

BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜRETİM SÜREÇLERİNE GENEL BİR BAKIŞ

Mehmet Yasin Demirel*

Gazi Üniversitesi,
Teknoloji Fakültesi,
İmalat Mühendisliği Bölümü, Ankara
yasindemirel@outlook.com

İbrahim Karaağaç

Yrd. Doç. Dr.,
Gazi Üniversitesi,
Teknoloji Fakültesi,
İmalat Mühendisliği Bölümü, Ankara
ibrahimkaraagac@gazi.edu.tr

ÖZET

Bilgisayar teknolojilerindeki gelişmelere bağlı olarak bilgisayarlar, zamanla üretim süreçlerinin her aşamasında kullanılır hale gelmiştir. Başlangıçta bilgisayarlar, bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve bilgisayar destekli imalat (CAM) sistemleri ile üretim süreçlerine dahil olmuşlardır. Gelişen teknolojiler ve talebe bağlı olarak tasarım ve üretim arasında bağlantıyı oluşturan bilgisayar destekli proses planlama (CAPP) ve tüm üretim faaliyetlerinin entegre olduğu bilgisayarla bütünleşik imalat (CIM) sistemleri oluşmuştur. İşletmedeki üretim harici diğer fonksiyonlarında bilgisayar sistemlerine entegre olmasıyla da kurumsal kaynak planlaması (ERP) sistemleri gelişmiştir. Bu çalışmada, bilgisayar teknolojilerinin üretim süreçlerindeki yeri ve üretim, detaylı bir şekilde incelenmiş ve bunun üzerine yapılan çalışmalar derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayar destekli proses planlama, bilgisayarla bütünleşik imalat, üretim süreç kontrol yazılımı

AN OVERVIEW OF COMPUTER AIDED MANUFACTURING PROCESS

ABSTRACT

Depending on the progress of computer technology, computers have become used at every stage of the production process. Initially, computers have been implicated in the production process with computer-aided design (CAD) and computer aided manufacturing (CAM) systems. Depending on demand and developing technology, computer integrated manufacturing (CIM) systems that are integrated all production activities and computer aided process planning (CAPP) systems has emerged as a link tool between design and manufacturing. With the integration of other functions that are non-production in business to computer systems, enterprise resource planning (ERP) systems are developed. In this study, the roles of computer technology in manufacturing process have been examined and studies have been compiled.

Keywords: Computer aided process planning, computer integrated manufacturing, manufacturing process control software

* İletişim yazarı

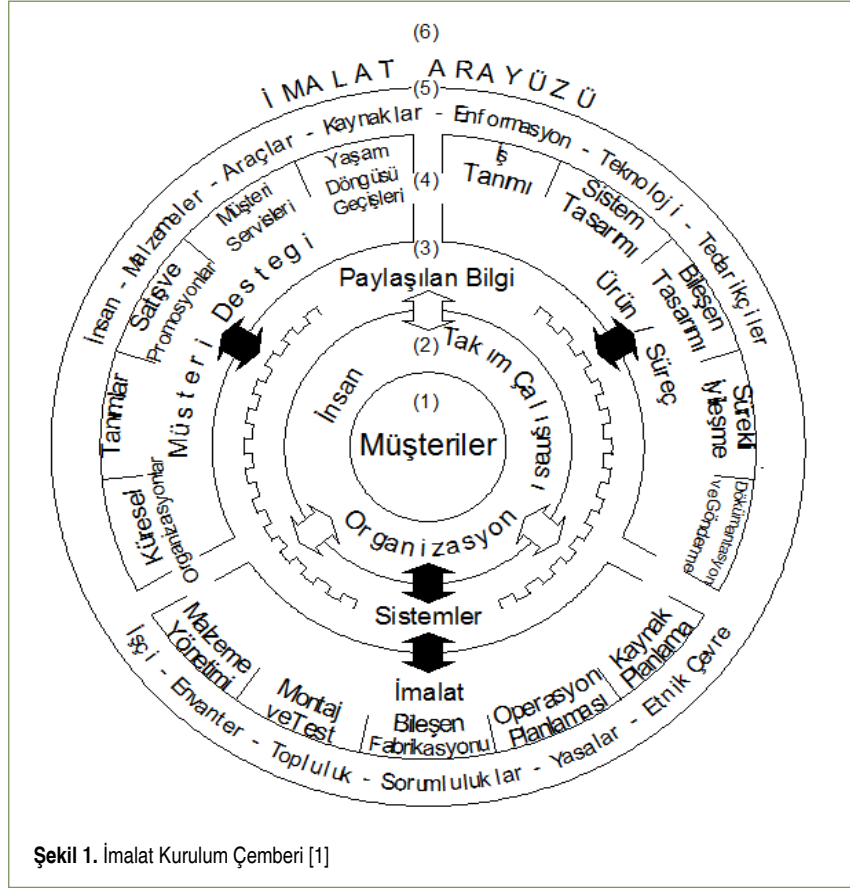
Geliş tarihi : 28.01.2014

Kabul tarihi : 22.05.2014

Demirel, M. Y., Karaağaç, İ. 2014. "Bilgisayar Destekli Üretim Süreçlerine Genel Bir Bakış," Mühendis ve Makina, cilt 55, sayı 652, s. 51-61.

1. GİRİŞ

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler, kuruluşların yönetsel bölümlerinin yanı sıra üretim ve planlama alanlarında da bilgisayarların yaygın olarak kullanılmasına imkân sağlamıştır. Bilgisayar teknolojileri, üretim alanında bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve bilgisayar destekli imalat (CAM) yazılımlarıyla kullanılmalarının yanı sıra işletmelerde üretim planlama, kalite kontrol, stok takibi ve sevkiyat gibi diğer alanlarda da aktif olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bilgisayarlar ve üretimin birbirinden ayrı düşünülmeceği gerçeği, zamanla yeni terminolojilerin ve üretim sistemlerinin doğmasına sebep olmuştur.



Şekil 1. İmalat Kurulum Çemberi [1]

Bilgisayarla Bütünleşik İmalat (CIM); bütünleşik sistemler ve veri iletimleriyle birlikte örgüt ve çalışan verimliliğini geliştiren, imalat kurumunun tamamını bütünleştirmesi olarak tanımlanmaktadır [1]. CIM, bilgisayar teknolojisinin hiyerarşik bir iç bağlantı ile üretim yöntemlerine uygulanması olarak da tanımlanabilmektedir [2].

CIM yaklaşımı; Şekil 1’de gösterildiği gibi toplam kurum kalitesi, sürekli iyileştirme, müşteri tatmini sorumluluğu, tüm ürünlerin enformasyonu için departmanların hepsindeki imalat ve üretim kararlarının temelini oluşturan tek bilgisayar veri

tabanı kullanımı, bütün departmanlar arasındaki iletişim sınırlarının kaldırılması, kurum kaynaklarının bütünleştirilmesi kavramlarını kapsamaktadır [1].

Bilgisayar Destekli Proses Planlama (CAPP); bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve bilgisayar destekli üretim (CAM) arasında anahtar bir ara yüz olmasından dolayı CIM sisteminde oldukça önemli bir yere sahip olmaktadır [3]. CAPP, CAD/CAM entegrasyonu için anahtar teknoloji olarak kabul edilmektedir [4]. CAPP; tasarım gereksinim ve özelliklerini bir dizi talimatlara dönüştürüp bir parçanın nasıl üretileceğini belirleyerek tasarım ve üretim arasında bağlantıyı oluşturan bir araç olarak tanımlanabilmektedir [5].

CAPP’in amacı, tüm süreç planlarını oluşturarak süreç planlama görevlerini otomatikleştirmektir. Süreç planlaması, ekonomik olarak belirli bir parçayı üretmek için gerekli üretim süreçlerini ve bunların sırasının belirlenmesini içermektedir. İşleme süreçleri açısından en önemli süreç planlama faaliyetleri; ürün tasarım verilerinin yorumlanması, işleme süreçlerinin seçimi, referans yüzeyler ve bağlama aparatlarının belirlenmesi, operasyonların sıralaması, kontrol cihazlarının seçimi, üretim toleranslarının belirlenmesi, uygun kesme şartlarının belirlenmesi, genel olarak üretim sürelerinin hesaplanması ile birlikte süreç dokümanlarının ve NC verilerinin oluşturulması olarak tanımlanabilmektedir [6].

Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP); üretim, finans ve dağıtım da içeren tüm işletme fonksiyonlarının entegre olduğu stratejik iş çözümü olarak tanımlanmaktadır. Bu entegre sistem, bilgi kaynaklarının yönetimini geliştirmeyi ve kuruluş çapında karar vericilerin gerekli bilgilere daha iyi erişimini sağlamaktadır [7]. Diğer bir ifadeyle ERP, işletme içinde uygulanan süreçlerde oluşan tüm bilgi varlığını, sistemin doğru, etkin ve

verimli bir şekilde işleyebilmesine yardımcı olmak amacıyla, işletmenin en stratejik kararlarına bütünleştirmeye yönelik yazılımlar olarak tanımlanmaktadır [8].

Bu çalışmada; üretim, tasarım, planlama ve diğer işletme fonksiyonlarında kullanılan ve bilgisayar teknolojilerine paralel olarak gelişen teknolojilerin, işletme fonksiyonları üzerindeki etkilerini incelemek ve bu teknolojilerin gelişim süreciyle birlikte günümüzde geldiği noktayı belirlemek amaçlanmıştır.

2. BİLGİSAYARLA BÜTÜNLEŞİK İMALAT (CIM)

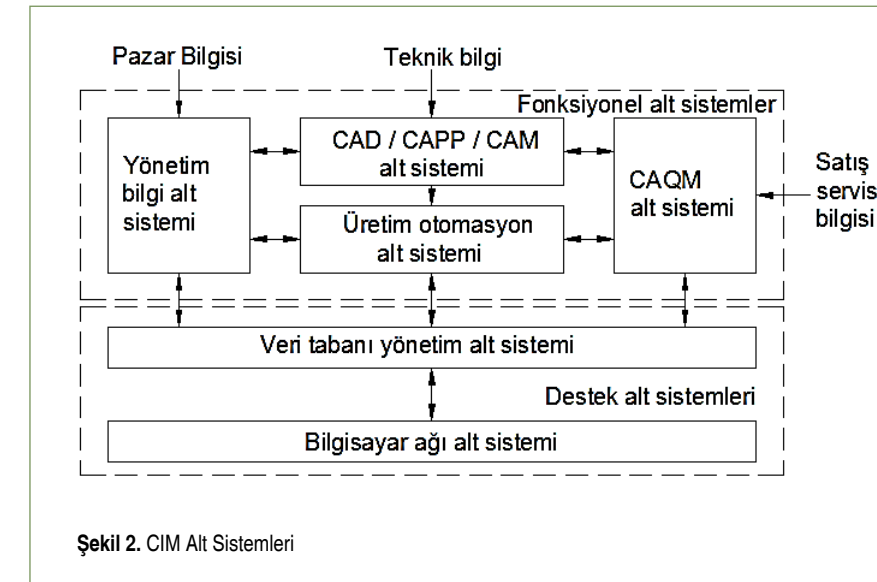
Üreticiler; rekabetçi uluslararası piyasalarda yeni müşteriler kazanmayı ve daha çok pazar payı elde edebilmek amacıyla kullandıkları teknolojileri hızla geliştirmeyi, üretimde kaliteyi artırmayı ve bunun yanında maliyeti ve teslim süresini de azaltmayı hedeflemektedirler. Bu nedenle üretim yapan şirketler, çözüm olarak ileri teknolojileri araştırmak zorunda kalmışlardır. Bu araştırmanın en önemli sonucu olarak ortaya çıkan CIM kavramı, ilk olarak 1973 yılında yayınlanan “Computer integrated manufacturing” adlı kitabında Dr. Joseph Harrington tarafından önerilmiştir [9]. 1900’lü yıllarda, fabrika mekanizasyonları geliştirilmiş ve bunun sonucunda da ürünlerde tüketicinin taleplerini karşılamak için seri üretimler ortaya çıkmıştır. 1930 yılında, seri üretimi geliştirmek için transfer hatları ve sabit otomasyon sistemleri oluşturulmuştur. Bu gelişmelerin sonucunda da programlanabilir otomasyon sistemleri ortaya çıkmıştır. 1950’de, NC programlanabilir otomasyon için yenilikçi bir yaklaşım olarak geliştirilmiştir. 1955’de, CAD sistemlerinin tanıtılması ve NC sistemlerindeki gelişmeler, CNC ve DNC gibi sistemlerin ortaya çıkmasına yol açan nedenler olmuştur. 1970’de, CAD uygulamaları ve CAM tabanlı sistemlerdeki gelişmeler, CIM kavramını oluşturmuş ve ileri üretim teknolojileri (AMTs) olarak adlandırılmıştır. 1980’lerde endüstriyel otomasyon süreçlerinin geleneksel üretimde karşılaştığı sorunlara yanıt olarak; gelişmiş CAM sistemleri, CAPP, bilgisayar destekli kalite yönetim sistemi (CAQM), esnek üretim sistemi (FMS) ve CIM’in entegrasyonu ihtiyacı zorunlu hale gelmiştir. Otomasyon adalarını entegre etmek için, Amerika Birleşik Devletleri Hava Kuvvetleri 1983 yılında entegre bilgisayar destekli imalat (ICAM) programını başlatmıştır [10]. 1997 yılında, küresel piyasa ve çevre koşullarını karşılamak için sanal bir CIM ih-

tiyacını karşılayacak şekilde, Güney Avustralya Üniversitesi İleri İmalat Araştırma Merkezi (CAMR) yazarları tarafından yeni bir CIM geliştirilmiştir [9]. Günümüzde endüstrinin birçok alanında sanal işletmelerin sayısı sürekli artmaktadır [11]. Örneğin Siemens Otomasyon ve Sürücüler grubu, PC tabanlı otomasyon çözümleri yapan şirketlerin sayısının her yıl %20 artacağını tahmin etmektedir [10]. Küresel rekabet, üretim yöneticilerini yenilikçi olmaya ve ileri teknolojileri içselleştirmeye zorlamaktadır [11]. Birçok işletmede, CIM’in bazı unsurları işlerlik kazanmışsa da geleceğin fabrikalarının temelini oluşturacak olan bu teknolojinin gelişimini tamamlamadığı belirtilmektedir [12].

CIM, dört fonksiyonel alt sistem ve iki destek alt sisteminde oluşmaktadır. Bu dört fonksiyonel alt sistem; yönetim bilgi, CAD/CAPP/CAM, üretim otomasyon ve CAQM alt sistemlerini içermektedir. Fonksiyonel alt sistemler, bir şirketin işletme süreçlerini kapsamaktadır. İki destek alt sistem ise bilgisayar ağı ve veri tabanı yönetim alt sistemleri olarak sınıflandırılmaktadır. Destek alt sistemleri, fonksiyonel alt sistemlerin görevlerini yerine getirebilmeleri için temel oluşturmaktadır. Şekil 2’de verilen şemada, oklar farklı alt sistemler arasındaki ara yüzleri göstermektedir. Bu ara yüzler aracılığıyla veriler, farklı alt sistemler arasında paylaşılabilir [13].

CIM’in hedefi, tamamen otomatik bir fabrika inşasından çok, değişik teknolojileri kullanarak, otomasyon ve insan bütünlüğü sağlayarak maksimum kârla çalışan bir fabrika oluşturabilmektir. Bu hedef doğrultusunda CIM’in amaçları; müşteri servisini arttırmak, kaliteyi geliştirmek, rekabeti arttırmak, toplam maliyeti düşürmek, ürün temin sürelerini azaltmak, akış zamanını azaltmak, envanter düzeyini azaltmak, yeni ürün pazarlama süresini arttırmak, üretim program performansını arttırmak, daha fazla esneklik sağlamak, daha fazla uzun dönemli kâr etmek, teslim süresini kısaltmak, üretim verimliliğini arttırmak ve yarı mamul envanterini azaltmak olarak belirlenmiştir [14].

Bir işletmede uygulanan CIM sisteminin getirmesi beklenen yararlarının yanı sıra sistem metodunun seçimi ve uygulanması esnasında birtakım problemler de yaşanabilmektedir. Santarek, bazı organizasyonel problemlere çalışmasında değinmiştir. Bu problemler; işletme için CIM’in stratejik önemi, etkin süreç yönetimi için bir araç olarak işletmenin bilgisayar entegrasyonu, CIM mimari modellerinin geliştirilmesi ve uygulanması, işletme içindeki çapraz fonksiyonların entegrasyonu ve ortak çalışan işletmelerin bilgisayar entegrasyonu olarak belirtmiştir [15].



Şekil 2. CIM Alt Sistemleri

Doumeingts, Vallespir ve Chen'in çalışmasında; bir CIM sistemi tasarımında kullanılacak metodlar, referans model mimarileri ve modelleme biçimleri ilgili grafik araçları ile yapısal yaklaşımlar olarak sınıflandırılmıştır. Ayrıca, CIM sistem tasarımının son derece karmaşık olduğunu belirtmişlerdir. Sistem, yalnız teknik açıdan değil, aynı zamanda ekonomik, sosyal ve insani açıdan da entegre edilmelidir. Çünkü bu sistem, son derece otomatikleştirilmiş ve bilgisayarlaştırılmış olabilmektedir. Sistem tasarımı için gereken tüm bilgi tek bir kişide bulunmamalıdır. Bunun yerine, grup çalışması yapılmalıdır. Tasarım süreci modellenmesinin mümkün olmadığı, ancak tecrübeyle öğrenilebilir olduğu ve buna ait referansların yetersiz olduğu belirtilmiştir [16].

İşletmeler için en uygun CIM metodunun belirlenmesi konusunda da çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Brandimarte ve Cantamessa'nın çalışmalarında, dokuz soruluk bir ankete verilen cevaplara göre, işletmeye uygulanabilecek en uygun CIM metodu tespit edilmeye çalışılmıştır [17]. En uygun CIM metodunun seçiminde karşılaşılabilecek hataların istenmeyen sonuçlar da ortaya koyabildiği gözlemlenmiştir. Örneğin donanım ve yazılım seçimi, bu tasarım sürecini doğrudan etkilemekte ve bu konuda alınan yanlış kararlar, yatırımlara ilişkin istenmeyen sonuçlara neden olabilmektedir [16].

2.1 Yönetim Bilgi Sisteminin CIM'deki Yeri

Bilgi sistemleri, yapay sistemler olarak tanımlanmakta ve karar verme sürecine yardımcı olmak amacıyla tasarlanmıştır. Bu sistemler; girdi, işlem ve çıktı öğelerinden yararlanmaktadır. Girdi, örgüt içinden ya da dışından verileri toplamakta; işlem verilerini bilgiye dönüştürmekte ve çıktı ise işlenmiş bilgiyi kullanılmak üzere aktarmaktadır [18].

İşletmelerde yönetim birimlerinin stratejik ve etkin kararlar alabilmesi için; doğru, eksiksiz ve zamanında gerekli bilgilere ulaşmaları gerekmektedir. Bilgi teknolojilerinin bilgi sistemleri ile birlikte kullanılarak yönetimin etkin kararlarında söz sahibi olmasından dolayı yönetim bilgi sistemi (MIS) kavramı, giderek önem kazanmaktadır [19]. MIS, bir örgütteki tüm gerekli bilgi akışını sağlayan; iç ve dış çevrelerden verileri bütünleştirip bilgi ve işleme desteği veren; gerektiğinde yönetime karar almasını kolaylaştıracak bilgileri zamanında ve anlamlı bir biçimde sunan bilgisayar destekli bir sistem olarak tanımlanmaktadır [20].

MIS'in gelişimi bilgisayar alanındaki gelişmelerle paralellik göstermektedir. MIS'in ilk uygulamaları bilgisayarların ticari amaçla üretilmeye başlandığı 1950'lerin sonlarında, sadece maaş ve muhasebe hesapları ve verilerin bilgiye dönüştürülmesi şeklinde olmuştur. Veri işleme sistemlerinin yetersiz olduğunu gören ve yetersiz olduğu noktaları belirleyen sistem tasarımcıları bu eksiklikleri gidermek için çalışmalara hız vermişlerdir. Geliştirilen yeni sistem ile verileri saklayabilen

ve yöneltilen soruları cevaplayabilen bir yapı oluşturulmuştur [21].

Küresel rekabet ortamında işletmelerin başarısı; ürün kalitesi ve güvenilirliği, ürün çeşidi, müşteri hizmeti vb. konularda tüketicilerin giderek artan beklentilerini karşılama yeteneklerine bağlıdır. Değişen pazar yapısıyla birlikte kaliteye verilen önemin artması, kalitenin bir yönetim felsefesi olarak uygulanmasına zemin hazırlayarak toplam kalite yönetiminin (TQM) çağdaş bir yönetim modeli olmasını sağlamıştır [22].

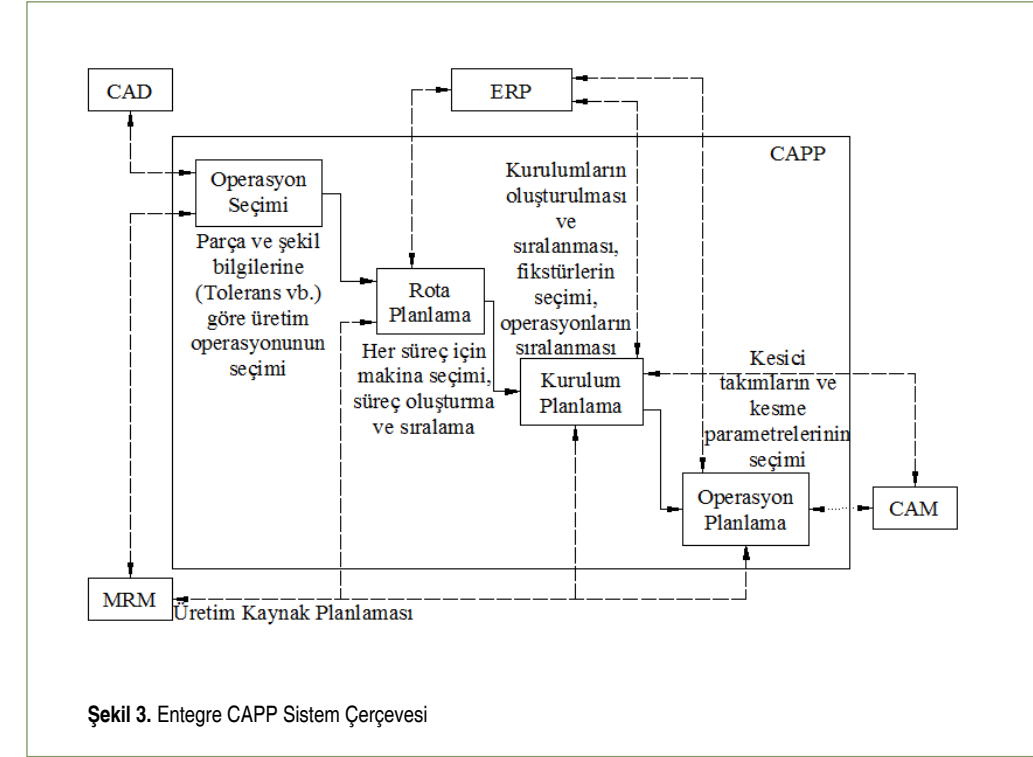
Kalite yönetim sistemleri; kuruluşlara daha iyi bir dokümantasyon, standardizasyon, müşteri memnuniyeti, daha iyi tedarikçi ilişkileri, işletme içi yetki ve sorumlulukların tespiti, veriler ve istatistiksel ölçümler doğrultusunda durum analizlerinin yapılabilmesi ve geleceğe yönelik kararlarda bu analiz sonuçlarının kullanılabilmesi gibi faydalar sağlamaktadır [23]. TQM'nin başarılı şekilde uygulanması için gerekli olan işbirliği, işletme içi ve dışı ilişkileri düzenleyecek ve bilgiden azami derecede faydalanılmasını sağlayacak bir iletişim sisteminin kurulmasını gerektirmektedir [22].

Lin ve diğerleri, MIS'in TQM üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında elde edilen sonuçlar sıralanmıştır: MIS, süreç odaklı faaliyetlerin gelişmesine yardımcı olabilmekte ve bir kuruluşta operasyon süreçlerini ve bilgileri entegre edebilmektedir. Ayrıca MIS, TQM ile ilgili faaliyetlerin TQM hedeflerine ulaşmasına yardımcı olabilmektedir. Kuruluşlar, TQM operasyonlarının planlama çerçevesinde MIS'i yardımcı olarak dikkate alabilmektedir. Böylece MIS, TQM'nin etkinliğini artırabilmektedir. MIS planlaması, işletmelerin gelişimindeki tüm kaygıların üstesinden gelebilecek şekilde endüstriye uygun olmalıdır. Yapılan örnek uygulama çalışmasında, MIS/TQM operasyon karakteristiklerinin en iyi uyduğu aşamanın gelişim bölümü olduğu görülmektedir. İstatistiksel sonuçların genel analizi sonucunda TQM ve MIS endüstrisindeki gelişmelerin aynı aşamada olduğu görülmektedir [24].

3. BİLGİSAYAR DESTEKLİ SÜREÇ PLANLAMA (CAPP)

Proses planlama, parça tasarımından parça siparişine, ürün pazarlamasına, hatta dağıtım aşamasına kadar yapılan tüm yönetim, mühendislik ve üretim fonksiyonlarının entegrasyonu olarak tanımlanabilen CIM içerisindeki en önemli yapı taşlarından bir tanesidir. Diğer CIM öğeleri ile kıyaslandığında proses planlama, otomasyona doğrudan katkı yapan bir konuma ve önceliğe sahiptir [25].

Bir tasarımın oluşturulması ve geliştirilmesi süreçlerinde bilgisayar desteğinin kullanılması CAD olarak adlandırılırken; tezgâh kontrolü, süreç planlama, malzeme akışı, montaj ve kalite kontrol gibi üretim işlemlerinde kullanılan bilgisayar desteği ise CAM olarak adlandırılmaktadır. CAD ve CAM,



Şekil 3. Entegre CAPP Sistem Çerçevesi

bir CIM sistemi içerisinde entegre edilmesi gereken en önemli iki unsur olmaktadır. Bu iki unsur, genellikle CAPP olarak bilinen sistemler ile birleştirilebilmektedir. Bir ham mamulün ürün haline dönüştürülmesi için gerekli tüm işlem, metot ve parametrelerin belirlenmesini içeren CAPP, CAD ile CAM arasında bir köprü işlevini görmektedir [26]. Süreç planlama, tasarım özelliklerini üretim talimatları içerisine dönüştürme görevi olarak da tanımlanabilmektedir. Bu görev, işleme parametrelerinin seçimi, makine ve takımların belirlenmesi, operasyonlar ile operasyon sıralarını içermektedir [27]. Şekil 3'te bir CAPP sisteminin şematik gösterimi verilmiştir.

Süreç planlama, elle süreç planlama ve bilgisayar destekli süreç planlama olarak ikiye ayrılmaktadır [28]. El ile üretim süreç planlaması, genellikle mühendislik deneyimlerine dayanmaktadır [29]. Geleneksel olarak bu yöntem, işleme gereksinimlerinin ne olduğunu parçanın teknik resminden belirleyebilen, işleme uygulamalarında uzmanlığa sahip bir kişi tarafından yapılabilmektedir. Ancak bu yöntemde işlemler, birçok dezavantaja sahiptir. Özellikle de hata oranı yüksek, yavaş ve tekrarlayan bir süreç olmaktadır [30]. Bu yöntemin en önemli eksikliklerinden biri de standardizasyon olarak ortaya çıkmaktadır. Standardizasyonun olmadığı işletmelerde, geçen zaman dilimleri içerisinde, değişik operasyon planlamacılar tarafından hazırlanan operasyon planları, benzer parça ve gruplar için birbirinden farklı olabilmektedir [31].

Son yıllarda, bilgisayar destekli tekniklerinin hızlı gelişimi ile birçok CAPP sistemleri geliştirilmiş ve bildirilmiştir

[32]. Çeşitli CAPP sistemleri arasında en çok bilinenler; değişken (variant), üretken (generative) ve otomatik sistem olarak sınıflandırılmıştır [33]. Wang, Feng ve Cai ise çalışmalarında diğerlerinden farklı olarak, CAPP sistemlerini dört ana kategoriye ayırmışlardır. Bu kategoriler; değişken (variant), yarı üretken (semi-generative), üretken (generative) ve yapay zeka (AI) tabanlı sistemlerdir. AI tabanlı süreç planlama sistemlerinin birçoğu yarı üretken sistemler içinde sınıflandırılmaktadır [34]. 1970'lerdeki ilk CAPP çalışmaları değişken CAPP ile sınırlı iken 1980'lerde geliştirilen sistemler, çoğunlukla üretken tip olmuştur [33].

3.1 Değişken Tip CAPP Çalışmaları

Değişken yaklaşım; yeni bir süreç planı üretmek için benzer bir parça planının alınmasına ve elle değiştirilerek mevcut parçaya uyarlanmasına dayanmaktadır. AUTOPLAN ve AUTOCAP yazılımları değişken sistemlere örnek olarak verilmektedir [32]. Bu sistemler, grup teknolojisi (GT) kodlarına ve çok sayıda parçanın nitelikleri veya parametrelerini belirlemek için sınıflandırılması yaklaşımına dayanmaktadır. Bu nitelikler, sisteme süreç planı yapılacak parça için referans planını seçmesine izin vermekte ve planlama çalışmasını yaklaşık %90 oranında gerçekleştirmektedir [35]. Özellikle işleme süreç planlamaları için parçaların sınıflandırılmasında ve kodlanmasında OPTIZ, MICLASS, COFORM, KK-3 gibi çeşitli GT kodlama metodları kullanılmıştır [36]. Değişken yaklaşımlı sistemler; bileşen çeşitlerinin planlanabildiği standart bir planın yazılabilmesi, programlamanın ve kurulumun nispeten daha basit, sistemin anlaşılabilir ve planlayıcının nihai plan üzerinde kontrole sahip, öğrenme ve kullanmanın kolay olması gibi avantajlara sahiptir [37].

Değişken yaklaşımlı CAPP sistemlerinin; bileşen planlamalarının daha önce planlanan benzer bileşenler ile sınırlı olması ve sürecin optimizasyonunun dahil olmaması, özel bir bileşen veya standart bir planı değiştirmek için deneyimli süreç planlamacıları gerektirmesi, sistemin ek işlem planlama olmadan tamamen otomatik bir üretim sistemi olarak kullanılamaması gibi dezavantajları da bulunmaktadır.

3.2 Üretken Tip CAPP Çalışmaları

Üretken sistem, bilgisayarda saklı bir üretim veri tabanındaki bilgileri kullanarak süreç planları oluşturma işlemini tanımlamaktadır [38]. Bu sistemin avantajı, önceki süreç planlarına atıfta bulunmadan otomatik olarak en iyi planı üretme potansiyeline sahip olmasıdır. Bu nedenle üretken sistem, bir CIM sisteminin parçası olarak görülmektedir [39]. KAPLAN, QTC, GENPLAN ve TVCAPP isimli yazılımlar ise üretken sistemler içeren yazılımlar olarak ortaya çıkmaktadır [32]. Birçok üretken CAPP sistemi, araştırmacılar tarafından önerilmekte ancak doğru model ve planlama yöntemleri gibi pek çok sorun, bu sistemlerin büyük ölçüde kullanımını engelleyebilmektedir [39]. Üretken sistemin temelinde yatan zorluklar, araştırmacıları değişken ve üretken sistemleri bir araya getirerek bir yarı üretken yaklaşım oluşturmaya yönlendirmiştir. Bu sistemin amacı, sisteme standart işlem dizileri, sezgisel kurallar ve matematiksel formüller dahil edilerek kullanıcı etkileşimini azaltmaktır [32].

3.3 Otomatik Tip CAPP Çalışmaları

CAD veri tabanından alınan ve bileşen olarak adlandırılan verinin direkt süreç planlama sistemine gönderilebilmesi, ideal bileşen olarak tanımlanmaktadır. Mevcut CAPP sistemlerinin temel sorunu, bileşen temsil eksikliği olarak ortaya çıkmıştır. Bu aktarma yöntemi otomatik sistemler ile gerçekleştirilmektedir. Uygulamalarda sadece geometrik temsillerden yararlanarak üretimi tanımlamak zor bir süreç olmaktadır. Bu zorluğun üstesinden gelmek için, özellikle bileşenlerin şekil detaylarının bilgilerini temsil etmek üzere esnek uzunlukta bir kodlama şeması geliştirilmiştir [40].

CAPP sistemlerinin üretim endüstrisinin değişik dallarında kullanılması mümkün olabilmektedir. Law, Tam ve diğerleri, elektronik endüstrisinde çıplak devre kartları üretiminde kullanılmak üzere nesne yönelimli bir CAPP modeli kullanımı üzerine çalışmalar yapmışlardır [41]. Huang ve Wu; geliştirdikleri yöntem ile CAPP sistemini robotik montaja uygulayarak çalışmalarında prosesin simülasyonunu ve sistem uygulama performansını sunmuşlardır [42]. Waiyagan ve Bohez, beş eksenli CNC tezgahlarda işlenen ve prizonal parçalar olarak tanımlanabilen prizmatik ve döner parçalar için yeni bir süreç planlama sistemi önermişlerdir [43].

CAPP'in nihai hedefi, insan müdahalesi olmadan süreç planlarını geliştirebilmektir. Sağladığı diğer avantajlar ise planlama zamanını azaltmak, süreç planlama ve üretim maliyetlerini azaltmak, tutarlı ve doğru planlar üretmek, verimliliği arttırmak, bağımsız olarak süreç planlama görevini optimize etmek ve süreç planlayıcısında gerek duyulan yeteneklerini azaltmak olarak sıralanmıştır [44, 45].

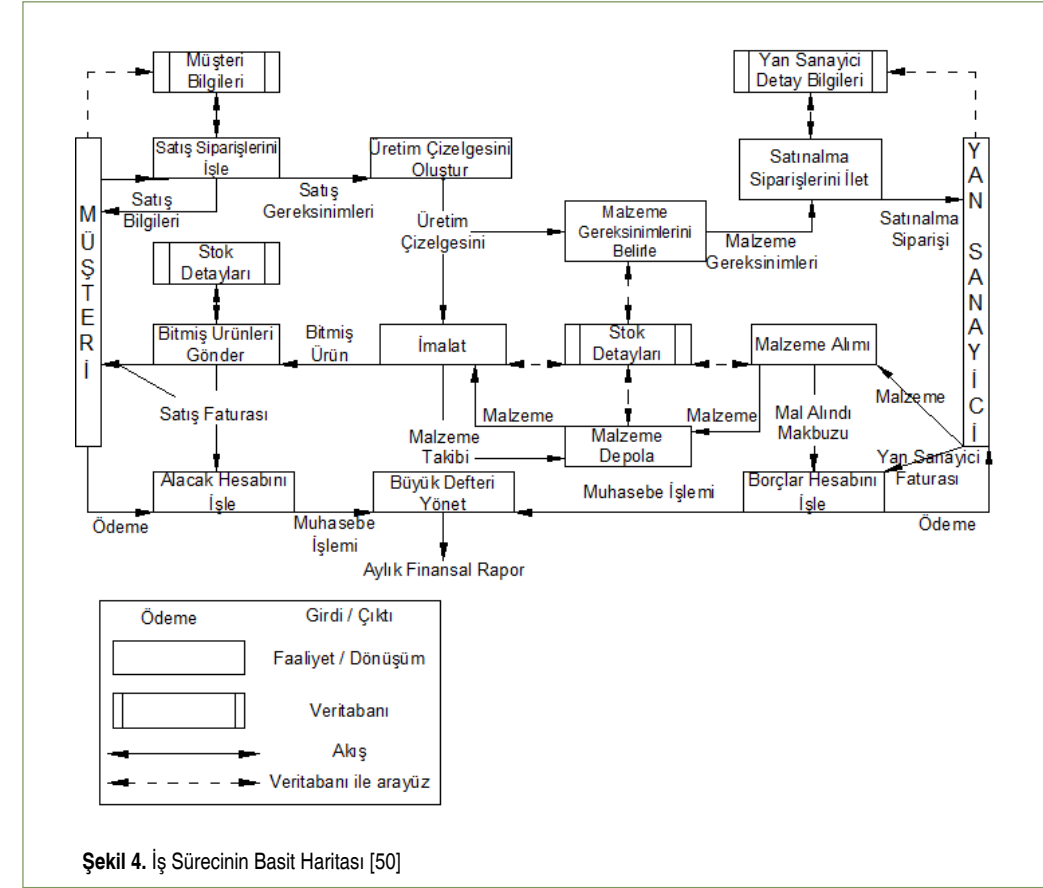
4. KURUMSAL KAYNAK PLANLAMASI (ERP)

İşletmelerin boyutu ve faaliyet gösterdiği alan ne olursa olsun temelde karşılaşılan sorunlar, benzer olmaktadır. Bu sorunların giderilmesindeki en önemli araç, etkin planlama ve bilgi sistemleri olarak ortaya çıkmaktadır. Rekabetin arttığı, müşteri memnuniyetinin esas olduğu, teknolojik ve organizasyonel gelişmelerin yaşandığı günümüzde bilgi sistemleri, işletmeler için vazgeçilmez bileşenler haline gelmiştir. ERP sistemleri, bu bilgi sistemlerinin temelini teşkil etmektedir [46]. ERP sistemleri, bir şirkette süregelen tüm bilgi akışının entegrasyonunu sağlayan ticari yazılım paketleri olarak tanımlanmaktadır [47]. ERP; tedarik zinciri, stok, müşteri ve üretim ilişkileri, finansal muhasebe, maliyet ve yönetim muhasebesi, insan kaynakları yönetimi vb. diğer veri tabanlı yönetim faaliyetlerini birbirine entegre etmekte ve bunları otomatikleştirmektedir [48]. ERP sistemlerini geleneksel bilgisayar programlarından farklı kılan en önemli özelliği, tüm işletme fonksiyonlarını ortak bir veri tabanında ve bütünlük bir yapıda toplamasıdır [49]. Şekil 4'te, üretim yapan bir işletmenin iş akış süreci gösterilmektedir.

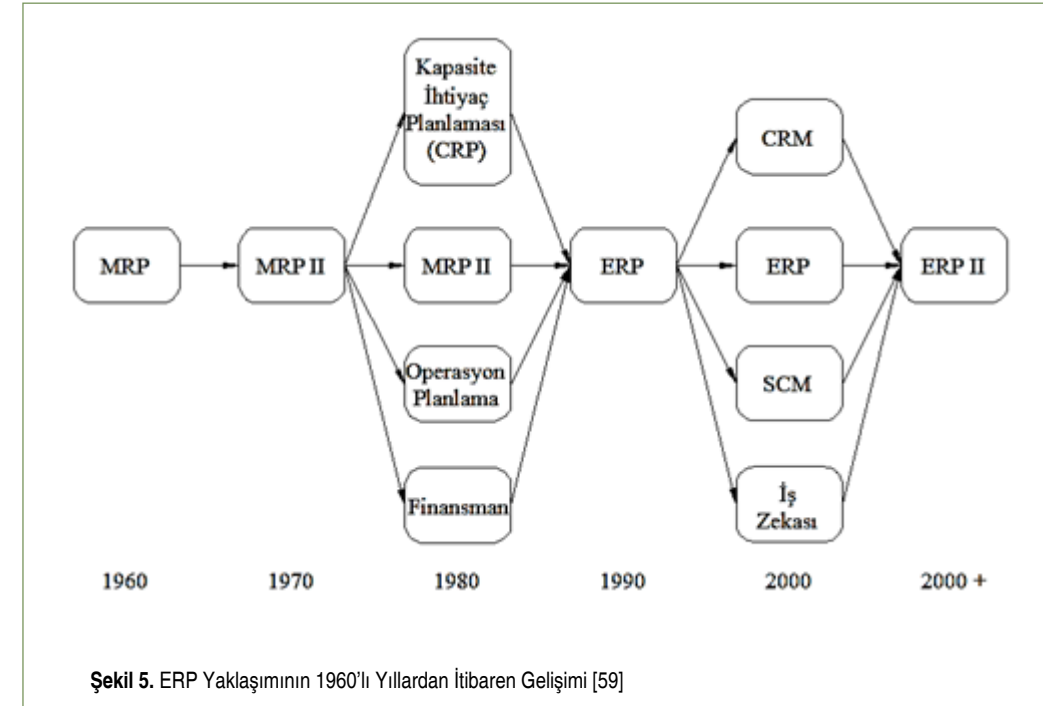
ERP sistemlerinin temeli, 1960'lardaki ilk muhasebe ve stok sistemlerine dayanmaktadır [51]. Stok miktarlarının artışı, takibinin güçleşmesi, yüksek maliyetler ve depolanmasında yaşanan sıkıntılar, bu yönde çözüm arayışlarına gidilmesine sebep olmuştur [52]. Süreç içinde malzemelerin listelenmesi üzerine sistemler geliştirilmiştir. Ana üretim planına göre parça gereksinimlerini veya ürünün planlanmasını içeren malzeme ihtiyaç planlaması sistemleri (Material Requirements Planning - MRP) 1970'li yıllarda ortaya çıkmıştır [53]. 1980'li yıllara gelindiğinde ise MRP, işletmelerin üretimle ilgili tüm faaliyetlerini (satın alma, üretim planlama ve kontrol, ürün maliyetlendirme, muhasebe, stok yönetimi) kapsayan bir sistem haline gelerek MRP II (Manufacturing Resources Planning - İmalat Kaynakları Planlaması) adını almıştır [54]. 1990'lı yıllarda ise ERP sistemleri geliştirilmiştir. ERP, adı geçen tüm sistemleri kapsayan bir yapıya sahip olmuştur [55].

Maksada uygun olarak istenilen karar destek işlem bilgilerinin anında bir düğmeye basılarak dökümünün alınabildiği bilgi işlem ve raporlama sistemine iş zekası (Business Intelligence - BI) sistemleri denilmektedir [56].

2000'li yılların başında ise özellikle internet ve çağrı merkezi kanallarını kullanarak işletme dışı unsurlarla da bütünleşen ERP sistemleri, müşteri ilişkileri yönetimi (CRM), tedarik zinciri yönetimi (SCM) ve iş zekası (BI) kavramlarını da kapsayacak şekilde genişlemiş ve bunun sonucunda ERP II sistemleri ortaya çıkmıştır [57]. ERP II kavramı, "her şeyi işletme merkezli entegre etmek için bir uygulama ve dağıtım stratejisi" olarak 2000 yılında Gartner Group tarafından ta-



Şekil 4. İş Sürecinin Basit Haritası [50]



Şekil 5. ERP Yaklaşımının 1960'lı Yıllardan İtibaren Gelişimi [59]

arlanan bir terim olmuştur [58]. ERP yaklaşımının 1960'lı yıllardan itibaren gelişimi Şekil 5'te verilmiştir.

satış ve dağıtım (SD), kalite yönetimi (QM), depo yönetimi (WM), bakım onarım (PM), müşteri servisi (CS), proje yö-

Geleneksel ERP kavramı, içinde işlevsellik ve genel şirket organizasyon şemasındaki bölümsel yapıyı dikkate alan anlayışla çekirdek modüllere dağıtılmıştır. Finansman, satış/pazarlama, insan kaynakları, lojistik, üretim bunların başlıcaları olarak sayılabilmektedir. Bu çekirdek modüllerin her birinde yüzlerce iş sürecini içeren alt modüller bulunmaktadır [60]. Bu modüller, birbirlerinden bağımsız kurulabilirler de hepsi birbiriyle bütünlük bir yapı içinde işlevlerini yerine getirmektedir. Bir modüldeki veriler, diğer bir modül için girdi olarak kullanılabilirler [61].

Dünya çapında 100'ün üzerinde ERP yazılım paketi üreticisi olmasına rağmen, belli başlı ERP yazılım paketi sağlayıcıları; SAP AG, Baan Co., PeopleSoft Inc., Oracle Corp., Lawson Software ve J.D. Edwards & Co. olarak öne çıkmaktadır [62].

1972 yılında beş eski IBM sistem analizcisi tarafından Almanya'da kurulan SAP (Systems, Applications and Products in Data Processing), hem firmanın hem de yazılım paketinin adıdır. Örneğin SAP ve ERP sistemi; iş uygulamalarını sıkı bir şekilde entegre edebilmek için mali muhasebe (FI), maliyet muhasebesi ve kontrol (CO), nakit yönetimi (TR), yatırım yönetimi (IM), üretim planlama (PP), malzeme yönetimi (MM),

netimi (PS) ve insan kaynakları (HR) standart modüllerini içermektedir [63].

Uygun satıcıdan işletmeye uygun modüllerin seçilmesi, ERP başarısı için son derece önemli bir konu olmaktadır. [64]. Bayraktaroğlu ve diğerleri yaptıkları araştırmada, araştırmaya katılan işletmelerin ERP kurulumu esnasında karşılaştıkları problemlerden yanlış yazılım seçimini en önemli problem olarak tespit etmişlerdir. Yanlış yazılım seçimi, işletmeler için ciddi zaman ve maliyet kaybına neden olmaktadır. Aynı zamanda bu durum, ERP sistemlerinin başarısız olmasına da yol açmaktadır [65]. Uygun ERP sisteminin seçimi üzerine çok sayıda araştırma yapılmıştır. Çörekçioğlu ve Güngör yapmış oldukları çalışmada, 30 adet kriter kullanarak analitik hiyerarşi süreci (AHP) tekniğinden faydalanmış ve ERP yazılım seçimi yapmışlardır. Wei ve Wang ise çalışmalarında bulanık küme destekli bir seçim modeli kullanmışlardır. Gör ve Güneri çalışmalarında 11 adet kriter kullanarak beş farklı ERP yazılımı alternatifini değerlendirmişlerdir. Ayağ ve Özdemir ise yapmış oldukları çalışmada bulanık analitik şebeke süreci (ANP) yöntemini kullanmışlardır. Lien ve Chan çalışmalarında, imalat ve eğitim sektöründen iki farklı kurum ele almışlar ve bu kurumlar için 32 adet yazılım seçim kriterini dikkate alarak ERP yazılımı seçimi yapmışlar ve yöntem olarak da bulanık AHP tekniğini kullanmışlardır [66]. Vatansver ve Uluköy ise çalışmalarında beş faktörün, yazılım seçimini ve değerlendirilmesini zor ve karmaşık hale getirdiğini belirtmişlerdir. Bu faktörler; piyasada çok sayıda yazılım ürününün bulunması, bilişim teknolojilerinin sürekli gelişmesi, çeşitli donanım ve yazılım sistemleri arasındaki uyumsuzluk, yazılımlar arasında fonksiyonel farklılıkları değerlendirme zorluğu ve kullanıcıların teknik bilgi ve deneyim eksikliği olmaktadır [67].

Toklu ve Yegül çalışmalarında, kurumların ERP yazılımını seçerken göz önüne aldıkları kriterlerden “yazılım maliyetinin” seçim esnasında en önemli etmen olarak ortaya çıktığını ve istisnasız tüm kurumların bu etmene yüksek puan verdiklerini tespit etmişlerdir [68]. Baykoç ve Karadede’nin yaptıkları araştırmadaki önemli bulgulardan biri de bir ERP kurulumunda yazılım masrafının ortalama olarak tüm maliyetin ancak %15’ine denk gelmesi olarak belirlemişlerdir. ERP uygulamalarında en büyük maliyet kalemini, ortalama %30’luk payıyla danışmanlık masrafları oluştururken, bu kalemi ortalama %25’lik payıyla donanım ve altyapı maliyetlerinin izlediği tespit edilmiştir [69].

ERP sistemlerinin kurulumu, bir yazılım sistemi kurulumundan çok daha karmaşık bir işletme organizasyonu olup, üzerinde titiz bir çalışma yapılmadığı takdirde büyük kayıplara yol açabilmektedir. ERP sistemi kurulumunun başarısız olmasının nedenleri; stratejik hedeflerin net tanımlanmaması, üst yönetimin sisteme yeterince destek olmaması, zayıf kurulum projesi yönetimi, organizasyonun değişime katılmaması veya

destek vermemesi, çok iyi bir kurulum projesi ekibinin seçilememesi olarak tanımlanmıştır. Ayrıca son kullanıcılara yeterli eğitimin verilmemesi, performans ölçütlerinin organizasyon değişimine destek vermemesi, çok merkezlilik konusunun iyi irdelenmemesi, yazılım içindeki hatalar, eskiden uygulanan sistemlerden kaynaklanan sorunlar ve donanım zorlukları gibi teknik problemler ve veri doğruluğunun sağlanamaması olarak belirlenmiştir [70].

ERP uygulamalarının avantajları olmakla birlikte bazı dezavantajları da bulunmaktadır. ERP uygulamalarındaki yüksek başarısızlık oranları ve vaat ettiği yararları gerçekleştirmemesi en önemli dezavantajları olarak öne çıkmaktadır. Bu başarısızlık oranının %60- 90 arasında olduğu tahmin edilmiştir [71]. Ancak, ERP sistemlerinin bu yüksek başarısızlık oranına rağmen bu sistemlere yüksek miktarda yatırım yapan işletmeler bulunmaktadır [72]. ERP’yi kullanan tüm firmaların kayda değer fayda sağlamadıkları da dikkate alınması gereken diğer bir konu olmaktadır. Çok sayıda işletme, kendi ERP denemelerini başarısız olarak adlandırmaktadır. Örneğin, beş milyar dolar cirolu Fox Meyer Drug firmasının iflas nedeni, hatalı kurulan bir ERP sisteminden kaynaklı yanlış siparişlerin alınması ve yüksek oranda mal sevk edilmesi olduğu belirtilmiştir [73].

Firmaların risklere rağmen ERP uygulamasına geçme nedenleri; firmanın zayıf performansı, yüksek maliyet yapısı, müşterilere duyarsızlık, kompleks iş süreçleri, iş süreçlerindeki tutarsızlıklar, sistemlerdeki farklılıklar, zayıf bilgi kalitesi, eski sistemler, büyümenin desteklenememesi, işletme birimlerinin globalleşmesi, bilgi paylaşımındaki yetersizlikler olarak sıralanmaktadır [74].

ERP sistemini uygulayan bir şirket; insan kaynaklarından muhasebeye, satışlara, üretime, dağıtım ve tedarik zinciri yönetimine kadar her biriminin sıkıca entegre edildiği bir şirket olarak düşünülmektedir. Bu entegrasyon, şirketlere birçok yönde fayda sağlamaktadır. Bu faydalar; rekabetçi baskılara ve piyasa fırsatlarına daha hızlı tepki verme, direkt işlem maliyetlerinin azaltılması, daha esnek ürün konfigürasyonu ve işletme kaynaklarının verimli ve etkin kullanımı olarak sıralanabilmektedir. Ayrıca bu sistem, işletme içi koordinasyonu, üretim performansını, müşteri memnuniyetini ve zamanında ürün teslimatını artırabilmektedir. Müşteri, dağıtım merkezi, üretim ve tedarikçi arasında yakın işbirliği ve bilgi iletişim ortamını da sağlayabilmektedir. Kullanılan bilginin kalitesinin geliştirilmesi, bilginin kesintisiz biçimde paylaşılması ve entegrasyonu ile tek bir noktadan gerekli tüm bilgilere ulaşma imkanı da tanıyan ERP yazılımları, stratejilere uygun işletme yönetimi sağlayabilmekte, stokları azaltabilmekte ve böylelikle depolama maliyetlerini düşürebilmektedir. Fabrikalar arasında; malzeme, işçilik, makine-teçhizat, bilgi gibi üretim ve dağıtım kaynaklarının ortaklaşa ve verimli kullanımını da sağlayabilmektedir [75].

5. SONUÇ

İşletmelerin günümüz rekabetçi dünyasında varlıklarını devam ettirebilmeleri için tüm süreçlerini aktif bir şekilde kontrol altında tutmaları gerekmektedir. Günümüzde bu durum, ancak bilgisayar teknolojilerinin etkin olarak kullanımı ile mümkün olabilmektedir.

Bir işletmedeki tüm birim ve teknolojilerin entegrasyonunu kapsayan CIM kavramı, seçim ve uygulamalarındaki zorluklara rağmen, küresel rekabet ortamında işletmeler için önemli bir başarı faktörü olabilmektedir. Bu durumun, tüm süreçlerin otomatikleştirilmesiyle işletmelere kolaylıklar sağlamasından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Bilgisayar teknolojilerindeki gelişmelerin işletmeye sağladığı kolaylıklar; kaliteyi geliştirmek ve rekabeti artırmak, zaman ve emek tasarrufu sağlamak, üretimde ve işletmelerin diğer fonksiyonlarında da verimliliği artırmak, bilgi entegrasyonu ile tüm bilgilere tek noktadan ulaşmak, işletme kaynaklarının verimli ve etkin kullanımını sağlamak ve işletmelerde koordinasyonu sağlamak olarak tespit edilmiştir.

Üretimde tasarım ile imalat arasında köprü vazifesi gören CAPP sistemleri, bilgisayar teknolojilerinin gelişim süreçlerine paralel olarak geliştiği anlaşılmıştır. Bilgisayar desteği ile otomatik süreç planlaması yapabilmek ve planları en iyi şekilde optimize edebilmek mümkün olabilmektedir.

Bilgisayarların üretimin yanı sıra finans ve dağıtım gibi tüm işletme fonksiyonlarını da içeren yapılarda kullanımı işletme büyüklüğü gözetmeksizin giderek artmaktadır. İşletme fonksiyonlarının entegrasyonunu sağlayan ERP sistemlerinin beklenen yararları göz önüne alındığında, uygulamalarındaki başarısızlık oranlarına ve yüksek maliyetlerine rağmen büyük ölçekli işletmelerin yanı sıra küçük ve orta ölçekli işletmeler tarafından da tercih edildiği görülmüştür.

Günümüzde bilgisayarlar ve üretim süreçleri, birbirinin ayrılmaz bir parçasıdır ve teknolojinin gelişmesine paralel olarak sürekli etkileşimde bulunmaya devam edecektir.

KAYNAKÇA

1. **Rehg, A. J., Kraebber, W. H.** 2008. Bilgisayar Bütünleşik İmalat. ISBN: 978-605-4031-01-6, Değişim Yayınları, İstanbul.
2. **Balkan, T.** 2013. “Bilgisayar Tümüleşik İmalat (BTİ – CIM),” <http://arsiv.mmo.org.tr/pdf/10949.pdf>, son erişim tarihi: 22.10.2013.
3. **Eraslan, E.** 2013. “MRP-Malzeme İhtiyaç Planlaması,” www.baskent.edu.tr/~eraslan/PMS.doc, son erişim tarihi: 22.10.2013.
4. **Salehi, M., Tavakkoli-Moghaddam, R.** 2009. “Application of Genetic Algorithm to Computer-Aided Process Planning in Preliminary and Detailed Planning,” Engineering Applica-

tions of Artificial Intelligence, vol. 22, p. 1179–1187.

5. **Usher, J., Femande, K.** 1996. “Dynamic Process Planning - The Static Phase,” Journal of Materials Processing Technology, no. 61, p. 53-58.
6. **Cay, F., Chassapis, C.** 1997. “An IT View on Perspectives of Computer Aided Process Planning Research,” Computers in Industry, no.34, p. 307-308.
7. **Sabbaghi, A., Montazemi, A.** 2003. “Computer-Integrated Manufacturing,” Encyclopedia of Information Systems, vol. 1, p. 229-242.
8. **Boztaş, M., Özmızrak, M.** 2012. “Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) Yazılımları Kurulum ve Kullanım Sürecinin Bilgi Yönetimi Kavramlarıyla Etkileşimi,” İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, sayı 21, s. 70.
9. **Nagalingam, V., Lin, C.** 2008. “CIM—still the solution for manufacturing industry,” Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, vol. 24, p. 332-344.
10. **Kumar, D., Karunamoorthy, L., Roth, H., Mirnalinee, T.** 2005. “Computers in manufacturing: towards successful implementation of integrated automation system,” Technovation, no. 25, p. 477–488.
11. **Nagalingam V., Lin, C.** 1999. “Latest developments in CIM,” Robotics and Computer Integrated Manufacturing, no. 15, p.423-430.
12. **Eraslan, E.** 2013. <http://www.baskent.edu.tr/~eraslan/CIM.htm>, son erişim tarihi: 25.10.2013
13. **Wu, C., Fan, Y., Xiao, D.** 2001. Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management, ISBN: 0-471-33057-4, Gavriel Salvendy, John Wiley&Sons. U.S.A
14. **Şahinaslan, M.** 2011. “Bilgisayarlı Tasarım, Modelleme ve Tümüleşik Üretim,” Akademik Bilişim’11 – XIII. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, 2-4 Şubat 2011, İnönü Üniversitesi, Malatya.
15. **Santarek, K.** 1998. “Organisational Problems and Issues of CIM Systems Design,” Journal of Materials Processing Technology, no. 76, p. 219–226.
16. **Doumeings, G. B., Vallespir, B., Chen, D.** 1995. “Methodologies for designing CIM systems: A survey,” Computers in Industry, no. 25, p. 263-280.
17. **Brandimarte, P., Cantamessa, M.** 1995. “Methodologies for designing CIM system: A critique,” Computer in Industry, no. 25, p. 281-293.
18. **Sağsan, M., Öztürk, S.** 2002. “Adı Yok, İşlevi Çok Bir Hizmet Anlayışı: Yönetim Bilgi Sistemi,” Stratejik Analiz, cilt 3, sayı 26, s. 94-100.
19. **Tahirov, A.** 2009. “Bilgisayar Destekli Bilgi Sistemleri,” Journal of Qafqaz University, no. 27, p. 123-133.
20. **Gümüştekin, G.** 2004. “İşletmelerde Yönetim Bilişim Sistemleri,” Yönetim ve Ekonomi, cilt 11, sayı 1, s. 125-142.

21. **Şahin, A.** 2006. "Yönetim Bilgi Sistemleri," Yüksek Lisans Tezi, T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
22. **Güleş, H.** 2000. "Bilişim Sistemlerinin Toplam Kalite Yönetimindeki Yeri ve Önemi," Dokuz Eylül Üniversitesi İİBF Dergisi, cilt 15, sayı 1, s. 103-113.
23. **Sipahi, G., Enginoğlu D.** 2013. "Bilgi Yönetimi Ve Kalite Yönetim Sistemleri Arasındaki İlişkinin Açıklanmasına Yönelik Bir Araştırma," Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi, cilt 5, sayı 1, s. 290-299.
24. **Lin, C., Chuang, H., Shih, D.** 2012. "Development Stage And Relationship of MIS and TQM in the E-Business Era," International Journal of Electronic Business Management, vol. 10, no. 1, p. 50-60.
25. **Baykasoğlu, A., Dereli, T.,** 2006, Üretimde Bilgi Teknolojisi Yöntemleri, ISBN: 975-9169-05-3, Kırmızı Yayınlar, İstanbul.
26. **Varol, R., Yalçın, B., Yılmaz, N.** 2005. "Bilgisayar Destekli İmalatta (CAM), CAM Programı Kullanılarak Parça İmalatının Gerçekleştirilmesi," Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, sayı 3, s. 47-57.
27. **Ciurana, j., Casadesus, M., Serras, F., De Castro, R.** 2000. "Design of a CAPP (Computer -Aided Process Planing) Information System for the Planning of Manufacturing Processes. Implementation Applied to Mechanical Components," 16th International Conference on CAD/CAM, Robotics and Factories of the Future, CARS and FOF 2000, June 26-28, Spain.
28. **Jahan, D., Kabir, G.** 2010. "Development of Computer Aided Process Planing (CAPP) for Rotational Parts," Global Journal of Researches in Engineering, vol. 10, no. 4, p.16-24.
29. **Fuh, J., Chang, C., Melkanoff, M.** 1996. "The Development of an Integrated and Intelligent CAD/CAPP/CAFP Environment Using Logic-Based Reasoning," Computer-Aided Design, vol. 28, no. 3, p. 217-232.
30. **Yip-Hoi, D.** 2001. The Mechanical Systems Design Handbook Modeling, Measurement and Control, ISBN 9781420036749, Yildirim Hurmuzlu, Osita D.I. Nwokah, CRC Press, USA.
31. **Ulusoy, G.** 1991. "Bilgisayar Destekli Operasyon Planlama (CAPP)," Boğaziçi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, arsiv.mmo.org.tr/pdf/10954.pdf, son erişim tarihi: 03.12.2013
32. **Alam, M., Lee, K., Rahman, M., Zhang, Y.** 2000. "Automated process planning for the manufacture of sliders," Computers in Industry, no. 43, p. 249-262.
33. **Lin, A., Lin, M., Ho, H.** 1999. "CAPP and its integration with tolerance charts for machining of aircraft componenets," Computers in Industry, no. 38, p. 263-283.
34. **Wang, L., Feng, H., Cai, N.** 2003. "Architecture Design for Distributed Process Planning," Journal of Manufacturing Systems, vol. 22, no. 2, p. 99-115.
35. **Crow, K.** 1992. "Computer-Aided Process Planning", <http://www.npd-solutions.com/capp.html>, son erişim tarihi: 07.12.2013
36. **Chougule, R., Ravi, B.** 2005. "Variant process planning of castings using AHP-based nearest neighbour algorithm for case retrieval," International Journal of Production Research, p. 1-14.
37. **Denkena, B., Shpitalni, M., Kowalski, P., Molcho, G., Zipori, Y.** 2007. "Knowledge Management in Process Planning," Annals of the CIRP, vol. 56, no. 1, p. 175-180.
38. **Jiang, B., Baines, K., Zockel, M.** 1997. "A New Coing Scheme For The Optimisation of Milling Operations Forutilisation By A Generative Expert C.A.P.P. System," Journal of Materials Processing Technology, no. 63, p. 163-168.
39. **Jiang, B., Lau, H., Chan, F.** 1998. "A process planning expert system based on a flexible digit length coding scheme," Expert Systems with Applications, no. 14, p. 291-301.
40. **Lau, H., Jiang, B.** 1998. "A generic integrated system from CAD to CAPP: a neutral file-cum-GT approach," Computer Integrated Manufacturing System, vol. 11, no. 1-2, p. 67-75.
41. **Law, H., Tam, H., Chan, A., Hui, I.** 2001. "Object-oriented knowledge-based computer-aided process planing system for bare circuit boards manufacturing," Computers in Industry, no. 45, p. 137-153.
42. **Huang, K., Wu, T.** 1995. "Computer-Aided Process Planning For Robotc Assembly," Computers ind. Engng, vol. 29, no. 1-4, p. 653-657.
43. **Waiyagan, K., Bohez, E.** 2009. "Intelligent feature based process planning for five-axis mill-turn parts," Computers in Industry, no. 60, p. 296-316.
44. **Gülesin, M.** 2002. Expert Systems: The Technology Of Knowledge Management And Decision Making For The 21st Century, vol. 2, ISBN 0-12-443880-6 Cornelius T. Leondes, Academic Press, USA.
45. **Halevi, G.** 2001. Handbook of Production Management Methods, ISBN: 978-0-7506-5088-5, Butterworth-Heinemann, Israel.
46. **Cebeci, U.,** 2007. "ERP Yazılımlarının Sektörlere Göre Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi," <http://www.ias.com.tr/136/erp-yazilimlarinin-sektorlere-gore-secim-kriterlerinin-belirlenmesi.htm>, son erişim tarihi: 13.12.2013.
47. **Aydoğan, E.** 2008. "Kurumsal Kaynak Planlaması," Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi, cilt 12, sayı 2, s. 107-118.
48. **Demir, V., Bahadır, O.** 2006. "Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) Sistemlerinin Maliyetlere ve İşletme Performansına Etkileri," Muhasebe – Bilim Dünyası Dergisi, cilt 8, sayı 3, s. 57-70.
49. **Dalğar, H.** 2012. "İşletmelerde Maliyet Muhasebesi İle Entegre Üretim Takip Sisteminin Oluşturulması: Bir Vaka Çalışması," Muhasebe ve Finansman Dergisi, sayı 56, s. 29-50.
50. **Harwood, S.** 2004, ERP Kurumsal Kaynak Planlaması Yapısı, Seçimi ve Kurulumu, ISBN: 975-6410-77-9, Bileşim Yayınları, İstanbul.
51. **Elragal, A., Haddara, M.** 2012. "The Future of ERP Systems: look backward before moving forward," Procedia Technology, no. 5, p. 21-30.
52. **Kıyhoğlu, C.** 2009. "MRP'den ERP'ye... Bir Yol Haritası," <http://www.ias.com.tr/114/mrpden-erpye-bir-yol-haritasi.htm>, son erişim tarihi: 15.12.2013
53. **Yılmaz, B.** 2008. "İşletmelerde Kurumsal Kaynak Planlaması Uygulamalarında Kritik Başarı Faktörleri," SÜ İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, cilt 10, sayı 16, s. 475-490.
54. **Yereli, A.** 2007. "Yeni Nesil Kurumsal Kaynak Planlaması Sistemi'nin Yönetim Muhasebesi Açısından Değerlendirilmesine Yönelik Bir Araştırma," Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Yönetim ve Ekonomi Dergisi, cilt 14, sayı 2, s. 65-80.
55. **Somar, İ.** 2004. "İşletme Kaynakları Planlaması ERPI – ERP II," http://www.inotecbilgimerkezi.com/cinfocenter/pdfs/34_isletme_Kaynak_Planlama_MRP.pdf, son erişim tarihi: 15.12.2013.
56. **Erdas, M.** 2009. Kurumsal Kaynak Yönetimi İş Zekası - İş İstihbaratı Yazılımı Stratejik ve İşlevsel Planlama Ticari Bilişim Teknolojisi, ISBN: 605605590-6, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
57. **Postacı, T., Belgin, Ö., Erkan, T.** 2012. "KOBİ'lerde Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) Uygulamaları," T.C. Sanayi, Bilim Ve Teknoloji Bakanlığı Verimlilik Genel Müdürlüğü, sayı 723, s. 16.
58. **Møller, C.** 2005. "ERP II - Next-generation Extended Enterprise Resource Planning," <https://pure.au.dk/portal/files/32334597/0003167.pdf>, son erişim tarihi: 15.12.2013
59. **Yılmaz, F.** 2009. "Tersaneler İçin Yeni Fırsat: "Bakım – Onarım," Gemi ve Deniz Teknolojisi, sayı 179, s. 25.
60. **Sümen, H.,** 2013. "ERP Sistemlerinin Yakın Tarihçesi ve Yeni Yapısı," <http://www.ias.com.tr/559/erp-sistemlerinin-yakintarihcesi-ve-yeni-yapisi.htm>, son erişim tarihi: 15.12.2013
61. **Tecim, V., Gökşen, Y.** 2009. "Bilişim Teknolojilerinin Üniversitelerde Etkin Kullanımı Üzerine Bir Çalışma," Journal of Yasar University, cilt 4, sayı 14, s. 2237-2256.
62. **Acar, D., Ömürbek, N., Ömürbek, V.** 2004. "Gıda Sektöründe Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) Üzerine Bir Araştırma," Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, cilt 9, sayı 1, s. 1-25.
63. **Aslan, S.** 2012. SAP PP – Üretim Planlama Modülü, ISBN: 978-9944-711-70-8, Pusula Yayınevi, İstanbul.
64. **Gök, Ş.** 2005. "ERP Sistemlerinin Firma Performansına Etkileri Üzerine Bir Saha Araştırması," V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu "Düşünceden Uygulamaya Değer Yaratma," Bildiriler Kitabı, 25-27 Kasım 2005, İstanbul Ticaret Üniversitesi, s. 399-404.
65. **Bayraktaroğlu, S., Demirci, K., Uluköy, M.** 2013. "Kurumsal Kaynak Planlaması Uygulamalarının Kritik Başarı Faktörleri - İmkb Şirketleri Üzerine Bir Araştırma," Yalova Sosyal Bilimler Dergisi, sayı 6, s. 77-90
66. **Görener, A.** 2011. "Bütünlük Anp-Vikor Yaklaşımı İle Erp Yazılımı Seçimi," Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, cilt 5, sayı 1, s. 97-110.
67. **Vatansver, K., Uluköy, M.** 2013. "Kurumsal Kaynak Planlaması Sistemlerinin Bulanık AHP ve Bulanık MOORA Yöntemleriyle Seçimi: Üretim Sektöründe Bir Uygulama," CBÜ Sosyal Bilimler Dergisi, cilt 11, sayı 2, s. 274-293.
68. **Yegül, M., Toklu, B.** "Türkiye'de ERP Uygulamaları", http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/e8c15fed5f80800_ek.pdf?dergi=120, son erişim tarihi: 18.12.2013
69. **Karadede, A., Baykoç, Ö.** 2006. "Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) Uygulaması Sonrası İşletmelerin Yaşadığı Sorunlar," Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., cilt 21, sayı 1, s. 137-149.
70. **Çetişli, H., Başkak, M.** 2013. "Kurumsal Kaynak Plânlama: Başarılı Sistem Kurulumu İçin Kritik Etmenlerin Analizi," IV. Endüstri - İşletme Mühendisliği Kurultayı, 12-13 Aralık 2003 Denizli, s. 15-27.
71. **Kwahka, K., Lee, J.** 2008. "The role of readiness for change in ERP implementation: Theoretical basesand empirical validation," Information & Management, no. 45, p. 474-481.
72. **Ehie, I., Madsen, M.** 2005. "Identifying Critical Issues in Enterprise Resource Planning (ERP) Implementation," Computers in Industry, vol. 56, no. 6, p. 545-557.
73. **Güteryüz, Ö., Tanyeri, M.** 2007. "Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) ve İşletmelerin Yönetmel Kararlarına Etkileri," Yüksek Lisans Tezi, T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Uluslararası İşletmecilik Programı, İzmir.
74. **Akça, Y., Özer, G.** 2013. "Kullanıcı Özelliklerinin Kurumsal Kaynak Planlaması Uygulama Başarısına ve Algılanan Organizasyonel Performansa Etkisi," Journal of Yasar University, cilt 30, sayı 8, s. 4966-4984.
75. **Düzakın, E., Sevinç, S.** 2002. "Kurum Kaynak Planlaması (ERP)," Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, cilt XXI, sayı 1, s. 189-218.