanılan sayısal bir program tekniğidir ve mühendislik analizlerinde sıklıkla kullanılmaktadır.

Prototipleme: Prototip bir ürünün tam olarak üretimine başlamadan önce işlemsel özelliklerini değerlendirme oluşturmasıdır. Standart prototipleme için kullanılan araçlar klasik üretim tezgahlarıdır. Sanal prototipleme ve hızlı prototipleme olarak adlandırılan birçok farklı teknolojiler bir tasarımı değerlendirmek için gerekli zamanı azaltır (Rehg ve Kraebber, 2005). Prototipleme amacıyla kullanılan çok fazla sayıda teknik bulunmaktadır. Günümüzde sağlıktan otomotive kadar çok çeşitli alanda kullanımı mevcut olan 3-D prototipleme Bİİ imalatın güncel teknolojilerindedir.

2.6.4. Bilgisayar destekli süreç planlama (BDSP/CAPP)

Bir ham mamulün ürün haline dönüştürülmesi için gerekli tüm işlem, metot ve parametrelerin belirlenmesini içeren CAPP, CAD ile CAM arasında bir köprü işlevini görmektedir (Varol ve diğerleri, 2005).

2.6.5. Malzeme taşıma / stoklama eleman ve teknolojileri

Malzeme taşıma sistemleri endüstriyel veya ticari bir çevrede taşıma, stoklama ve malzeme kontrolü sağlayan bir bütünleşik sistemdir. Bileşenleri ise; Endüstriyel vagonlar, el kumandalı arabalar (2/4 tekerlekli, handlift, forklift), vinçler, yükleyiciler, konveyörler, monorailer, asansörler, otomatik yönlendirmeli araçlar (AGV), otomatik depolama ve geri toplama sistemleri (AS/RS)'dir. Otomatik

yönlendirmeli araçlar (OYT-AGV), taşıma, stoklama ve kontrol alanlarında etkin olarak kullanırlar.

2.6.6. Bilgisayarlı imalat kontrol elemanları (NC, CNC, PL)

Bilgisayarlı imalat kontrol sistemlerinde sıklıkla kullanılan elemanlar NC, CNC, DNC ve PLC'lerdir. NC ve DNC sistemlerin yerini güncel teknolojilerle donatılmış yeni sistemler olsa da imalattaki temel teknolojiler olarak bahsetmek yerinde olacaktır.

NC: Bir takım tezgâhında eğer iş parçası ile kesici takımın birbirlerine göre konumları nümerik değerlerden türetilen bilgi ile belirleniyorsa, bu takım tezgâhı nümerik kontrol altındadır denir.

CNC: Bir CNC makinesi, çeşitli makine araçları ile karmaşık kesimler yapabilen, programları depolama yeteneğine sahip bilgisayar destekli makinedir. Bilgisayarlı Nümerik Kontrolde temel düşünce takım tezgahlarının sayı, harf vb. sembollerden meydana gelen ve belirli bir mantığa göre kodlanmış komutlar yardımıyla işletilmesi ve tezgah kontrol ünitesinin parça programını edebilen sistemdir (Dinçel, 2006).

DNC: Doğrudan nümerik kontrol (DNC), birçok takım tezgâhının bulunduğu bir dizgede nümerik kontrol birimlerine gerekli verinin ve kontrol işaretlerinin geniş kapasiteli merkezi bir bilgisayar tarafından sağlanmasıdır.

PLC (Programlanabilir mantıksal denetleyiciler): PLC, patentli bir program dili kullanarak, çok çeşitteki imalat makineleri ve sistemlerinin kontrolünde kullanmak için tasarlanan özel amaçlı endüstriyel bilgisayarlardır (Rehg ve Kraebber, 2005).

2.6.7. Üretim sistemi yazılımları

CAD, CAM, CAE gibi bilgisayar bütünleşik imalat bileşenleri için tercih edilen yazılım programlarının haricinde üretim sistemindeki MRPII (Malzeme Kaynakları Planlama), ERP (Kurumsal Kaynak Planlama), CRM (Müşteri İlişkileri Yönetimi), WMS (Depo Yönetim Sistemi), CPM (Kurumsal Performans Yönetimi), PLM (Ürün Yaşam Çevrimi Yönetimi) gibi süreçlerde destek veren yazılımlar bu kategoride verilebilir. Yine özellikle yöneticilerin destek aldığı bir Karar Destek Sistemi yazılımı yada Yönetim Bilişim Sistemi yazılımını da sayabiliriz. Bu yazılımlar sayesinde işletme bünyesinde ürün ağaçları oluşturma, ana üretim çizelgesi oluşturma, kapasite planlama, zaman çizelgeleri oluşturma, otomatik satın alma siparişi oluşturma, müşteri memnuniyeti ölçme, değerlendirme, tedarikçi değerlendirme, tezgah/operasyon merkezi izleme-yükleme, rota planlama, talep-tahmin yönetimi, otomatik iş emri yayımlama, işletmenin tüm fonksiyonları arası bağlantı, detaylı raporlama işlemleri, karar almaya destek verme gibi bir sürü fonksiyonel işlemler çok daha kısa zamanda ve kolaylıkla gerçekleştirilebilir:

BÖLÜM 3. İMALATTA YENİ PARADİGMALAR ve DİJİTAL DÖNÜŞÜME GEÇİŞ

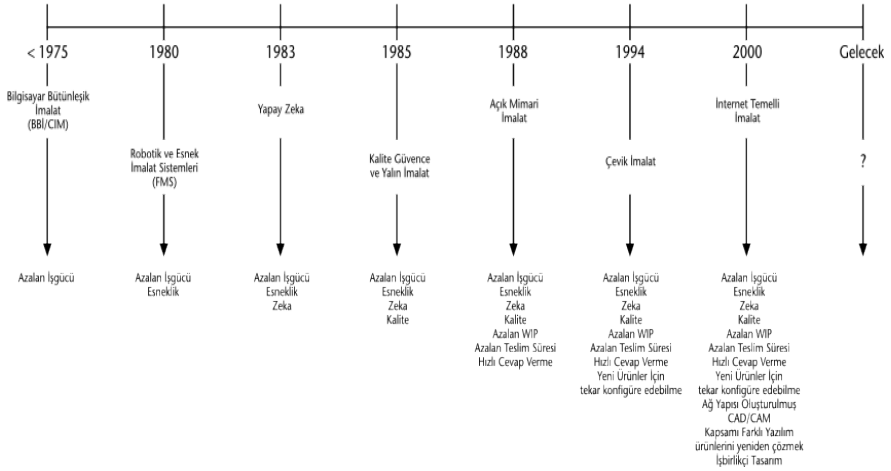
Bilişim teknolojilerinde yaşanan gelişmelerin üretim sistemine yansınmasıyla yaşanan gelişmeler yeni sanayi devrimini oluşturmuştur. Endüstri 4.0, Dijital Dönüşüm yada 4. Sanayi Devrimi olarak da adlandırılan bu üretim çağı oldukça geniş, ileri seviye teknolojik yapılanmaları bünyesinde barındıran bir oluşumdur.

İmalat sektöründe ileri teknolojilerin kullanılmasıyla değişime uğrayan geleneksel sanayi artık akıllı sistemlerin yer aldığı bir süreç olarak anılmaktadır. Geleneksel üretim süreçleri ile geleceğin üretim süreçleri arasındaki en keskin fark otonom sistem ve robotlar, insansız fabrikalar, IoT olarak bilinen nesnelerin interneti, büyük veri ve artırılmış gerçeklik temelinde yaşanan dijitalleşmelerdir (Dengiz, 2017).

İmalat sistemlerinde yaşanan bu gelişmeler ve yeni paradigmlar alt bölümlerde verilmiştir.

3.1. İmalatta Yeni Paradigmalar

Şekil 3.1., 1975-2000 yılları arasındaki imalattaki temel paradigmları göstermektedir. Şekilde verilenlerden başka tepkisel imalat, etmen temelli imalat sistemleri, iş süreçlerinin yeniden tasarımı/değişim mühendisliği gibi yeni kavramlar imalat sistemine dahil olmuştur.



Şekil 3.1. İmalatta temel paradigmlar (Wright, 2001)

Yeni teknolojilerin üretim sürecine uygulanması üretim sürecinin esnekleşmesine neden olmuştur. Operatör tarafından müdahale edilmesi gereken birçok sanayi işlemleri otomatik kontrol sistemi tarafından yerine getirilmektedir (Tokol, 2002). Bu gelişmelerle beraber artık işletmelerin yapılarında da değişiklikler görülmektedir. Geliştirilen yeni işletme modelleri de imalat sistemlerine de uygulanmaktadır. Bu modellerin önemlilerinden bazıları network (ağ) organizasyon, öğrenen organizasyon/fabrika/laboratuvar, sanal organizasyon, geleceğin fabrikası-insansız fabrika, zeki fabrika, e-işletme, dijital işletme, e-imalat sistemi ve web tabanlı sistemlerdir. Modern üretim sistemi yaklaşımları, tam zamanında üretim, yalın üretim ve eş zamanlı mühendislik, çevik imalat, değişim mühendisliği (BPR), tepkisel imalat, holonik imalat, yeşil imalat, etmen sistemler, sanal BBİ, bulut

tabanlı imalat sistemleri gibi kavramlar literatürde karşılaşılan yeni felsefelerdir.

Kavram olarak bazı terimler literatürde birbiriyle yakın yada eş anlamda bulunmaktadır. Yine de çalışmaya dair literatür taramasında elde edilen her bir kavram ayrı başlıklar halinde okuyucuların değerlendirmesine sunulmuştur. Öncelikle gelinen son nokta olarak Endüstri 4.0 kavramından, daha sonra diğer imalat sistemi oluşumlarından bahsedilecektir. (Oluşumlar kronolojik olarak verilmemiştir.)

3.1.1. 4. Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0

Dijital dönüşüm olarak da ifade edilen Endüstri 4.0 yaklaşımı iş dünyasına büyük fırsatlar ve kolaylıklar sunan bir oluşumdur. Endüstri 4.0 kavramı olarak ilk kez 2011 yılında kullanılmıştır. Almanya’da imalat gibi geleneksel sanayiye bilgisayarlaştırma yönünde teşvik etme ve yüksek teknolojiyle donatması projesini ifade etmek için kullanılmıştır.

Dijitalleşme süreci ile birlikte yerleşen geleceğin fabrikası kavramında akıllı ve etkileşimli üretim sistemleri, makineler ve diğer üretim ekipmanları yer almaktadır. Bu sistemde geleceğin fabrikasında enerji sisteminden, tedarikçisine ve dağıtım kanallarındaki her bir elemana kadar ortak standartlar ve geliştirilmiş protokoller ile haberleşme etkileşim mümkündür. Üretim ekosistemi denilen bu yapıda etkin yönetim böylelikle daha rahat gerçekleştirilebilir. (Banger, 2017). Yaşanan bu gelişmeler özellikle hizmet, lojistik, tasarım, imalat kavramlarını önemli ölçüde

etkilemiştir. Ancak ileri seviyede beklenen akıllı izleme ve akıllı kontrol olarak ifade edilecek bu iki temel beklenen nihai amaç tamamlanınca endüstriyel sistemlerin dinamik kontrolü, tam zamanlı algılama, oto kontrol gibi ileri seviye adımlar da atılmış olacaktır. Japonya’da ise “Society 5.0” başlığı altında Endüstri 4.0 hareketini başlatılmıştır. Benzer kapsamdaki faaliyetleri, sektörün ötesine geçerek; “akıllı toplumu” ifadesini kullanmayı tercih etmişlerdir. Bu konseptle insan faktörünü daha fazla öne çıkaran yepyeni bir vizyon belirlemeyi hedefleyen Japonya, toplum ve teknoloji arasında güzel bir ilişki kurulmasını hedeflemiştir.

Endüstri 4.0; yapay zeka, 3D (üç boyutlu) yazıcılar ve uzay teknolojisi gibi alanlarda meydana gelen ilerlemelerle birlikte bütün nesnelerin internet aracılığıyla birbirleriyle etkileşime geçebileceği “akıllı üretim” (smart manufacturing) olarak da tanımlanmaktadır (Yıldız, 2018). Akıllı fabrikalar üretim süreçlerinin artan karmaşıklığını, orada çalışan insanlar için yönetilebilir hale getirerek ve üretimin aynı anda çekici, kentsel çevrede sürdürülebilir ve karlı olmasını sağlamaktadır. Endüstri 4.0’ın “Akıllı Fabrikaları” iş ihtiyacını sensörlerle algılayıp, uzaktaki diğer üretim araçları ile internet vasıtasıyla iletişim kurup, ihtiyaç duydukları üretim bilgisini bulut sistemler içerisindeki “Büyük Veriden” (Big Data) çeken akıllı makineler ve sistemleri içermektedir. Burada, üretim araçlarının birbirleriyle kurdukları iletişim ve etkileşim internet aracılığıyla sağlanmaktadır. Burada tüm üretim kaynakları (sensörler, aktüatörler, makineler, robotlar, konveyörler, vb.) sadece otomatik olarak bilgi alışverişinde bulunmayacak aynı zamanda üretim sürecini kontrol

etmek ve fabrika sistemini yönetmek için makineleri öngörmek ve bakım yapacak kadar bilinçli ve akıllı olacaklardır. Buna ek olarak, ürün tasarımı, üretim planlaması, üretim mühendisliği, üretim ve servisler gibi pek çok üretim süreci, modüler olarak simüle edilecektir. Ayrıca, bu süreçler sadece bir merkezileştirilmemiş sistem tarafından komuta edilmeyecek aynı zamanda birbirine bağımlı bir şekilde kontrol edildiği anlamına gelen uçtan uca sistemiyle birbirine bağlanacaktır (Yıldız, 2018).

Endüstri 4.0 anlayışını yaratan ve onu sürekli motive eden temel lokomotif; bilgi teknolojileri, sensör teknolojileri ve telekomünikasyon alanında gerçekleşen gelişme-yaygınlaşma ve ucuzlamadır (Dengiz, 2017).

Endüstri 4.0, internetin ve SiberFiziksel Sistemler (CPS) olarak adlandırılan ve fiziksel ve sanal dünyayı bir araya getiren sistemler olarak kabul edilebilen benzeri görülmemiş bir bağlantı ile karakterize edilir. Daha doğrusu, "siber-fiziksel sistemler fiziksel süreçlerle hesaplamanın bütünleştirilmesidir. Bu, üretim sürecinde kontrol, gözetim, şeffaflık ve verimliliğin tamamen yeni bir derecesini sağlamaktadır (Yıldız, 2018).

Uzmanlar Endüstri 4.0 ile teknolojinin daha çok ön plana çıkacağını ve internetin kullanılma trendinin artarak devam edeceğini belirtmektedirler. Buna göre bazı öngörüler şu şekildedir:

- 2018 yılına kadar sanayide kullanılacak robot miktarı 3 milyonu bulacak. Birbiriyle iletişim halinde olan cihazların miktarı ise 13 milyardan 29 milyara yükselecek.

- Nesnelerin interneti pazarı 2020 yılına kadar 656 milyar dolardan, 1,7 trilyon dolara kadar artacak. Endüstriyel robotlar 0,6-1,2 trilyon dolar ekonomik etki meydana getirecek.
- 2025 yılında imalat süreçlerinde otomasyonun oranı %15-25 miktarında olacak. Bir ülkenin ekonomik büyüklüğü verimlilik artışına bağımlı hale gelecek.
- 2030 yılına kadar ise akıllı nesnelerin etkileşimi küresel ticaret hacminin yarısını kapsayacak. Ayrıca dijital teknolojiler; gelir dağılımı, verimlilik ve çevre üzerinde büyük bir paya sahip olacaktır (Çelik ve diğerleri, 2018)

Dijital Dönüşümün Sunduğu İleri Seviye Teknik ve Teknolojiler

Dijital dönüşüm kapsamında iş ve sanayi dünyasında ciddi oranda avantajlar sağladığı bilinen ve ilerleyen yıllarda etkin kullanımıyla avantajlar sağlaması beklenen son güncel teknolojiler, bunlarla sınırlı olmamakla birlikte-genel bilgi vermesi amacıyla aşağıda isim olarak verilmiştir:

- Nesnelerin İnterneti (IoT)
- Büyük Veri
- Bulut Bilişim
- Yapay Zeka ve Makine Öğrenmesi
- Sensörler ve Robotik
- Veri Madenciliği
- Kuantum Bilgisayar (Süper Bilgisayar)
- Sanal Gerçeklik (VR)- Artırılmış Gerçeklik

- Siber Güvenlik
- Blokchain
- Hibrid Bulut Teknolojileri
- Sanallaştırılmış Ağlar
- Çok Katmanlı Güvenlik
- 5G
-

3.1.2. Network (Ağ) organizasyon

Ağ organizasyon yapısı bilişim teknolojilerini bir omurga gibi kullanarak gereksiz bürokrasilerini azaltmış ve hiyerarşilerini yok ederek yatay ağlar şeklini kazanmıştır. Bilgisayar döneminden önce gelişen organizasyonlar büyük, bürokratik yapıda, yavaş değişebilen ve radikal gücü düşük organizasyonlardı (Laudon ve Laudon, 2006).

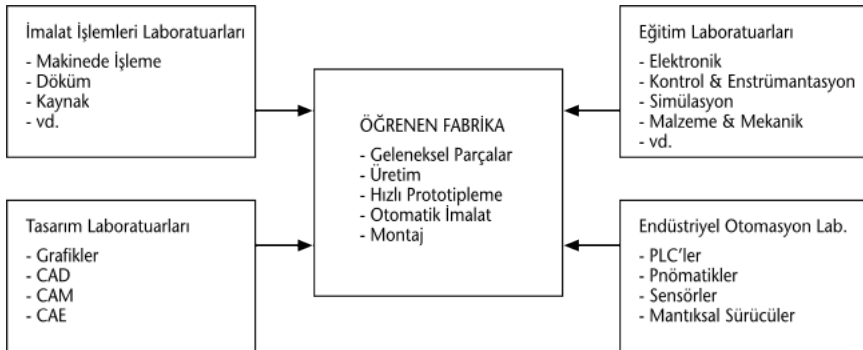
Endüstri 4.0, çeşitli şirketler, fabrikalar, tedarikçiler, lojistik, kaynaklar, müşteriler vb. arasında var olacak komple bir iletişim ağı anlamına gelmektedir. Burada her bölüm, ağdaki ilgili bölümlerin talep ve durumuna bağlı olarak gerçek zamanlı olarak yapılandırmalarını optimize etmektedir. Başka bir deyişle, gelecekteki iş ağı, kendi kendini organize eden bir statüye ulaşabilen ve gerçek zamanlı cevapları iletebilen her bir işbirliği bölümü tarafından etkilenmektedir (Yıldız, 2018)

3.1.3. Öğrenen organizasyon/fabrika/laboratuvar

Günümüzde rakiplerinden çok daha hızlı öğrenme ve değişim yeteneğine sahip olmak, sürdürülebilir rekabetin ve sürekli gelişmenin

temelini oluşturmaktadır. Bunun sonucu, günümüzün organizasyonları, pazarda kalabilmek ve rekabette başarılı olmak için kaçınılmaz olarak işletmeler kendilerini “öğrenen organizasyonlara” dönüştürmeye başlamışlardır.

Öğrenen Fabrika, uygulama tabanlı olan ve ürün gerçekleştirmeyi destekleyen bir kolaylıktır. Öğrenen fabrika sisteminin uygulama kapsamı Şekil 3.2’de gösterilmiştir. Şekle göre, öğrenen fabrika laboratuvar sistemleri odaklıdır. İmalat işlemleri, eğitim, tasarım ve endüstriyel otomasyon laboratuvar sistemleri bulunmaktadır. Bu sistem, ileri teknoloji hükümet laboratuvarı ve üniversitelerin işbirliği sonucudur.



Şekil 3.2. Öğrenen fabrika uygulama kapsamı (Jorgensen ve diğerleri, 1995)

Öğrenen Laboratuvarlar: Bu kavram tüm organizasyonda bilgi oluşturma ve kontrol etme üstüne kurulmuştur (Cohen ve Apte, 1997). Bilgisayarlı Öğrenen laboratuvarlar yapay zeka, parça tanıma, kontrol teorisi ve istatistik gibi paradigmaları farklılaştıran boşluğu

birleştirmek için tasarlanmış aktiviteleri gerçekleştirir (Langley, 2007).

Sanal bir makine işleme laboratuvarı, makine işleme pratik bilgilerini bir web temelli öğrenme sisteminde bir araya getirmek için geliştirilmiştir. Bu sayede çalışanlar laboratuvarında gerçek uygulama öncesinde tecrübe kazanırlar. Matkap, delme, frezeleme işlemlerinin sanal laboratuvarı benzetim ile gerçeğe mümkün olduğunca yakın olarak tecrübe edinilmesini sağlar (Jou ve diğerleri, 2005).

3.1.4. Sanal organizasyon/fabrika

Sanal fabrika, sanal bir çevrede gerçek bir imalat sisteminin dinamik davranışlarını tanımlayan yazılım modelleri ve uygulamaları sistemidir. Amaçları:

- Stratejik, taktiksel ve operasyonel karar verme proseslerine yardımcı olmak
- Ürün, proses ve imalat becerilerini geliştirmek
- Otomasyon kontrol sistemlerini geliştirmek ve
- Prosesler ve kaynaklar yönetimini geliştirmektir (Stanescu, 2002).

Sanal işletmelerin kapsamı geleceğin fabrikalarında ana mücadelede yardımcı olacaktır (Raczkowsky ve Reithofer, 1998).

3.1.5. Geleceğin fabrikası: İnsansız fabrika

Geleceğin fabrikası farklı bir iletişim modeline sahip olacaktır. Geleceğin fabrikasında insansız bütünleşik bir işlem düzeyine ulaşmak hedeflenmiştir. Bu tesislerde, insan gücünün üretim faaliyetlerinde fiilen çalışması söz konusu olmayacak; tamir bakım

faaliyetlerini yerine getirmek, bilgisayar sistemlerini programlamak, bilgisayar denetimli süreçleri izlemek, tesisin güvenliği ile ilgilenmek ve gönderme-teslim alma gibi dış çevre ile etkileşim gerektiren faaliyetleri yürütmek üzere sadece 5 ila 10 kişilik bir gruba ihtiyaç duyulacaktır (Biekert, 1998).

Avrupa imalat sektörü, BRIC (Brezilya, Rusya, Hindistan ve Çin) ülkelerinin rekabetinden dolayı yaşanan problemlere dair geleceğin fabrikalarını dizayn ederek, kamu – özel sektör ortaklığıyla (PPP – Public Private Partnership) 2020’de sanayinin payını % 20’ye çıkarmayı hedeflemektedirler. Bu bağlamda, “Akıllı Fabrikalar”, “Akıllı Tesisler” ve “Geleceğin Fabrikaları” kavramları önemli bir vizyon değeri taşımaktadır. Akıllı fabrikalara doğru gidişatı hızlandıran temel faktörler ise, teknoloji yeteneğinin hızla gelişmesi, küresel üretim ve talebin çeşitlenmesine bağlı olarak tedarik zincirindeki karmaşıklığın ve çeşitliliğin artışı, kaynak tedarikinde beklenmedik rekabet baskısı ve bilişim teknolojileri ile operasyonel teknolojilerinin buluşması şeklinde sıralanmaktadır (Bağcı, 2018).

3.1.6. Zeki fabrika

Bilişim teknolojilerinin zeki fabrikaya giden yolda önemli bir etkileşim olacağı aşikardır. Bilişim teknolojileri üretimin farklı aşamalarının zekice birbirleriyle bağlantısını gerçekleştirmekle görevlendirilmiştir. Bu da doğru zamanda, doğru yere, doğru bilginin erişimini sağlar. Mevcut çoğu yazılım ve donanım adaları tutarlı bir zeki fabrikaya bilişim teknolojileri vasıtasıyla bağlanmış olacaktır. Başarılı zeki fabrika montajdan, çevrim içi bakıma kadar planlamadan

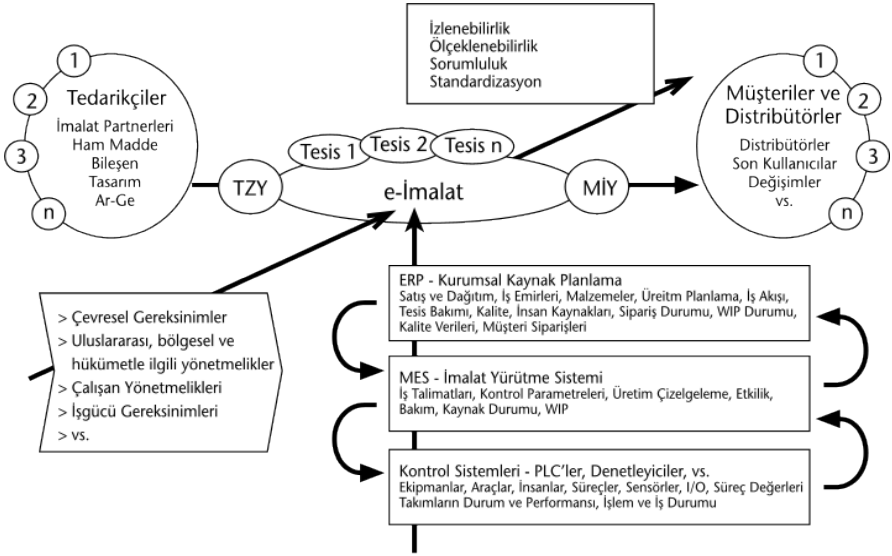
sağlanan istikrarlı verilerin hızlı ve uniform bir şekilde sıralama kapasitesinde olacaktır, gerekli bilgiler sadece gerekli yere iletilecektir (Spear, 2006). Amerika’da yapılan bir çalışmada (IMR, 1996) zeki bir fabrikadan bahsedilmektedir. Bu çalışmada teknolojik ürünler kullanılarak bir proje geliştirmeye yönelik faaliyetler anlatılmıştır. Buna göre; Massachusetts Üniversitesi Verimliliği Artırma Lowell Merkezi tarafından geliştiren The Lincoln Logs Factory of the Future’da otomatikleştirilmiş, aktif imalat sistemine CAD, robotik montaj ve multimedya iletişimleriyle kombine edilmiş bir sistem sayesinde müşteriler tek bir klik ile istedikleri malzemeleri seçerler, ve ekranda CAD desteği ile istedikleri ürüne ait projenin simüle edilmiş halini çıktı alabilirler.

3.1.7. Dijital işletme

Dijital bir imalat işletmesi, tasarlamak-analiz etmek, tasarım, kurma, pazarlama ve en yeni, en iyi kalitede, en çekici ürünleri müşterilerine satmak için bilişim teknolojilerini, internet, intranet ya da ekstraneti veya diğer teknolojileri kullanan işletmedir.

3.1.8. e-İmalat

e-imalat bir işletmenin tedarikçisini, müşteri servis ağını, imalat işletmesini ve atölyesini de kapsayacak şekilde tüm bileşenlerinin bütünleşikliğini tamamlama amacıyla geliştirilmiş bir kavramdır. E-imalat, sürekli ve muntazam bir bilgi akışını içermelidir. Şekil 3.3 e-imalat işletmesinin genel bir görüntüsünü vermektedir



Şekil 3.3. Gereksinim ve beklentilerin kesişiminde e-imalat (Koç ve Lee, 2002)

3.1.9. Web tabanlı bütünleşik sistemler

Web-tabanlı uygulamalar vizyonu kolay, güvenli giriş olanağı sağlayan veritabanı İtranet/İnternet sürecini içerir. Proje bilgi paylaşımı sanal ekip ortamında çalışanları uygulamalarla destekleyen bir yenilikçi tasarım olarak yaratılmıştır. Sistem esnek yapıya sahip modüllerden oluşmuştur ve bu modüller çoklu proje ortamını desteklemektedir. Sistem veritabanı hedef kullanıcıların erişmek istediği bütün bilgileri barındırmaktadır (Yitmen ve Dikbaş, 2002).

Bu girişim, tüm imalat sektöründe geniş olarak uygulanabilecek genel proses teknolojilerinin gelişimi ile birlikte yayılacaktır. İşletmeler kendi işletme stratejilerine ve gereksinimlere göre en uygun olan bu teknolojileri bünyelerine adapte etmek için seçebilirler.

3.1.10. Çevik imalat

Çevik imalatın amacı yazılım, ekipman ve organizasyonel yapıları yeniden konfigüre ederek imalat işletmelerine dinamik olarak rekabet imkan tanımaktır. Leigh Üniversitesine bağlı bir enstitü olan Çevik İmalat Kurum Forumu (Agile Manufacturing Enterprise Forum-AMEF)' göre çevik imalatın bazı önemli karakteristikleri şunlardır:

- Yeni ya da modifiye edilmiş ürünlere hızlı geçiş
- Kurumlararası ileri gelişmiş ağ teknolojisi
- Bilgi fazlalığında azalma, yüksek eğitilmiş yetkili çalışanlar
- İnteraktif müşteri ilişkileri
- Üretim süreçlerinin dinamik yeniden yapılandırılması
- Esnek üretim teknolojilerinin daha geniş kullanımı
- Hızlı prototipleme
- Yenilikçi ve esnek yönetim yapıları (Singh, 1996).

3.1.11. İş süreçlerinin yeniden tasarımı/değişim mühendisliği: BPR

BPR, işletmenin amaçlarına ulaşmak için etkili ve ekonomik anlamda işletme hedeflerini gerçekleştirmek ve tüm aktiviteleri yeniden tasarlamak kapsamında aktivitelerin ilişkisini ve önemini değerlendirerek her işletme aktivitesini tanımlamayı sağlar. BPR kullanımı bir işletmede verimli olmayan ve gereksiz işletme aktivite ve operasyonlarını eler ve proses kolaylaştırma ve gerekli ise eğer dış kaynak kullanımını harekete geçirir (Nagalingam ve Lin, 1999)

3.1.12. Tepkisel imalat

Günümüzün dinamik üretim koşullarında, işletmelerin rekabetçiliklerini ve dolayısıyla mevcudiyetlerini devam ettirebilmeleri için, maliyetleri düşürmeleri ve aynı zamanda kaliteyi ve tepkiselliği ön plana çıkarmaları beklenmektedir. Çok boyutlu müşteri taleplerine (kalite, hız, fiyat, servis vb) en çabuk bir biçimde tepki verebilen, dinamik değişken piyasa koşullarına ve müşteri isteklerine etkin bir biçimde uyum sağlayabilen işletmeler daima bir adım önde olacak ve pazarda en büyük payı alacaklardır (Baykasoğlu ve Dereli, 2003).

3.1.13. Holonik imalat

Holonik imalat, tüm imalat prosesleri yerine sadece kontrol aşamasına bakılarak heterarşik (bileşenlerinin doğrudan birbirleriyle iletişim kurabildikleri bir sistemin yapısı) kontrol görüş açısına sahiptir. Holonik bir imalat sistemi holon denilen otonom (özerk) ve kendinden imalat hücrelerinden oluşur. Bu holonlar esnek bir hiyerarşi içinde çalışırlar (Bussman ve diğerleri., 2004).

3.1.14. Yeşil imalat (Green manufacturing)

Green imalat ürün ve süreç tasarımı prosesi boyunca gerçekleşen atık ve kirlilikleri azaltan bir imalat metodudur. Bir süreç ya da standarttan ziyade bir felsefedir. Amacı ise, bu felsefeyi benimseyen her işletmenin yeni nesiller için doğal kaynakları korumalarıdır. İletim imalat sistemleri yeşil tasarım ve üretim

süreçlerini destekler. Yenilikçi bir imalat sistemidir. Yenilikçi tasarımları destekler (Matsunaga vd, 2007).

3.1.15. Etmen sistemler

Çoklu etmen sistemi etkileşimli etmenlerden oluşan bir yazılımdır. Etmen tabanlı kavramların imalat kontrolde ilk uygulaması YAMS ve arkadaşlarının geliştirdiği prototip fabrika kontrol sistemidir. YAMS’da imalat işletmesi üretim birimleri hiyerarşik olarak modellenmiştir. En küçük birimi de iş hücresi olarak adlandırılmıştır (Bussman ve diğerleri, 2004). YAMS’ da imalat etmenlere ayrılır, her bir düğümü NASREM (bir kontrol hiyerarşisi tipi) hiyerarşisinde (fabrika, hücre, iş istasyonu, makine) bir etmen olarak gösteren imalatta çoklu etmen sisteminin en orijinal örneğidir. Bir seviyedeki etmen görevlerini tahsis etmek üzere kendi kontrolü altındaki bir alt seviyedeki etmenleri belirlemek için çıkarma yeteneğini kullanır (Parunak ve diğerleri, 1994).

3.1.16. Sanal BBİ-VCIM

SBBİ, geleneksel imalat sisteminden genişletilmiş geleneksel ve yerel sınırlar ötesinde bir evrensel bütünleşik imalat sistemi kavramıdır. SBBİ imalat kaynakları farklı işletmelere ait olabilir ya da farklı alanlarda konumlanabilir fakat hepsi bütünleşik anlamda bir arada çalışma müsaittirler. Bir SBBİ sistemi dağıtık kaynakları dinamik olarak çözelgeleyebilir ve yapılandırabilir. Ayrıca, SBBİ kavramı daha geniş alana sahip olduğundan diğer bütünleşiklik

kavramlarıyla (holonik imalat sistemleri, zeki imalat sistemleri, sanal işletme gibi) da ilişkilidir (Wang ve diğerleri,2007).

3.1.17. Bulut tabanlı imalat (Cloud Based Manufacturing)

Bulut tabanlı imalat (CBM), Endüstri 4.0'ın başarısına önemli katkı sağlayacak bir diğer yükselen paradigmadır. CBM, müşteri tarafından oluşturulan değişken talebe yanıt vermek için verimliliği artıran, ürün ömrü maliyetlerini düşüren ve optimum kaynak tahsisine izin veren, geçici, yeniden yapılandırılabilir siber-fiziksel üretim hatları oluşturmak için paylaşılan çeşitlendirilmiş ve dağıtılan üretim kaynaklarının bir paylaşım kümesine talep üzerine erişimden yararlanan bir ağa bağlı üretim modeli olarak tanımlanabilir. CBM'nin özellikleri, ağa bağlı üretim, ölçeklenebilirlik, çeviklik, her yerde erişilebilirlik ve sanallaştırma, büyük veriler ve IoT, hizmet için her şey ve kaynak havuzunu içermektedir. (Yıldız, 2018).

3.2. Türkiye'nin 2023 Üretim Süreç ve Teknolojileri Stratejileri

TÜBİTAK tarafından geliştirilmiş olan “Üretim Süreç ve Teknolojileri Stratejisi Vizyon 2023” Projesinde, ÜSTSG çalışmasında teknolojik öngörülerde bulunulmuştur. Bu kapsamda stratejik amaçlar, hedefler, görüşler sunulmuştur. Bunlardan bazıları;

- Çok etmenli imalat sistemleri, sanal imalat, işbirlikçi imalat, bilgisayar destekli mühendislik (CAE), BBİ, eşzamanlı mühendislik gibi geleceğin ileri tasarım ve üretim sistemlerinin modellenmesi için metodların geliştirilmesi,

- Üç boyutlu katı modelleme, sonlu elemanların analizi (FEA) gibi tekniklerle test çalışmalarının başlatılması
- Akıllı üretim sistemleri çalışmaları: internet tabanlı uzaktan imalat çalışmaları
- Web ortamında stratejik işbirlikleri geliştirip destekleyecek yazılımların geliştirilmesi, sınai uygulamaları
- İleri üretim sistemleri ile ilgili sınai araştırmaların yapılması (CNC ve robot kontrollü akıllı makinaların geliştirilmesi)
- Üretim simülasyon yazılımlarının geliştirilmesi
- Akıllı fabrikalar ile ilgili uygulamalı araştırmaların başlatılması
- Yüksek hızlı CNC üretim süreçlerinin bilgisayar destekli matematiksel modellemeleri, simülasyonları, optimizasyonları konularında araştırmaların başlatılması
- CAD/CAM programlarıyla entegre üretim süreç simülasyon yazılımlarının geliştirilmeye başlanması
- Esnek ve Çevik ("agile") üretim süreçleri için sınai araştırmaların başlaması
- CNC makinalarında süreçlerin izlenmesi ve kontrolü için yeni sensörlerin geliştirilmesi ve "zeki" üretim sistemleri üzerine araştırmaların yoğunlaştırılması
- İleri CAD/CAM programlarıyla entegre proses simülasyon paketlerinin geliştirilmesi
- İnternet tabanlı uzaktan imalat ("Tele-Manufacturing") ve ürün izleme konularında temel çalışmaların yapılması'dır (ÜTSG, 2004).

BÖLÜM 4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Sürekli gelişen yeni teknikler ya da teknik ve teknolojiler sayesinde işletmeler bilgi ve yeterliliklerini artırmada önemli kazançlar sağlarlar. Bir tür geleceğin anahtarı olarak görülen bilişim teknolojileri bu anlamda işletmelere en büyük destek olan, yardımcı araçlardır. Yapılmış olan imalat ve bilişim teknolojileri sarmalı çalışmalarına dayanarak, imalat işletmelerini bilişim teknolojilerinden faydalanmaya iten gerekçeleri aşağıdaki maddelerle vermek mümkündür:

- Maliyet analizini tam, doğru ve hassas gerçekleştirilememe
- Teklifleri zamanında, etkin değerlendirememe
- Siparişleri takip edememe, karşılayamama
- Stokların takibini tam olarak gerçekleştirilememe
- Satın almada yaşanan zorluklar
- İşleri zamanında yetiştirememe, optimal kapasite değerlendirememe
- İş takibini gerçekleştirilememe, aksaklıkları zamanında görüp müdahale edememe
- Yöneticilerin geleceğe ait öngörülerini ve yönetsel planlarını dayandırdıkları kararların ve bu kararların temelinde olan bilgilerin tutarlılık ve doğruluk derecelerinin zayıf olması
- Çalışanlara etkin değerlendirme, izleme gerçekleştirilememe
- Performans ölçümünü tam olarak gerçekleştirilememe
- Müşteriye cevap vermede sıkıntılar yaşama, ilişkilerde bozukluk

- Etkin gerçekleştirilemeyen iş takibi yüzünden bilgilerin düzensiz oluşu ve erişiminin zor olması
- Bilgiye erişimin zorluğu nedeniyle yöneticilerin ihtiyaç duydukları bilgilere zamanında ve istedikleri biçimde ulaşamamaları
- İşletmedeki fonksiyonlar ve departmanlar arası bilgi alışverişinin sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilememesi ve sürekli tekrarlanan işlerin ve bilgilerin bulunması
- Gereksiz ve fuzuli işlere fazla zaman ayırmak suretiyle bazı diğer aktivite ve işlere zaman ayıramamak
- Sürekli tekrarlanan iş ve bilgi nedeniyle personel ve zaman kaybının yaşanması
- İşletmenin işbirliği ve koordinasyonunun olmaması ve dolayısıyla daha düzenli bir yönetsel yapıya sahip olamamaları
- Rakiplerin çalışmalarını takip edememek ve buna göre kendilerini yenileyememek, hızlı tepkiler verememek
- Rekabette etkin olamamak

Bu teknolojilerin genel amacı ekonomik değer katmak ve yaşam kalitesini artırmaktır. Amaçların gerçekleştirilmesi de teknolojilerin kullanımı ile mümkündür. Ancak teknolojiyi almak hiçbir zaman tek başına yeterli olmamıştır, yatırım kararının ve teknoloji seçimi kararının iyi verilmesi gereklidir.

Gelişen teknolojilerin üretimde uygulanması ile ortaya çıkan sanayi devrimleri gelişmiş ülkelerde başarılı örnekler ortaya çıkarmıştır. Sanayide yaşanan gelişmeleri geriden takip eden, sanayi devrimlerinde geride kalmış olan Türkiye, henüz başında olunan bu dijital çağı, 4. Sanayi Devrimini sıkı bir biçimde takip etme, uygulama

ve optimal bir adaptasyon ile geride kalma ihtimalini en aza indireyebilir. Teknolojik yeterliliklerin önemli olduğu, gerekli yapısal dönüşümlerin tamamlandığı durumlarda geride kalma ihtimalinin azalmasının yanında rekabet üstünlüğü de gelecektir.

İmalat işletmesinde BT'den faydalanmanın üst seviyesi olarak Bilgisayar Bütünleşik İmalat ve imalatta BT ile gelişen yeni felsefe ve teknoloji kullanımları ortaya çıkmıştır. Günümüzde yaşanan dijital dönüşüm, Endüstri 4.0 ve bu kasırganın etkileri firmaları ve ülkeleri temelde bilişim teknolojilerinden destek alarak sisteme zorunlu bırakmaktadır. Özellikle Almanya, Amerika, Japonya, Güney Kore, Fransa gibi ülkeler dijital dönüşümlerini tamamlamak üzere yeni uygulamalar, teknik ve teknolojiler, politikalar, sistemler, modeller geliştirmişler ve arayışlarına halen devam etmektedirler.

Türkiye birçok ülkeyle kıyaslandığında genç nüfus açısından avantajlı durumda bulunmaktadır. Gençlerin Endüstri 4.0'ın ihtiyaçları doğrultusunda yetiştirilmesi ile bu avantajlı durum imalat sektörüne ve tüm iş dünyasına yansıtılabilir. Aksi takdirde hem işsizlik oranının hem de gereken nitelikteki açık pozisyonların artması kaçınılmazdır. Güngör (2018)'ün yazısında bildirdiğine göre 2017 yılında yapılan bir çalışmada Türkiye'de şirketlerin %90'ı dijital dönüşüm konusunda bilgi sahibi, %95'i dijital dönüşüme ilgi gösteriyor, kendini dijital dönüşüme hazır hissedenenlerin oranı ise %61'dir. Ancak akıllı sistem ve yapay zekâ kullananların oranı ise sadece %5 olarak ifade edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre Sanayi 4.0 için yeni teknolojilere uygun mesleki eğitime önem verilmesi gerektiği ve nitelikli iş gücüne talebin artacağı ifade edilmiştir (Gungor, 2018). Bu

durum teknolojik yeteneğe sahip yenilikçi, araştırma-geliştirme faaliyetlerine önem veren ve girişimci nitelikteki işgücünün üretimde etkin olmasını işaret etmektedir. 4. Sanayi Devrimine adapte olmak için gerekli olan teknolojinin tasarlama, geliştirme, üretme ve üretilen teknolojiyi kullanabilme aşamalarını sağlayabilecek insan gücünün eğitilmesinin öncelikli alanlarda yer alması gerekmektedir.

Ekonomilerin büyümelerinin, rekabet gücünün artmasının ve refah seviyesinin istenilen seviyede olması üretimden, özellikle “değer” üretmekten geçmektedir. Bu süreçte rol alacak en stratejik ve kritik unsur ise bilişim teknolojilerinde yaşanan ilerlemelerin üretim ve iş dünyasına uyarlanmasıyla ortaya çıkan “Dijital Dönüşüm” dür.

KAYNAKLAR

- ADAM, M., GARRY, M. J., “Special Issue: Impacts of Information Technology Investment on Organizational Performance”, Journal of Management Information Systems, 07421222, , Vol.16, Issue 4, pages:3-10, 2000
- AERTS, A.T.M., GOOSSENAERTS, J.B.M., HAMMER, D.K., WORTMANN, J.C., “Architectures in context: on the evolution of business, application software, and ICT platform architectures”, Information & Management 41 () pp: 781-794, 2004.
- AKIN, H. B., “ İşletme Süreçlerinin Yeniden Yapılandırılması-Değişim Mühendisliği Sürecinde Bilişim Teknolojisi Altyapısının Oluşturulmasının Önemi”, 5.Ulusal İşletmecilik Kongresi,1997 http://www.bilgiyonetimi.org/cm/pages/mkl_gos.php?nt=264
- AKIN, H.B., “Bilişim Teknolojilerinin Evrimi ve Bilişim Teknolojilerinin Çağdaş İşletmelerde Stratejik Yönetim Üzerindeki Etkileri”, Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi 8/1, sayfa: 239, 1998.
- AKIN, H. B., “Rekabetçi Üstünlük ve Teknoloji: Küresel Bir Yaklaşım”, Verimlilik Dergisi, S:4, sayfa:57-80, 1999, http://www.bilgiyonetimi.org/cm/pages/mkl_gos.php?nt=266
- AKTAN, B., ARSLAN, A., “İş Hayatında İnternet Kullanımı ve Elektronik Ticarete Genel Bir Bakış”, Standard Dergisi, Ekim 2002.
- AKTAN, C., VURAL, İ, Y. İstiklal, "Bilgi Toplumu, Yeni Temel Teknolojiler ve Yeni Ekonomi" , (Yayınlanmamış Çalışma), 2003.
- ANTON, P.S., SILBERGLITT, R., SCHNEIDER, J., “The Global Technology Revolution, Bio/Nano/Materials Trends and Their Synergies with Information Technology by 2015”, RAND, 2001.

ASKIN, R.G., STANDRIDGE, C.R., Modeling And Analysis of Manufacturing Systems, John Wiley & Sons, Inc., 1993.

AYAĞ, Z., “Aşamalı bir bilgisayar bütünleşik imalat (BBİ) sistemi modeli ve benzetim tekniği ile analizi”, Doktora tezi, İ.T.Ü., Kasım 2003.

AYDINER, A. S., TATOĞLU, E., “Türkiye’deki İşletmelerde Bilişim Sistemleri Uygulamaları Üzerine Bir Saha Araştırması”, Bilişim Teknolojileri Dergisi, Cilt: 12, Sayı: 1, Ocak 2019.

BAĞCI, E., “Endüstri 4.0: Yeni Üretim Tarzını Anlamak”, Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Cilt: 9, Sayı: 24, 2018.

BANGER, G. Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme. Dorlion Yayınları, 2018.

BAYKASOĞLU, A., DERELİ, T., “Proseslerin Bilgisayar Ortamlarında Modellenmesi, Analizi ve Seçimi”, Endüstri Mühendisliği Dergisi, Sayı:1, sayfa: 5-17, 2003.

BENGSHIR, K., “Bilgi Teknolojileri ve Örgütsel Değişim”, Türkiye ve Orta Doğu Amme İdaresi Enstitüsü, Ankara, 1996.

BEŞKESE, M.B., TANYAŞ, M., “Bilişim Teknolojisi yatırımlarının değerlendirilmesine yönelik uygun yöntemin seçilmesi modeli – ERP yazılımı seçimi uygulaması”, İTÜ Dergisi, Mühendislik, Cilt:5, Sayı:1, Kısım:2, 217-227, 2006.

BIEKERT, R., CIM Technology: Fundamentals and Applications, The Goodheart-Willcox Company, Inc., 1998.

BİLİMGENÇ, (2019) Erişim Adresi: <http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/kuantum-bilgisayarlar-ve-kubitler>.

BRADLEY, S.P., HAUSMAN, J., NOLAN, R., “Globalization, Technology and Competition”, Harvard Business School Press, September 1993.

BULU, M., ERASLAN, İ.H., SAHİN, Ö., “Elmas (diamond) modeli ile Ankara bilişim kümelenmesi rekabet analizi”, 3. Ulusal Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Kongresi, Eskişehir , 25-26 Kasım 2004.

BUSSMAN, S., JENNINGS, N.R., WOOLDRIDGE, M., Multiagent systems for Manufacturing Control, Springer, 2004.

CANTON, J., “Technofutures: How Leading-Edge Technology Will Transform Business in the 21st Century”, Hay House Inc.,America, 2000.

ÇELEBİ, N., Parça Ailesi Oluşturmada Endüktif-Kaba Kümeleme Yaklaşımı, Doktora tezi, Sakarya Üniversitesi, 2004.

ÇELİK, K., GÜLERYÜZ, S., ÖZKÖSE, H., “4. Endüstri Devrimine Kuramsal Bakış”, Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD), Eurasian Journal of Researches in Social and Economics (EJRSE) ISSN:2148-9963, Cilt: 5, Sayı: 9, 2018.

CHANG, H. H., “A model of computerization of manufacturing systems: an international study”, Information & Management, Volume 39, Issue 7, Pages 605-624, 2002.

CHEN, Y., ZHU, J., “Measuring Information Technology’s Indirect Impact on Firm Performance”, Information Technology and Management 5, pp: 9–22, 2004.

ÇİL, İ., “Bilgi Tabanlı İmalat Karar Destek Sistemleri ve Bir Uygulama”, Endüstri Mühendisliği Dergisi, Ocak-Şubat-Mart 2002 - Sayı 1

- COHEN, M.A., APTE, U.M., Manufacturing Automation , McGraw-Hill Companies, 1997.
- DENGİZ, O., “Endüstri 4.0: Üretimde Kavram ve Algı Devrimi”, Makine Tasarım ve İmalat Dergisi, Cilt:15, Sayı:1, Mayıs 2017.
- DİNÇEL, M., “CNC Takım Tezgahları”, Makina Magazin Makale, 2006.
- DİNÇMEN M., “Bilgisayar Bütünleşik Üretim ve Benzetim”, Sanayide Bilgisayar Kullanımı ve Otomasyon Sempozyumu, BÜ, İstanbul 169 – 203, 1990-91.
- DPT, “Bilişim Teknolojileri ve Politikaları Özel İhtisas Komisyonu Raporu”, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, DPT:2560, ÖİK:576, Ankara, 2001
- DPTM, Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, Bilgi Toplumu Dairesi Başkanlığı, Kamu Bilgi ve İletişim Teknolojisi Projeleri Hazırlama Kılavuzu Güncelleştirilmiş Sürüm, Temmuz 2007.
- ERASLAN E., “CIM”, Başkent Üniversitesi Akademik Çalışmalar Notları, 2007.
- GEYİK M., “Bilişim Teknolojileri Rekabet Kurallarını Değiştirdi Mi?”, II. Ulusal Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Kongresi, Kocaeli 2003
- GÖKÇEN, H., Yönetim Bilgi Sistemleri: Analiz ve Tasarım Perspektifi, Epi Yayıncılık, Ankara, ISBN: 975-97083-8-8, 2005.
- GOLSHANI F., “Perspective: A Standards-Based System for Manufacturing Information Integration?” Computer Science & Engineering., Journal of Intelligent and Robotic Systems 26: 231–247, 1999.

GÜLEŞ, H. K. , “Bilişim Sistemlerinin Toplam Kalite Yönetimindeki Yeri ve Önemi”, Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, C:15, S:1, 2000.

GUNASEKARAN, A., McGAUGHEY, R., “Information technology / information systems in 21st century manufacturing”, Int. J. Production Economics, 1–6 Editorial 75 (2002)

GUNASEKARAN, A., NGAI, E.W.T., McGAUGHEY, R.E., “Information technology and systems justification: A review for research and applications”, European Journal of Operational, vol. 173, issue 3, 957-983, 2006.

GÜNGÖR, F., ETYEMEZ, A., “Dijital Dönüşüm Ve Makine İmalat Sektöründe Olası Etkileri”, The Academic Perspective Procedia, Volume 1, Issue 1, Pages: 1080-1090, 2018
Research 173, 957–983, 2006.

HAAG S., CUMMINGS M., McCUBBREY D.J., Management Information Systems for the Information Age, Fourth Edition, McGraw-Hill Companies, 2004.

HATFIELD D., All-electronic CAD/CAM brings cost, productivity benefits, Modern Plastics, McGraw-Hill, October, 53-67, 1998.

IMR, “Umass building a Factory of the Future... with Lincoln Logs”, Intelligent Manufacturing Report, V.2, No.2, February 1996

IMTR, Project Team, IMTR Information Systems Workshop Group and the IMTR Roadmapping Project Team, “Integrated Manufacturing Technology Roadmapping Project- Information Systems for the Manufacturing Enterprise”, IMTI inc., July 2000.

ISA-95, Erişim Adresi: <http://www.isa-95.com/index.php>, 2019.

IŞIKDAĞ Ü., “Türk inşaat sektöründe bilişim vizyonu ışığında inşaat bilişimi ve Türkiye”, Türkiye Bilişim Derneği Dergisi, 2002.

JACKSON P.J., “Modeling the individual technology adoption decision: A synthesis of the quantitative and qualitative literature”, PhD Thesis, The University of North Carolina, 2006.

JAMES, A.S., “Information Technology in Business, Principles, Practices and Opportunities”, Prentice Hall, II Edition 1998.

JORGENSEN, J.E., LAMANCUSA, J.S., JOSE, L. Z-C Julie Ratner, “The Learning Factory Curriculum Integration Of Design And Manufacturing”, Proc. of the Fourth World Conference on Engineering Education; St. Paul, MN, October 15-20, 1995.

JOU, M., ZHANG, H.-W., LIN, C.-W., “Development of an Interactive e-Learning System to Improve Manufacturing Technology Education”, Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'05), 2005.

KANZ, J., LAM, D., “Technology, Strategy and Competitiveness: An Institutional-Managerial Perspective” Ed.Gerard Gaynor, Handbook of Technology Management, McGraw Hill, s.6-9, 1998.

KARADAL, H. , KAZAN, H, UYGUN, M., “Bilişim Teknolojilerine Geçiş Sürecince Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi İşletmelerinin Temel Üretim ve Yönetim Sorunları: Aksaray Örneği”, 21. Yüzyılda KOBİ'ler: Sorunlar, Fırsatlar ve Çözüm Önerileri" Sempozyumu , 3-4 Ocak 2002.

KARAOCA, D., KARAOCA, A., İşletmeciler, Mühendisler ve Yöneticiler için Yönetim Bilişim Sistemleri ve Uygulamaları, Beta

Basım Yayım Dağıtım, İstanbul, Yayın No: 829, ISBN: 975-486-728-3, 1998.

KAYNAK, S., YILMAZ M.K., “Bilgi ve İletişim Teknolojini Kullanma Düzeyi İle Firma Performansı Arasındaki İlişki: İmalat Sektöründe Bir Uygulama” , Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt: 18, Sayı: 4, 2016.

KOÇ M., LEE J., “e-Manufacturing Fundamentals, requirements and expected impacts”, Proceedings of the 2nd International Conference on Responsive Manufacturing (ICRM 2002) June 24-28, - Gaziantep University, 2002.

KUMARA, K. D., KARUNAMOORTHYA, L., ROTHB, H., MIRNALINEE, T.T., “Computers in manufacturing: towards successful implementation of integrated automation system”, Technovation 25, 477–488, 2005.

LANGLEY P., Computational Learning Laboratory Center for the Study of Language & Information Stanford University, Erişim Adresi: <http://cll.stanford.edu/>

LAUDON, K. C., LAUDON, J.P., Management Information Systems Managing The Digital Firm, Pearson Prentice Hall, 2006.

LOVE, P.E.D., IRANI, Z., STANDING, C., LIN, C., BURN, J.M., “The enigma of evaluation: benefits, costs and risks of IT in Australian small-medium-sized enterprises”, Information&Management 42, 947-964, 2005.

NAGALINGAM, S.V., LIN, G.C.I., “Latest developments in CIM”, Robotics and Computer Integrated Manufacturing, 15, 423-430, 1999.

NAKILCIOĞLU, İ.H., “Intranetlerin çağdas bilisim teknolojileri icindeki yeri ve kurumsal yapı üzerindeki etkileri”, inet-tr’02, Aralık 2002.

NIST, Information Technology for Engineering and Manufacturing Conference, June 12, Gene Allen Director, Collaborative Development, 2000.

NRCS, National Research Council Staff, “Information Technology for Manufacturing: A Research Agenda”, Washington, DC, USA: National Academies Press, p 119, 1995.

ÖVER, T., “İhtiyaç Belirlemede Endüktif-ROC Temelli Bir Model” Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, 2006.

ÖZTEMEL, E., “Entegre zeki imalat sistemleri geliştirme için bir model”, Teknoloji, Kalite ve Üretim Sempozyumu, Sakarya Kalite Derneği, Sapanca Oteli, pp. 178-186, 1999.

PARUNAK H.V.D., FORTHCOMING, O’HARE., G.M.P., JENNINGS, N. R., Foundations of Distributed Artificial Intelligence. Chapter 4: Applications of Distributed Artificial Intelligence in Industry, Wiley Inter-Science, 1994.

PAYASLIOĞLU, M., “2000’li Yıllarda İnsanlık ve Toplumların Gelişimi”, İnternette İlk Türk Amatör Telsiz Gazetesi-Evrensel Işık-20- Antrak, 2000.

RACZKOWSKY J., REITHOFER W., “Design of Consistent Enterprise Models”, Institute for Real-Time Computer Systems and Robotics, University of Karlsruhe, Cybernetics and Systems: An International Journal, 29:525-552, 1998.

REHG J.A., KRAEBBER H.W., Computer Integrated Manufacturing, Third Edition, Pearson Education, Inc., 2005.

SCHEER, A.-W., Computer Integrated Manufacturing, Towards the Factory of the Future, Third, Revised and Enlarged Edition, Springer-Verlag, 1994 .

SHAHROKH, M., CHU, R., “Agile Manufacturing An Enabling Technology for Competing in Changing Markets” , WA , USA, Semiconductor Fabtech - 8 t h EDITION, 1998.

SINGH, N., Systems Approch to Computer-Integrated Desing and Manufacturing, John Wiley & Sons, Inc., 1996.

SOYUER, H., KOCAMAZ, M., “İşletmelerde Bilgisayar Destekli İnsan Kaynağı Değerlendirme Ve Seçme Süreci”, 2. Ulusal Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Kongresi, Kocaeli, Türkiye, ss.673-684, 17 Mayıs 2005.

SPEAR, M., “ The Factory of the Future”, Information Technology, Siemens Energy & Automation, www.siemens.com, 2006.

STANESCU, A.M., DUMITRACHE, I., CURAJ, A., CARAMIHAI, S.I. and CHIRCOR M., “Supervisory control and data acquisition for virtual enterprise”, International Journal of Production Research, vol. 40, no. 15, 3545-3559, 2002.

SUN H., “Current and future patterns of using advanced manufacturing Technologies”, Technovation 20, 631–641, 2000.

TATLI, E.İ., “Uzman Sistemler”, YTÜ Seminer Çalışması, Haziran 2000.

TEKİN, M., GÜLEŞ H.K., BURGESS T., “Değişen Dünyada Teknoloji Yönetimi”, Damla Ofset, Konya, 2000.

TİRYAKİOĞLU, M., “Yenilikçi Rekabet Stratejileri Açısından Türk İmalat Sanayii ve Yenilikçilik”, 3.Ulusal Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Kongresi, Eskişehir, 26 Kasım 2004.

TOKOL, A., “Yeni Teknolojiler ve Değişen Endüstri İlişkileri”, İş-Güç; Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi, Cilt:2 , sayı:1, 2002

TOPKARCI, E., “KOBİ’lerde bilişim teknolojilerinin altyapısı ve tedarikçi ilişkilerinde etkinliği üzerine Mersin serbest bölgesinde bir araştırma”, Yüksek lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 2005.

MATSUNAGA, M., MUNOZ, P., PARIKH, N., PORRAS, M., TRAN, J. “Green Building Manufacturing”, University of California Los Angeles Report, 2006.

TÜBİTAK (1996) BTP, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, Esnek Üretim/Esnek Otomasyon Sistem ve Teknolojileri, Bilim ve Teknoloji Strateji ve Politika Çalışmaları TÜBİTAK BTP 96/03 Ekim 1996.

ULUSOY, G., ÖZGÜR, A., TANER, B., KAYHAN, A.R., PAYZIN, E., “Teknoloji yönetimi süreci üzerine bir çalışma: Türk otomotiv endüstrisi yan sanayi”, Mühendis ve Makine Dergisi, Sayı : 489 Ekim 2000.

ÜNVER, H.Ö., DURAK, U., ANLAĞAN, Ö., KILIÇ, E., “Atölye Kontrol Sistemleri”, Mühendis ve Makine, sayı 493, Şubat2001

ÜSTSG, Üretim Süreç ve Teknolojileri Strateji Grubu, TÜBİTAK, Üretim Süreç ve Teknolojileri Stratejisi Vizyon 2023 Projesi, Ağustos 2004.

VAROL, R., YALÇIN, B., YILMAZ, N., “Bilgisayar Destekli İmalatta (CAM), CAM Programı Kullanılarak Parça İmalatının Gerçekleştirilmesi”, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi (3) 47-57, 2005.

WAINWRIGHT, C.E.R. ,REYNOLDS, K.A., ARGUMENT, L.J., “Optimising strategic information system development”, Journal of Business Research V:56 Number:2, 127– 134, 2003.

WANG, D.,NAGALINGAM, S.V., LIN, G.C.I., “Development of an agent-based Virtual CIM architecture for small to medium manufacturers” Robotics and Computer-Integrated Manufacturing 23, 1–16, 2007.

WATSON, J.L.Jr., “Integrating lean manufacturing with technology: Analyzing the effects on organizational performance in terms of quality, cost, and response time”, PhD Thesis, Capella University, , UMI Number: 3226218, August 2006.

WHELAN, P.T., “An information model for a CAM database to support flexible manufacture of printed circuit boards”, IEEE/CHMT’91 IEMT Symposium, 1991.

WILEY, F., “Is There a Wireless Factory in Your Future”, Columbia, October 2000.

WRIGHT, P.K., 21st Century Manufacturing, Prentice Hall, 2001,1st edition, 2001.

XU, X-Z. M., KAYE, G.R, “Beyond Automation and Control: Manufacturing Information Systems from a Strategic Perspective”, International Journal of Information Management, Vol. 17, No. 6, pp. 437~t49, 1997.

- YAĞMUR, L., “Tasarım ve İmalatta CNC ve CAD/CAM Sistemlerinin Fonksiyonları”, TÜBİTAK - UME, Ağustos 2004.
- YAHYAGİL M., “KOBİ’lerde Bilgisayar Teknolojileri Uygulamaları”, ITO Yayın No:2001-26.
- YILDIZ, A., “Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar”, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt: 22 Sayı: 2, ss.:546~556, 2018.
- YILMAZ, H., “Geleceğin İşletmesini Kurma: Örgütsel Mimari Ve Enformasyon Teknolojisinin Rolü”, 2006.
- YILMAZ YALÇINER, A., Kurumsal Bir İmalat Bilişim Modeli Önerisi, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim dalı, 2017.
- YİTMEN, İ., DİKBAŞ, A., “Web-tabanlı bütünleşik yapım yönetim sistemi modeli”, İTÜ Dergisi/ mimarlık, planlama, tasarım, Cilt:1 Sayı:1., sayfa:30-41, Eylül 2002.
- YOFFIE, D.B., Strategic Management in Information Technology, Prentice Hall, New Jersey, 1994.
- YOHE, M., “Information Technology Support Services: Crisis or Opportunity?”, Minnesota:Campus-Wide Information Systems, MCB University Press Volume 13, Number 4, s.13, 1996.
- YÜCEL, İ.H., “Bilim Teknoloji Politikaları ve 21. yüzyılın toplumu”, DPT, Planlama Dergisi, DPT nin Kuruluşunun 42. yılı, Özel Sayı, Temmuz 1997.
- ZAIN, M., ROSE, R. C., ABDULLAH, I., MASROM, M., “The relationship between information technology acceptance and organizational agility in Malaysia” , Information & Management 42, 829–839, 2005.



978-625-7954-02-0