

**T. C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı

**ULAŞTIRMA SEKTÖRÜNDE KURUMSAL KAYNAK
PLANLAMASI (ERP) KULLANIMININ AVANTAJLARI
VE KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR: BİR İNCELEME**

Yüksek Lisans Tezi

KAREMAN MAGDY ABDEL FATAH IBRAHİM ELDOMIATY

Danışman
Doç. Dr. Hakan ÖZCAN

İstanbul – 2026

TEZ TANITIM FORMU

Yazar Adı Soyadı : KAREMAN MAGDY ABDEL FATAH IBRAHİM
ELDOMIATY

Tezin Dili : Türkçe

Tezin Adı : Ulaştırma Sektöründe Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) Kullanımının Avantajları ve Karşılaşılan Zorluklar: Bir İnceleme

Enstitü : İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Anabilim Dalı : Uluslararası Ticaret ve Lojistik

Tezin Türü : Yüksek Lisans

Tezin Tarihi : 12.01.2026

Sayfa Sayısı : 83

Tez : 1. Doç. Dr. Hakan ÖZCAN

Danışmanları

Dizin Terimleri : Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP), ulaştırma sektörü, lojistik, dijital dönüşüm, sektörel performans

Türkçe Özet : Bu tezin temel amacı, ulaştırma sektöründe Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) sistemlerinin kullanımının işletmelere sağladığı avantajları ve uygulama sürecinde karşılaşılan temel zorlukları incelemektir. Bu kapsamda çalışma, literatürdeki akademik araştırmalar ile Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayımlanan ikincil veriler ışığında, ulaştırma sektöründe ERP kullanım düzeyini ve bu kullanımın sektörel performans göstergeleriyle ilişkisini betimsel olarak analiz etmeyi amaçlamaktadır.

Dağıtım Listesi : 1. İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsüne
2. YÖK Ulusal Tez Merkezine

İmzası

Kareman Magdy Abdelfatah Ibrahim Eldomiaty

**T. C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı

**ULAŞTIRMA SEKTÖRÜNDE KURUMSAL KAYNAK
PLANLAMASI (ERP) KULLANIMININ AVANTAJLARI
VE KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR: BİR İNCELEME**

Yüksek Lisans Tezi

KAREMAN MAGDY ABDEL FATAH IBRAHİM ELDOMIATY

Danışman
Doç. Dr. Hakan ÖZCAN

İstanbul – 2026

BEYAN

Bu tezin hazırlanmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğu, kullanılan verilerde herhangi tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez olarak sunulmadığını beyan ederim.

Kareman Magdy Abdelfatah Ibrahim Eldomiaty

.../.../2026



İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

KAREMAN MAGDY ABDELFAHAH İBRAHİM ELDOMİATY'nın “Ulaştırma Sektöründe Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) Kullanımının Avantajları ve Karşılaşılan Zorluklar: Bir İnceleme” adlı tez çalışması, jürimiz tarafından Uluslararası Ticaret ve Lojistik anabilim dalı, Uluslararası Ticaret ve Lojistik bilim dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Başkan

Doç. Dr. Hakan ÖZCAN
(Danışman)

Üye

İmza

Dr. Öğr. Üyesi Tayfun TİMURAY

Üye

İmza

Dr. Öğr. Üyesi İbrahim UZPEDER

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

... / ... / 2026

İmzası

Prof. Dr. İzzet GÜMÜŞ

Enstitü Müdürü

ÖZET

Bu çalışmanın temel amacı, ulaştırma sektöründe Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) sistemleri kullanımının getirdiği avantajları ve bu süreçte karşılaşılan temel zorlukları kapsamlı bir literatür taraması ve Türkiye özelindeki ikincil veriler ışığında incelemektir. Bu doğrultuda, araştırmada nitel bir model benimsenmiş; ERP'nin avantaj ve zorlukları literatürdeki çalışmalarla sentezlenmiş ve Türkiye İstatistik Kurumu'ndan (TÜİK) elde edilen 2019-2023 dönemi verileriyle Türkiye ulaştırma sektöründeki durum betimsel olarak analiz edilmiştir.

Araştırma bulguları, ERP sistemlerinin; iş süreçlerini entegre ederek operasyonel verimliliği artırma, kaynakları optimize etme, maliyetleri düşürme ve gerçek zamanlı veri akışıyla karar destek mekanizmalarını güçlendirme gibi önemli avantajlar sunduğunu göstermektedir. Buna karşın, projelerin başarısındaki en kritik engellerin teknolojik yetersizliklerden ziyade; üst yönetim desteğinin eksikliği, değişime karşı çalışan direnci ve yetersiz proje yönetimi gibi organizasyonel ve insan odaklı faktörler olduğu tespit edilmiştir. Türkiye özelindeki analizler ise, ulaştırma ve depolama sektöründe ERP kullanım oranının 2019'da %13,24 iken 2023'te %22,24'e yükseldiğini, bu artışın sektörel performans göstergelerindeki büyümeyle paralel bir seyir izlediğini ortaya koymuştur.

Sonuç olarak bu çalışma, ERP'nin ulaştırma sektörü için dijital dönüşümün temel taşı niteliğinde stratejik bir araç olduğunu, ancak bu araçtan beklenen faydanın elde edilmesinin teknolojik yetkinlikten çok, bütüncül bir stratejik vizyon ve etkin bir değişim yönetimi gerektirdiğini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: ERP, kurumsal kaynak planlaması, ulaştırma, lojistik

SUMMARY

The main purpose of this study is to examine the advantages of using Enterprise Resource Planning (ERP) systems in the transportation sector and the main challenges encountered in this process, in the light of a comprehensive literature review and secondary data specific to Turkey. Accordingly, a qualitative model was adopted in the research; the advantages and challenges of ERP were synthesized through studies in the literature, and the situation in the Turkish transportation sector was descriptively analyzed using data from the 2019-2023 period obtained from the Turkish Statistical Institute (TÜİK).

The research findings indicate that ERP systems offer significant advantages such as increasing operational efficiency by integrating business processes, optimizing resources, reducing costs, and strengthening decision support mechanisms through real-time data flow. In contrast, it has been determined that the most critical obstacles to the success of the projects are not technological inadequacies but rather organizational and human-oriented factors such as a lack of top management support, employee resistance to change, and inadequate project management. The analyses specific to Turkey have revealed that the ERP usage rate in the transportation and storage sector increased from 13.24% in 2019 to 22.24% in 2023, and this increase followed a parallel trend with the growth in sectoral performance indicators.

In conclusion, this study emphasizes that ERP is a strategic tool that serves as a cornerstone of digital transformation for the transportation sector, but obtaining the expected benefits from this tool requires a holistic strategic vision and effective change management rather than just technological competence.

Keywords: ERP, enterprise resource planning, transportation, logistics

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
SUMMARY	ii
İÇİNDEKİLER	iii
KISALTMALAR	v
TABLOLAR LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
ÖNSÖZ.....	ix
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1. ERP Kavramı ve Tanımı.....	3
1.2. ERP'nin Tarihsel Gelişimi	7
1.3. ERP Sistemlerinin Temel Özellikleri ve Mimarisi	11
1.4. ERP Sistemlerinin Temel Modülleri	15
1.5. ERP Sistemlerinin Genel Başarı ve Başarısızlık Faktörleri	21
1.6. ERP Sistemlerinin Genel Faydaları	25
1.7. ERP Sistemlerinin Genel Zorlukları	30
1.8. Ulaştırma Sektörünün Dijital Dönüşümü ve ERP'nin Rolü.....	34
1.9. Ulaştırma Sektörüne Özgü ERP İhtiyaçları ve Beklentiler	39
1.10. Ulaştırma Sektöründe ERP Kullanımıyla İlgili Araştırmalar	43

İKİNCİ BÖLÜM YÖNTEM

2.1. Araştırma Modeli.....	47
2.2. Veri Toplanma Süreci.....	47
2.3. Verilerin Analizi	48

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM BULGULAR

3.1. Literatür Taraması Bulguları	50
3.1.1. Ulaştırma Sektöründe ERP Kullanımının Avantajları.....	50
3.1.2. Ulaştırma Sektöründe ERP Uygulamasında Karşılaşılan Zorluklar	54
3.2. Türkiye Ulaştırma Sektörüne İlişkin İkincil Veri Analizi Bulguları (2019-2023)	60

3.2.1. Ulaştırma Sektöründe Yıllara Göre ERP Yazılımı Kullanım Oranları	60
3.2.2. Ulaştırma Sektörünün Yıllara Göre Performans Göstergeleri.....	62
3.2.3. ERP Kullanım Oranları ve Sektörel Performans Göstergelerinin Birlikte Değerlendirilmesi	64
TARTIŞMA	67
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	70
KAYNAKÇA	73



KISALTMALAR

AI	: Yapay Zekâ (Artificial Intelligence)
APS	: Gelişmiş Planlama ve Çizelgeleme (Advanced Planning and Scheduling)
API	: Uygulama Programlama Arayüzü (Application Programming Interface)
APICS	: Amerika Üretim ve Envanter Kontrol Topluluğu (American Production and Inventory Control Society)
BPR	: İş Süreçlerinin Yeniden Tasarlanması (Business Process Re-engineering)
BI	: İş Zekâsı (Business Intelligence)
CAD	: Bilgisayar Destekli Tasarım (Computer-Aided Design)
CAM	: Bilgisayar Destekli İmalat (Computer-Aided Manufacturing)
CIM	: Bilgisayarla Bütünleşik Üretim (Computer Integrated Manufacturing)
CRM	: Müşteri İlişkileri Yönetimi (Customer Relationship Management)
DRP	: Dağıtım Kaynakları Planlaması (Distribution Resource Planning)
EDI	: Elektronik Veri Değişimi (Electronic Data Interchange)
ERP	: Kurumsal Kaynak Planlaması (Enterprise Resource Planning)
ERP II	: Genişletilmiş ERP (Extended ERP)
GIS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri (Geographic Information Systems)
GPS	: Küresel Konumlandırma Sistemi (Global Positioning System)
HSCPM	: İnsani Yardım Tedarik Zinciri Ortak Süreç Modeli (Humanitarian Supply Chain Process Model)
IoT	: Nesnelerin İnterneti (Internet of Things)
ITS	: Akıllı Ulaşım Sistemleri (Intelligent Transport Systems)
JIS	: Tam Sırasında (Just-in-Sequence)
JIT	: Tam Zamanında (Just-in-Time)
KOBİ	: Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletme

LHV	: Daha Büyük ve Ağır Araçlar (Longer and Heavier Vehicles)
LIS	: Lojistik Bilgi Sistemleri (Logistics Information Systems)
MRP	: Malzeme İhtiyaç Planlaması (Material Requirements Planning)
MRP II	: İmalat Kaynakları Planlaması (Manufacturing Resource Planning)
RPA	: Robotik Süreç Otomasyonu (Robotic Process Automation)
RFID	: Radyo Frekansı ile Tanımlama (Radio Frequency Identification)
SCM	: Tedarik Zinciri Yönetimi (Supply Chain Management)
SOA	: Hizmet Odaklı Mimari (Service-Oriented Architecture)
SaaS	: Hizmet olarak Yazılım (Software as a Service)
SRM	: Tedarikçi İlişkileri Yönetimi (Supplier Relationship Management)
STK	: Sivil Toplum Kuruluşu
TMS	: Ulaştırma Yönetim Sistemi (Transportation Management System)
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
WMS	: Depo Yönetim Sistemi (Warehouse Management System)
XML	: Genişletilebilir İşaretleme Dili (eXtensible Markup Language)
YÖK	: Yükseköğretim Kurulu

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1. Ulaştırma ve Depolama Sektöründe Kurumsal Yazılım Kullanım Oranları.....	61
Tablo 2. Ulaştırma ve Depolama Sektörü Temel Ekonomik Göstergeler.....	62
Tablo 3. Ulaştırma ve Depolama Sektörü Hizmet Endeksleri	64
Tablo 4. ERP Kullanım Oranları ve Sektörel Performans Göstergelerinin Karşılaştırması	65



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. ERP Sistemlerinin Tarihsel Gelişimi	7
Şekil 2. ERP Sistemlerinin Temel Modülleri ve Destek Katmanları	16
Şekil 3. Ulaştırma ve Depolama Sektöründe Kurumsal Yazılım Kullanım Oranları	61
Şekil 4. Ulaştırma ve Depolama Sektörü Temel Ekonomik Göstergeler.....	63
Şekil 5. Ulaştırma ve Depolama Sektörü Hizmet Endeksleri	64
Şekil 6. ERP Kullanım Oranları ve Sektörel Performans Göstergelerinin Karşılaştırması	65



ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının hazırlanma sürecinde bana yol gösteren, akademik birikimi ve değerli katkılarıyla çalışmama büyük destek sağlayan danışmanım Doç. Dr. Hakan Özcan'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Kendisi, araştırma sürecinin her aşamasında yönlendirmeleriyle çalışmalarımı daha nitelikli hâle getirmiştir.

Bu yolculuk boyunca sabrı, anlayışı ve motive edici desteği ile yanımda olan eşim Moustafa Elfeky'e derin teşekkürlerimi iletmek isterim. Varlığı ve desteği, bu tezin tamamlanmasında benim için büyük bir güç kaynağı olmuştur.

Hayatımın her döneminde olduğu gibi akademik yolculuğumda da yanımdan hiç ayrılmayan, sevgisi ve duasıyla bana her zaman güç veren annem Safaa'ya minnettarım. Onun desteği ve fedakârlıkları olmadan bu çalışmayı tamamlamak mümkün olmazdı.

Bu tez çalışmasının hazırlanmasında katkısı bulunan herkese teşekkür ederim.

Kareman Magdy Abdelfatah Ibrahim Eldomiaty

12/ 01 / 2026

GİRİŞ

Küreselleşmenin hız kazandığı yirmi birinci yüzyılda, teknolojik gelişmeler ve yoğun rekabet ortamı, tüm sektörlerde olduğu gibi ulaştırma ve lojistik sektöründe de köklü bir dönüşümü zorunlu kılmaktadır. Tedarik zincirlerinin giderek daha karmaşık ve coğrafi olarak dağınık hale gelmesi, işletmeleri operasyonel verimliliklerini artırmaya, maliyetlerini düşürmeye ve müşteri beklentilerini en üst düzeyde karşılamaya itmektedir. Bu dinamik ortamda, işletmelerin varlıklarını sürdürebilmesi ve rekabet avantajı elde edebilmesi, sahip oldukları finansal, insan ve fiziksel kaynakları bütünselik bir yaklaşımla, etkin ve verimli bir şekilde yönetme kabiliyetlerine doğrudan bağlı hale gelmiştir (İnal, 2004).

Bu bağlamda, dijital dönüşümün temel taşlarından biri olarak kabul edilen Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) sistemleri, ulaştırma sektörü için stratejik bir öneme sahiptir. ERP sistemleri; finans, insan kaynakları, satın alma, envanter yönetimi ve operasyonlar gibi bir işletmenin tüm temel fonksiyonlarını tek bir merkezi veritabanı etrafında birleştirerek, organizasyon genelinde kesintisiz ve gerçek zamanlı bir bilgi akışı sağlamayı vadetmektedir (Keçek ve Yıldırım, 2009). Bu bütünselik yapı, ulaştırma gibi çok sayıda paydaşın ve dinamik sürecin yer aldığı bir sektörde, karar alma mekanizmalarını güçlendirme, süreçleri standartlaştırma ve kaynak kullanımını optimize etme potansiyeli taşımaktadır (Muscatello, Parente ve Swinarski, 2018).

Ancak, ERP sistemlerinin uygulanması, yalnızca bir teknoloji yatırımı olmanın ötesinde, kurumun iş yapış biçimlerini, organizasyonel kültürünü ve çalışanların günlük rutinlerini temelden değiştiren, maliyetli ve karmaşık bir süreçtir. Projelerin yüksek maliyetlerine rağmen, uygulamaların her zaman beklenen başarıyı getirmemesi ve hedeflenen performansı gösterememesi (Tarn, Yen ve Beaumont, 2002; Ehie ve Madsen, 2005), işletmeleri bu dönüşüm sürecinde dikkatli adımlar atmaya zorlamaktadır. Dolayısıyla, ERP sistemlerinin ulaştırma sektörüne sunduğu potansiyel avantajların yanı sıra, uygulama sürecinde karşılaşılan zorlukların ve risklerin de bütüncül bir bakış açısıyla anlaşılması kritik bir gerekliliktir.

Bu tez çalışmasının temel amacı, ulaştırma sektöründe ERP sistemleri kullanımının getirdiği avantajları ve bu süreçte karşılaşılan temel zorlukları kapsamlı bir literatür taraması ve ikincil veriler ışığında incelemektir. Bu genel amaç

doğrultusunda, ERP kavramının tarihsel gelişimi ve temel özellikleri ele alınacak, ardından ulaştırma sektörünün dijital dönüşüm sürecindeki rolü ve sektöre özgü ihtiyaçlar ortaya konulacaktır. Çalışma, literatürdeki akademik araştırmalardan elde edilen bulguları sentezleyerek ERP kullanımının avantaj ve dezavantajlarını ortaya koymayı ve Türkiye özelinde ulaştırma sektöründeki ERP kullanım oranları ile sektörel performans göstergeleri arasındaki ilişkiyi betimsel olarak analiz etmeyi hedeflemektedir.

Bu çalışmanın, ulaştırma sektöründe faaliyet gösteren ve ERP sistemlerini uygulamayı düşünen veya mevcut sistemlerini daha verimli kullanmayı amaçlayan işletmeler için yol gösterici bir kaynak olması beklenmektedir. Ayrıca, konuya ilişkin akademik literatüre bütüncül bir bakış açısı sunarak gelecek araştırmalar için bir zemin oluşturması amaçlanmaktadır.

Tez, beş ana bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünün ardından gelen birinci bölümde, ERP kavramı, tarihsel gelişimi, temel özellikleri, modülleri, genel başarı ve başarısızlık faktörleri ile ulaştırma sektöründeki rolü ve ihtiyaçları kapsayan kavramsal çerçeve sunulmaktadır. İkinci bölümde, araştırmanın nitel modeline uygun olarak benimsenen veri toplama ve analiz yöntemleri açıklanmaktadır. Üçüncü bölümde, yapılan literatür taraması ve Türkiye İstatistik Kurumu'ndan (TÜİK) elde edilen ikincil verilerin analizine dayalı bulgulara yer verilmektedir. Tartışma bölümünde, elde edilen bulgular literatür ışığında yorumlanmakta, son bölümde ise genel sonuçlar özetlenerek sektör profesyonellerine ve gelecek araştırmacılara yönelik öneriler sunulmaktadır.

BİRİNCİ BÖLÜM

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde ERP kavramı öncelikle genel olarak ardından ulaştırma sektörü özelinde ele alınmakta, daha sonra ulaştırma sektöründe ERP kullanımı ile ilgili araştırmalara yer verilmektedir.

1.1. ERP Kavramı ve Tanımı

Günümüz iş dünyasında bilgi ve iletişim teknolojilerinde yaşanan hızlı gelişmeler, işletmelerin yönetim ve iş yapma yaklaşımlarında köklü değişikliklere yol açmıştır. Bu değişimlerin bir sonucu olarak ortaya çıkan Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP - Enterprise Resource Planning), işletmelerin tedarik zincirinden dağıtım kanallarına kadar uzanan tüm fonksiyonlarını bütünsel bir bilgi yönetim sistemi desteğiyle yönetmelerini sağlayan geniş kapsamlı bir bilgisayar yazılımı olarak tanımlanmaktadır (Keçek ve Yıldırım, 2009). İşletmeler sahip oldukları kaynakları en etkin ve verimli şekilde kullanabilmeye gayret etmektedir. Verimliliğin, çıktının girdiye oranı olarak tanımlandığı bir denklemde, paydada yer alan girdilerin değerinin azaltılması, verimliliğin artırılmasıyla eş anlamlı kabul edilmektedir. İşletmenin sahip olduğu finansal, insan ve materyal kaynakları gibi unsurların tamamı bu denklemin paydasını etkilemekte ve ERP yazılımları, bu girdilerin tamamının etkin bir şekilde kullanımına yardımcı olma hedefini gütmektedir (İnal, 2004).

ERP kavramı için farklı bakış açılarından hareketle çeşitli tanımlamalar yapmak mümkündür. En genel haliyle ERP, tüm sektörlerdeki (telekomünikasyon, perakende, medya, sağlık, kamu vb.) işletmelerin satış sonrası servis, bakım, onarım, insan kaynakları gibi tüm faaliyet birimlerini kapsayan ve şirketlerde süregelen tüm bilgi akışının entegrasyonunu sağlayan ticari yazılımlar bütünü olarak ifade edilmektedir (Keçek ve Yıldırım, 2009). Daha stratejik bir perspektiften bakıldığında ise ERP; bir işletmenin stratejik amaç ve hedefleri doğrultusunda müşteri taleplerini en uygun şekilde karşılayabilmek için farklı coğrafi bölgelerde bulunan tedarik, üretim ve dağıtım kaynaklarının en etkin ve verimli bir biçimde planlanması, koordinasyonu ve kontrol edilmesi

fonksiyonlarını bünyesinde barındıran bir yazılım sistemi olarak tanımlanmıştır (Acar, 2001).

Literatürde ERP, bir işletmenin tüm sistemini entegre eden ve organizasyon genelinde kesintisiz bir bilgi akışı sağlayan bir yazılım paketi olarak da sıkça anılmaktadır . Bu sistemler, bir organizasyonun finans, üretim, satın alma, satış, lojistik, insan kaynakları gibi temel fonksiyonlarını birbirine bağlayan yazılım programlarının bir bütününden oluşmaktadır (Jacobs ve Whybark, 2000). Bu entegre yapı, işletmenin farklı departmanları arasında silolar halinde biriken bilginin önüne geçerek, verinin tek bir merkezden yönetilmesini ve tüm birimlerin aynı ve güncel bilgiye erişimini mümkün kılmaktadır. Bu sayede, işletme genelinde veri bütünlüğü, tutarlılığı ve doğruluğu sağlanarak karar alma süreçlerinin kalitesi artırılmaktadır. ERP sistemlerinin temel felsefesi, tek veritabanı, tek uygulama ve tüm işletme genelinde birleşik bir arayüz ilkesine dayanmaktadır. Bu ilke, bilginin tekrar tekrar girilmesini önlemekte, veri tutarsızlıklarını ortadan kaldırmakta ve iş süreçlerinin standartlaşmasına olanak tanımaktadır (Menon, Muchnick, Butler ve Pizur, 2019).

ERP sistemlerinin isimlendirilmesinde "Kurumsal" (Enterprise) kelimesinin kullanılması, bu sistemlerin kapsamının belirli bir hizmet veya ürün üretmeye yönelik faaliyet gösteren kurumların bütün fonksiyonlarını içermesinden kaynaklanmaktadır. Bu yaklaşım, bütünün, onu oluşturan parçalardan daha anlamlı olduğu düşüncesi üzerine kurulmuştur. Geleneksel yaklaşımlarda birbirinden bağımsız olarak ele alınan işlevler, ERP felsefesi içerisinde, kurumun ortak amaçlarını gerçekleştirmek için birbirine sıkı sıkıya bağlı ve eşgüdüm içinde çalışan parçalar olarak görülmektedir. Bu sayede, şirketin ortak bir veritabanında saklanan verilerinden elde edilen bilgilerin, doğru zamanda, doğru formatta ve doğru makamlara iletilmesi güvence altına alınmaktadır (Yegül, 2003).

Teknolojik bir perspektiften ERP, bir işletmenin işlemlerini işlemek ve entegre, gerçek zamanlı planlama, üretim ve müşteri yanıtını kolaylaştırmak için tasarlanmış bilgisayar tabanlı sistemler olarak tanımlanmıştır (O'Leary, 2001). Bu sistemler, konfigüre edilebilir bir merkezi veritabanı mimarisine sahip olup, işletmenin tüm fonksiyonel alanları içinde ve bu alanlar arasında gerçek zamanlı bilgi akışını entegre etme kapasitesine sahiptir (Rashid, Hossain ve Patrick, 2002).

Bilgi teknolojisinin olanaklarıyla geliştirilen bu sistemler, tüm bölümlerin yazılım ve süreçlerini, tek bir veritabanı üzerinde çalışan tek bir yazılım uygulaması içinde birleştiren, tamamen entegre edilmiş, bilgisayar destekli bir iş yönetimi sistemi olarak da görülebilir (Düzakın ve Sevinç, 2002).

ERP kavramı, yalnızca bir yazılım ürünü olarak değil, aynı zamanda bir iş yöntemi ve stratejik bir gelişim aracı olarak da ele alınmaktadır. Örneğin, Amerikan Üretim ve Envanter Kontrol Topluluğu (APICS), ERP'yi; bir imalat, dağıtım veya hizmet şirketinde müşteri siparişlerini almak, yapmak, göndermek ve muhasebeleştirmek için gereken tüm kaynakların (insan, makine, materyal vb.) etkin bir şekilde planlanması ve kontrol edilmesi için kullanılan bir yöntem olarak tanımlamıştır (Rashid, Hossain ve Patrick, 2002). Bu tanım, ERP'nin teknolojik boyutunun ötesinde, işletme kaynaklarının yönetimine dair metodolojik bir çerçeve sunduğunu vurgulamaktadır. Bu bağlamda, ERP kavramına üç farklı açıdan bakmak mümkündür: (1) alınıp satılabilen ticari bir mal, (2) bir kurumun tüm süreç ve verilerini tek bir geniş ve bütünlük yapı altında toplayan bir gelişim aracı, (3) iş süreçlerine kapsamlı çözümler sunan bir altyapının anahtar ögesi (Manas, 2005).

ERP sistemleri, bir entegrasyon aracı olarak evrimleşmiştir. Bu sistemler; satış ve pazarlama, bakım, üretim/imalat, tedarik/lojistik, depo yönetimi, insan kaynakları, genel idari işler ve finans dahil olmak üzere bir şirketin tüm temel faaliyetlerini ve uygulamalarını, merkezi veri depolama birimlerine (sunuculara) entegre etmektedir. Bu entegre yapı sayesinde, ihtiyaç duyan tüm çalışma birimleri, yetkileri dahilinde, sistemdeki verilere kolayca erişebilmektedir (Toruan, 2013). Bu erişim kolaylığı ve bilgi paylaşımı, organizasyonel verimliliği artırmanın yanı sıra, işletmelerin hızla değişen pazar koşullarına daha çevik ve esnek bir şekilde yanıt vermesini sağlamaktadır. Nitekim, bilgi teknolojisinin iş yapma biçimlerini temelden değiştirme potansiyeline sahip olduğu ve birçok organizasyonun rekabet güçlerini artırmak için ERP sistemlerini bir çözüm olarak kullandığı belirtilmektedir (Erkan ve Rouyendegh, 2011; Menon, Muchnick, Butler & Pizur, 2019).

ERP sistemlerinin sağladığı entegrasyon, geleneksel olarak izole edilmiş ve birbirinden kopuk çalışan bilgi sistemlerinden, daha bütünlük bir bilgi teknolojisi kullanımına doğru anlamlı bir paradigma değişimini temsil etmektedir. Bu değişim,

organizasyonel ve departman düzeyinde daha akıcı ve verimli bir bilgi akışını mümkün kılmaktadır (Erwanto ve Zusi, 2020). Bu akıcı bilgi akışı, işletmelerin operasyonlarına bütünsel bir bakış açısı kazanmalarını sağlamakta ve iş zekası ile analitik araçlar kullanarak daha isabetli stratejik kararlar almalarına olanak tanımaktadır (Gartner, 2011; Motwani, Subramanian & Gopalakrishna, 2005; Parr ve Shanks, 2000). Sonuç olarak, ERP, bir işletmenin muhasebe, finans, satış-dağıtım, üretim planlama, stok yönetimi, satın alma, pazarlama, kalite yönetimi ve bakım-onarım gibi kritik fonksiyonları arasındaki iş birliği ve etkileşimi sağlama ve geliştirme temel amacı üzerine kurulmuş kapsamlı bir bilgi yönetimi mimarisidir (Bayraktar ve Efe, 2006).

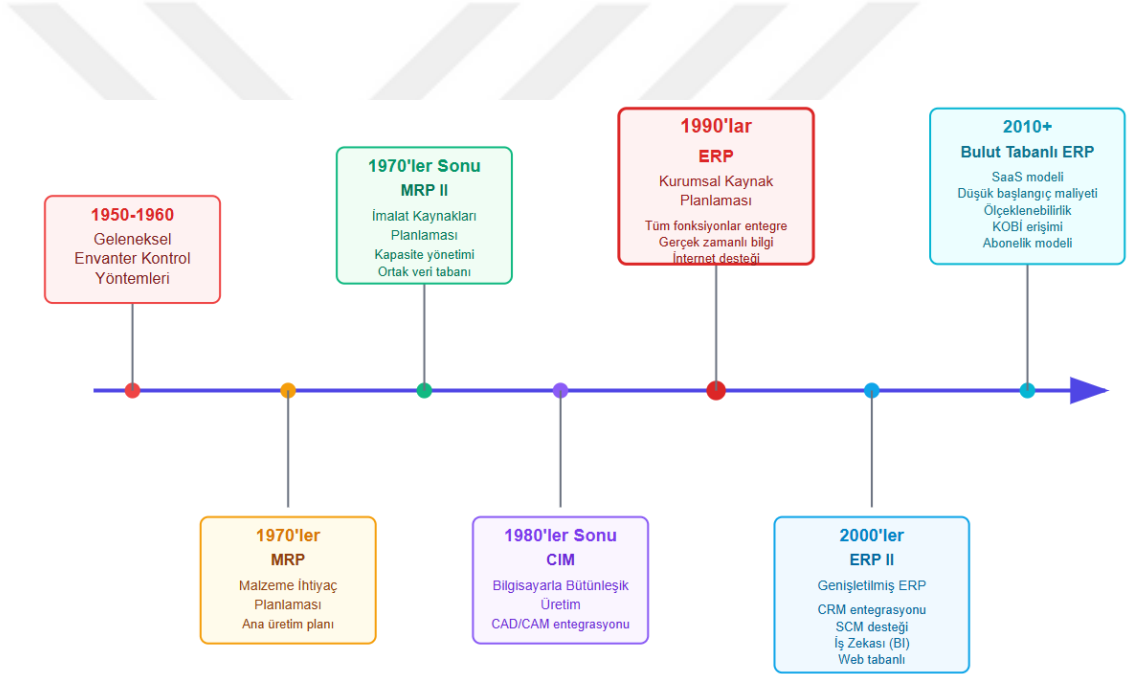
Modern dijital teknolojilerin (Sosyal, Mobil, Analitik, Bulut ve Nesnelerin İnterneti) dijital iş dönüşümünün ana itici gücü olduğu günümüzde, ERP sistemleri bu dönüşümün merkezinde yer almaktadır. Yıllardır işlerini aynı yöntemlerle yürüten şirketler, bu yeni dijital teknolojilerin getirdiği zorluklara, yeterli bir dönüşüm olmaksızın yanıt verememektedir. Entegre bir bilgi sistemi, elektronik iş modellerine dayalı olarak faaliyet gösteren ve dijital teknolojilerle karakterize edilen modern şirketlerin başarısı için temel bir ön koşuldur. Bu bağlamda, modern şirketlerin daha etkin bir işleyiş için işlerini üzerine kurmaları gereken en önemli entegre yazılım çözümü ERP olarak öne çıkmaktadır. ERP sistemlerinin uygulanması, bilgi bütünlüğünü ve şirketin herhangi bir organizasyonel birimindeki çalışanların erişebileceği benzersiz bir veritabanını garanti etmektedir. İş verilerinin bütünlüğü, güncelliği ve kalitesi, modern pazarda rekabet gücünü sağlamak ve zamanında, doğru kararlar almak için vazgeçilmez bir ön koşuldur (Ivanović ve Marić, 2021).

Sonuç olarak, ERP, basit bir yazılım paketinden çok daha fazlasını ifade eden çok katmanlı bir kavramdır. ERP, bir işletmenin tüm kaynaklarını, süreçlerini ve fonksiyonlarını tek bir çatı altında birleştiren, veri bütünlüğünü ve tutarlılığını sağlayan, karar alma süreçlerini destekleyen, verimliliği ve rekabet gücünü artıran stratejik bir iş felsefesi ve teknolojik bir altyapıdır. İşletmelerin giderek daha karmaşık ve rekabetçi hale gelen bir ortamda faaliyet gösterdiği günümüzde, ERP sistemleri, organizasyonel çevikliği artırmak ve müşteri ihtiyaçlarını daha etkin bir şekilde karşılamak için vazgeçilmez bir araç olarak kabul edilmektedir (Erkan ve

Rouyendegh, 2011; Motwani, Subramanian & Gopalakrishna, 2005; Stanciu ve Tinca, 2013). Bu sistemler, bir kurumun tüm organizasyonu boyunca bilgiyi paylaşma imkanı veren bir yazılım uygulamaları serisi olarak, işletmelerin dijital dönüşüm yolculuklarında onlara rehberlik eden temel bir yapı taşı niteliğindedir (Düzakın ve Sevinç, 2002).

1.2. ERP'nin Tarihsel Gelişimi

ERP sistemleri, belirli bir anda icat edilmiş tek bir teknoloji olmaktan ziyade, işletmelerin değişen ihtiyaçlarına ve teknolojik ilerlemelere paralel olarak on yıllar boyunca süren bir gelişim sürecinin ürünü olarak tanımlanmaktadır (Al-Amin, Hossain, Islam ve Biwas, 2023). Bu süreç Şekil 1’de sunulmuştur.



Şekil 1. ERP Sistemlerinin Tarihsel Gelişimi

Kaynak:(Al-Amin, Hossain, Islam, & Biwas, 2023) (2023, s. 36)’den uyarlanmıştır.

ERP sistemlerinin kökeni, bilgisayar teknolojisinin iş dünyasına entegre olmasından önceki dönemlere, 1950’li ve 1960’lı yıllarda kullanılan geleneksel envanter kontrol yöntemlerine kadar dayanmaktadır. Bu erken dönemde işletmeler, stoklarını yönetmek için her bir parçanın sipariş ve stok taşıma maliyetini ayrı ayrı ele alan klasik ve büyük ölçüde manuel olan yöntemler kullanmaktaydı (Harwood, 2003). Bilgisayarların ticari hayatta muhasebe ve envanter yönetimi gibi temel

fonksiyonlar için kullanılmaya başlanması, daha sonra geliştirilecek olan entegre planlama sistemlerinin ilk adımlarını oluşturmuştur. Bu ilk bilgisayar uygulamaları, genellikle birbirinden bağımsız çalışan ve yalnızca belirli bir departmanın görevlerini otomatikleştirmeyi amaçlayan basit programlardan ibaretti (Patel, 2018).

ERP sistemlerinin gelişimindeki ilk büyük ve somut adım, 1970'li yıllarda imalat sektörünün temel sorunlarına çözüm bulmak amacıyla geliştirilen Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP - Material Requirements Planning) sistemleri ile atılmıştır. Bu dönemde seri üretim yapan imalatçılar için en kritik zorluk, üretim süreçlerinde kullanılacak doğru miktarda hammadde ve bileşenin doğru zamanda temin edilmesini sağlamaktır. MRP sistemleri, bu sorunu çözmek amacıyla ana üretim planını, ürün reçetelerini (bill of materials) ve mevcut envanter verilerini kullanarak ne kadar malzemeye ne zaman ihtiyaç duyulacağını ve ne zaman sipariş verilmesi gerektiğini hesaplayan bir mantık üzerine kurulmuştur (Tekin, 2003). Bu sistemler, bir işletmenin üretim planlaması ve envanter yönetimi gibi temel fonksiyonlarını destekleyerek verimliliği artırmış ve üretim maliyetlerini düşürmüştür Noori, Radford & Harrison, 2008. MRP'nin temel amacı, stok yatırımlarını minimize etmek, iş akışını daha düzenli hale getirmek ve müşterilere daha güvenilir teslimat programları sunmaktır. Bu sayede işletmeler, gereksiz stok maliyetlerinden kaçınırken üretim süreçlerinin kesintisiz devam etmesini garanti altına alabilmekteydi (Tekin, 2003).

Pazar dinamiklerinin zamanla değişmesi, rekabetin artması ve işletmelerin "stoka üretim" (make-to-stock) modelinden "siparişe özel üretim" (make-to-order) gibi daha esnek modellere yönelmesi, yalnızca malzeme ihtiyaçlarını planlayan MRP sistemlerinin yetersiz kalmasına neden olmuştur. Bu yeni ortamda işletmelerin sadece malzeme kaynaklarını değil, aynı zamanda makine kapasitesi, iş gücü ve finansal kaynaklar gibi tüm imalat kaynaklarını bütünsel bir yaklaşımla planlama ihtiyacı doğmuştur. Bu ihtiyaç, 1970'li yılların sonlarında mevcut MRP sistemlerinin yeteneklerinin genişletilmesiyle ortaya çıkan İmalat Kaynakları Planlaması (MRP II - Manufacturing Resource Planning) yaklaşımını doğurmuştur (Özgül, 2006). MRP II, temel MRP fonksiyonlarına ek olarak satış planlama, kapasite yönetimi, atölye zemin kontrolü ve çizelgeleme gibi yeni işlevleri de

bünyesine katarak çok daha kapsamlı bir planlama aracı haline gelmiştir. MRP II'nin en devrimci yönü, bir işletmedeki satınalma, imalat, finans, mühendislik, insan kaynakları ve satış gibi tüm temel fonksiyonları tek ve ortak bir veri tabanı kullanarak koordine etme yeteneğiydi (Demir ve Gümüsoğlu, 2003). Bu entegrasyon sayesinde, üretim operasyonları finansal terimlere dönüştürülebilmüş ve böylece üst yönetimin pazarlama ve iş planlarını daha stratejik ve verimli bir şekilde geliştirmesine olanak tanınmıştır (Olaore ve Olayanju, 2013).

1980'li yılların sonlarına doğru, MRP ve MRP II sistemlerinin sağladığı entegrasyon felsefesi daha da ileri taşınarak Bilgisayarla Bütünleşik Üretim (CIM - Computer Integrated Manufacturing) sistemleri ortaya çıkmıştır. CIM'in temel amacı, bir işletmenin farklı fonksiyonel alanlarında kullanılan ileri teknolojileri (örneğin, bilgisayar destekli tasarım - CAD, bilgisayar destekli imalat - CAM) ortak bir bilgisayar ağı aracılığıyla entegre etmek ve bu sayede bireysel yönetim merkezleri ile çeşitli kontrol fonksiyonları arasında kusursuz bir ara bağlantı kurmaktır (Al-Amin, Hossain, Islam ve Biwas, 2023). CIM, imalat verileri üzerinde daha hassas bir kontrol sağlamayı ve otomasyonu en üst düzeye çıkarmayı hedeflemiştir (Klaus, Rosemann, & Gable, 2000). Bu sistemler, aynı dönemde ortaya çıkan ve firmaların ürün dağıtım kanallarını yönetmelerini sağlayan Dağıtım Kaynakları Planlaması (DRP - Distribution Resource Planning) gibi diğer yaklaşımlarla birlikte, daha bütünleşik kurumsal çözümlere olan ihtiyacı daha da belirgin hale getirmiştir. CIM, kendi içinde bazı teknolojik ve kavramsal sınırlılıklara sahip olsa da, temelini oluşturan bilgi sistemi entegrasyonu felsefesi, daha sonra geliştirilecek olan ERP sistemlerinin kavramsal altyapısını hazırlayan önemli bir basamak olarak kabul edilmektedir (Patel, 2018).

1990'lı yıllar, küreselleşmenin hız kazanması, çok uluslu firmaların yaygınlaşması ve tedarik zincirlerinin coğrafi olarak dağılmasıyla birlikte işletmeler için entegrasyon ihtiyacının kritik bir boyuta ulaştığı bir dönüm noktası olmuştur. Bu yeni ve karmaşık iş ortamında, önceki nesil sistemler olan MRP, MRP II ve CIM'in temel prensiplerini ve fonksiyonlarını tek bir çatı altında birleştiren ERP sistemleri ortaya çıkmıştır. ERP, bir işletmenin finans, üretim, satın alma, satış, lojistik, insan kaynakları gibi tüm fonksiyonlarını birbirine bağlayan ve bu fonksiyonlar arasındaki gerçek zamanlı bilgi akışını sağlayan bütünleşik bir

yazılım mimarisi olarak tanımlanmaktadır (Rashid, Hossain ve Patrick, 2002). ERP sistemleri, basit bir şekilde, bir şirketin tümünü kapsayan entegre bir bilgi sistemi olarak da ifade edilmektedir (Jacobs ve Whybark, 2000). Bu sistemlerin isimlendirilmesinde "Kurumsal" kelimesinin kullanılması, kapsamlarının yalnızca imalatla sınırlı kalmayıp, belirli bir hizmet veya ürün üreten kurumların bütün fonksiyonlarını içermesinden kaynaklanmaktadır (Keçek ve Yıldırım, 2009). İnternetin ve birbirine bağlı sistemlerin yaygınlaşması, ERP sistemlerinin benimsenme sürecini önemli ölçüde hızlandırmış ve bu sistemler, işletmelerin tüm kaynaklarını etkin bir şekilde planlayan ve tüm bilgi gereksinimlerini karşılayan vazgeçilmez iş yönetimi araçları haline gelmiştir (Al-Amin, Hossain, Islam ve Biwas, 2023).

2000'li yıllara gelindiğinde, iş dünyasının dinamikleri bir kez daha değişmiş ve işletmeler arası iş birliği, rekabet avantajı elde etmenin anahtarı haline gelmiştir. Bu durum, ERP sistemlerinin kapsamının işletmenin geleneksel sınırlarını aşarak tedarikçiler, müşteriler ve iş ortakları gibi dış paydaşları da kapsayacak şekilde genişlemesine neden olmuştur. Bu evrim, Genişletilmiş ERP veya ERP II olarak adlandırılan yeni nesil sistemlerin doğmasına yol açmıştır (Stancu ve Drăguț, 2018). İnternet ve web tabanlı teknolojilerin olgunlaşmasıyla birlikte, ERP sistemleri; müşteri verilerini yöneten Müşteri İlişkileri Yönetimi (CRM), tedarik zinciri süreçlerini optimize eden Tedarik Zinciri Yönetimi (SCM) ve stratejik karar verme süreçlerini destekleyen İş Zekâsı (BI) gibi harici odaklı modüllerle bütünleşmiştir (Bayraktar ve Efe, 2006). 2002 yılında tanıtılan ERP II konsepti, web tabanlı uygulamaların entegrasyonu sayesinde farklı coğrafi konumlardaki kuruluşlar arasında uzaktan iletişime ve veri paylaşımına olanak tanıyarak işletmeler arası iş birliğini ve bilgi akışını daha önce görülmemiş bir seviyeye taşımıştır. Bu sayede ERP, yalnızca bir kurumun iç kaynaklarını planlayan bir sistem olmaktan çıkıp, tüm değer zincirini kapsayan bir iş birliği platformuna dönüşmüştür (Cailean ve Sharifi, 2014).

ERP sistemlerinin evrimindeki son önemli aşama, 2010'lu yılların başlarında bulut bilişim (cloud computing) teknolojilerinin yükselişiyle başlamıştır. Geleneksel (on-premise) ERP sistemlerinin yüksek lisans ücretleri, pahalı sunucu donanımları, uzun ve karmaşık kurulum süreçleri ve sürekli bakım maliyetleri,

özellikle finansal kaynakları kısıtlı olan küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ) için önemli bir yatırım engeli teşkil etmekteydi (Cailean ve Sharifi, 2014). Bu soruna bir çözüm olarak geliştirilen bulut tabanlı ERP sistemleri, "hizmet olarak yazılım" (SaaS - Software as a Service) modeliyle sunularak, işletmelere çok daha düşük başlangıç maliyetli, esnek ve ölçeklenebilir bir alternatif sunmuştur (Gottipati, 2020). Bu modelde, donanım, yazılım, veri tabanı ve ağ bağlantısı gibi tüm altyapı bileşenleri hizmet sağlayıcı tarafından barındırılmakta ve yönetilmekte, müşteri ise bu hizmete internet üzerinden bir abonelik ücreti karşılığında erişmektedir (Abdulraheem, Abdulla & Mohammed, 2020). Bulut tabanlı ERP, işletmeleri sunucu ve altyapı satın alma ve bakım maliyetlerinden kurtararak, modern ve entegre kurumsal sistemlerin daha geniş bir işletme yelpazesi tarafından erişilebilir olmasını sağlamıştır. Bu esneklik, işletmelerin yalnızca kullandıkları hizmet kadar ödeme yapmasına ve ihtiyaçları değiştikçe sistem kapasitelerini kolayca artırıp azaltabilmelerine olanak tanımıştır (Picek, Novosel, & Peronja, 2017).

1.3. ERP Sistemlerinin Temel Özellikleri ve Mimarisi

Bir işletmenin tedarikten dağıtıma kadar tüm fonksiyonlarını bütünlüklü bir bilgi yönetim sistemi desteğiyle yönetmesini sağlayan geniş kapsamlı ve karmaşık yazılım çözümleri olarak tanımlanan ERP sistemlerinin temelini, işletmenin farklı departmanları ve iş süreçleri arasında kesintisiz, gerçek zamanlı bir bilgi akışı sağlamak üzere tasarlanmış özel bir mimari yapı ve bu yapıyı destekleyen bir dizi temel özellik oluşturmaktadır (Keçek ve Yıldırım, 2009). ERP'nin mimari felsefesi, geleneksel olarak birbirinden izole edilmiş ve farklı teknolojilerle yönetilen departman bazlı uygulamaların (bilgi silolarının) yerini, tüm organizasyonu tek bir mantıksal bütün olarak ele alan merkezi bir yaklaşıma bırakmasıdır. Bu bütünlüklü yapı, ERP sistemlerini diğer kurumsal yazılımlardan ayıran en temel karakteristik olarak kabul edilmektedir (Klaus, Rosemann, & Gable, 2000).

ERP mimarisinin kalbinde ve en temel yapı taşı, merkezi bir veri tabanı oluşturmaktadır. Bu mimari prensip, işletmenin tüm operasyonel ve stratejik verilerinin tek bir yerde, tutarlı ve standart bir formatta saklanmasını öngörmektedir. Tek veri tabanı, tek uygulama ve tüm işletme genelinde birleşik bir arayüz olarak da ifade edilen bu merkezîyetçi yaklaşım, veri tekrarını ortadan

kaldırmakta, veri bütünlüğünü sağlamakta ve bilginin doğruluğunu güvence altına almaktadır (Menon, Muchnick, Butler ve Pizur, 2019). Geleneksel sistemlerde, aynı müşteri veya ürün bilgisinin satış, muhasebe ve depo gibi farklı departmanların sistemlerine tekrar tekrar girilmesi gerekirken, ERP'nin merkezi veri tabanı mimarisi sayesinde bir veri sisteme yalnızca bir kez girilmektedir. Bu veri, daha sonra yetkisi olan tüm departmanlar ve modüller tarafından anlık olarak erişilebilir ve kullanılabilir hale gelmektedir. Bu özellik, karar alma süreçleri için kritik öneme sahip olan doğru ve güncel bilgiye anında ulaşılmasını sağlayarak organizasyonel verimliliği ve çevikliği artırmaktadır (Menon, Muchnick, Butler ve Pizur, 2019).

ERP sistemlerinin bir diğer temel özelliği, modüler bir yapıya sahip olmalarıdır. Bu sistemler, tek bir monolitik yazılım parçasından ziyade, bir işletmenin belirli fonksiyonel alanlarına karşılık gelen bir dizi entegre modülden oluşmaktadır. Finans, muhasebe, insan kaynakları, üretim planlama, satınalma, envanter yönetimi, satış ve pazarlama gibi modüller, ERP sistemlerinin standart bileşenlerini oluşturmaktadır (Rashid, Hossain ve Patrick, 2002). Her bir modül, kendi alanıyla ilgili spesifik iş süreçlerini yönetirken, aynı zamanda merkezi veri tabanı aracılığıyla diğer tüm modüllerle tam bir entegrasyon içinde çalışmaktadır. Örneğin, satış modülünde oluşturulan bir müşteri siparişi, otomatik olarak üretim planlama modülünde bir üretim emrini tetikleyebilir, envanter modülünde stok seviyelerini güncelleyebilir ve finans modülünde bir alacak kaydı oluşturabilir. Modüller arasındaki bu kusursuz entegrasyon, iş süreçlerinin otomasyonunu sağlamakta, manuel müdahaleleri azaltmakta ve departmanlar arası koordinasyonu en üst düzeye çıkarmaktadır (Jacobs ve Whybark, 2000).

Bu sistemlerin önemli bir özelliği de, içlerine gömülü olan "en iyi iş uygulamaları" (best practices) felsefesidir. ERP yazılımları, belirli bir sektördeki binlerce şirketin deneyimlerinden süzülerek oluşturulmuş, genel kabul görmüş en verimli ve etkili iş süreçlerini standart olarak sunmaktadır. Bu nedenle, bir ERP sistemi uygulamak, sadece bir teknoloji projesi değil, aynı zamanda genellikle bir iş süreci yeniden mühendisliği (BPR) projesi anlamına gelmektedir (Ivanović ve Marić, 2021). İşletmeler, ERP sisteminin standart süreçlerine uyum sağlamak için mevcut iş yapış şekillerini gözden geçirmek ve çoğu zaman bu en iyi uygulamaları

benimsemek durumunda kalmaktadır. Bu durum, başlangıçta organizasyonel bir dirençle karşılaşabilse de, uzun vadede işletmelerin daha verimli, standart ve kanıtlanmış süreçlere kavuşmasına yardımcı olmaktadır. Bu standart yapı, ERP sistemlerinin farklı sektörlerdeki ve farklı coğrafyalardaki şirketler tarafından geniş çapta benimsenebilmesinin temel nedenlerinden biridir (Yegül, 2003).

Standart paketler olmalarına karşın, ERP sistemleri yüksek derecede yapılandırılabilirlik (configurability) ve özelleştirilebilirlik (customizability) özellikleri sunmaktadır. Bu iki kavram, sistemin bir işletmenin özel ihtiyaçlarına uyarlanma derecesini ifade etse de aralarında önemli bir fark bulunmaktadır. Yapılandırma, yazılımın mevcut koduna dokunmadan, sistemin sunduğu binlerce parametre ve ayar seçeneğini kullanarak yazılımı işletmenin süreçlerine, organizasyon yapısına ve politikalarına göre ayarlama işlemidir. Özelleştirme ise, standart yazılımın yetersiz kaldığı durumlarda, yazılımın kaynak kodunda değişiklikler yaparak veya sisteme yeni kod blokları (eklentiler) ekleyerek işletmeye özgü yeni fonksiyonlar geliştirmektir (Manas, 2005). Genellikle, yüksek derecede özelleştirme, projenin karmaşıklığını, maliyetini ve süresini artırdığı ve gelecekteki sistem güncellemelerini zorlaştırdığı için kaçınılması gereken bir durum olarak görülmektedir. Bu nedenle, ERP projelerinde temel hedef, işletme süreçlerini mümkün olduğunca sistemin standart yapılandırma seçenekleriyle karşılamak ve özelleştirmeyi yalnızca rekabet avantajı sağlayan kritik ve benzersiz süreçler için son çare olarak düşünmektir (Ghobakhloo ve Tang, 2018).

Mimari model açısından bakıldığında, ERP sistemleri geleneksel olarak "şirket içi" (on-premise) olarak adlandırılan bir mimari üzerine kurulmuştur. Bu modelde işletme, ERP yazılımının lisansını satın alır ve yazılımı kendi bünyesindeki sunucular, veri tabanları ve ağ altyapısı üzerinde çalıştırır. Sistemin tüm kontrolü, güvenliği, bakımı ve güncellemeleri tamamen işletmenin kendi IT departmanının sorumluluğundadır. Bu mimari, işletmeye verileri ve süreçleri üzerinde tam kontrol imkânı sunarken, aynı zamanda yüksek başlangıç yatırım maliyetleri (lisans, donanım), uzun kurulum süreleri ve sürekli operasyonel giderler (IT personeli, bakım, enerji) gibi önemli dezavantajları da beraberinde getirmektedir. Bu yüksek maliyetler, geleneksel ERP mimarisini uzun yıllar

boyunca genellikle yalnızca büyük ölçekli işletmeler için erişilebilir kılınmıştır (Cailean ve Sharifi, 2014).

Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte, özellikle internetin yaygınlaşması ve hizmet odaklı mimari (SOA) anlayışının gelişmesi, ERP mimarisinde yeni olanaklar yaratmıştır. ERP II olarak da bilinen genişletilmiş ERP sistemleri, bu yeni mimari yaklaşımlardan faydalanarak, sistemin yeteneklerini işletmenin fiziksel sınırlarının ötesine taşımıştır. Bu mimari, SCM ve CRM gibi dışa dönük uygulamaların web servisleri aracılığıyla ERP'nin çekirdek yapısıyla entegre olmasını sağlamıştır (Stancu ve Drăguț, 2018). Bu sayede ERP, sadece iç süreçleri yöneten kapalı bir sistem olmaktan çıkıp, tedarikçiler ve müşterilerle gerçek zamanlı veri alışverişi yapabilen, daha açık ve iş birliğine dayalı bir platform mimarisine kavuşmuştur. Bu mimari evrim, günümüzün bulut tabanlı ERP sistemlerinin de temelini hazırlayan önemli bir ara adım olmuştur (Shafi, Zhang & Chen, 2019).

Günümüzde ERP mimarisindeki en devrimci dönüşüm, bulut bilişim (cloud computing) teknolojisiyle gerçekleşmektedir. Bulut tabanlı ERP mimarisi, geleneksel şirket içi modelin getirdiği birçok zorluğu ortadan kaldıran bir alternatif sunmaktadır. "Hizmet olarak Yazılım" (SaaS - Software as a Service) olarak da bilinen bu modelde, ERP yazılımı ve ilgili tüm altyapı (sunucular, veri tabanları, ağ) hizmet sağlayıcının veri merkezlerinde barındırılmaktadır (Gottipati, 2020). İşletmeler, yüksek başlangıç yatırımları yapmak yerine, sisteme internet üzerinden bir web tarayıcısı veya mobil uygulama aracılığıyla erişir ve genellikle kullanıcı başına aylık veya yıllık bir abonelik ücreti öderler. Bu mimaride, sistemin bakımı, güvenliği, yedeklenmesi ve güncellenmesi gibi tüm teknik operasyonlar hizmet sağlayıcının sorumluluğundadır (Abdulraheem, Abdulla & Mohammed, 2020).

Bulut ERP mimarisinin temel özellikleri arasında maliyet etkinliği, ölçeklenebilirlik, esneklik ve hızlı kurulum bulunmaktadır. Abonelik tabanlı fiyatlandırma modeli, ERP sistemlerini KOBİ'ler gibi daha küçük ölçekli işletmeler için finansal olarak erişilebilir kılmaktadır (Picek, Novosel, & Peronja, 2017). Ölçeklenebilirlik özelliği, işletmelerin ihtiyaçları değiştikçe kullanıcı sayısını veya sistem kapasitesini kolayca artırıp azaltabilmelerine olanak tanımakta ve bu da kaynakların atıl kalmasını önlemekte ve verimli kullanılmasını sağlamaktadır

(Jadeja ve Modi, 2012). Ayrıca, sisteme internet olan her yerden erişilebilmesi, özellikle mobil çalışanlara ve farklı coğrafi konumlarda faaliyet gösteren işletmelere büyük bir operasyonel esneklik kazandırmaktadır. Bu mimari, işletmelerin temel işlerine odaklanmalarını sağlarken, karmaşık IT altyapı yönetimi yükünü ortadan kaldırmaktadır (Mezghani, 2019).

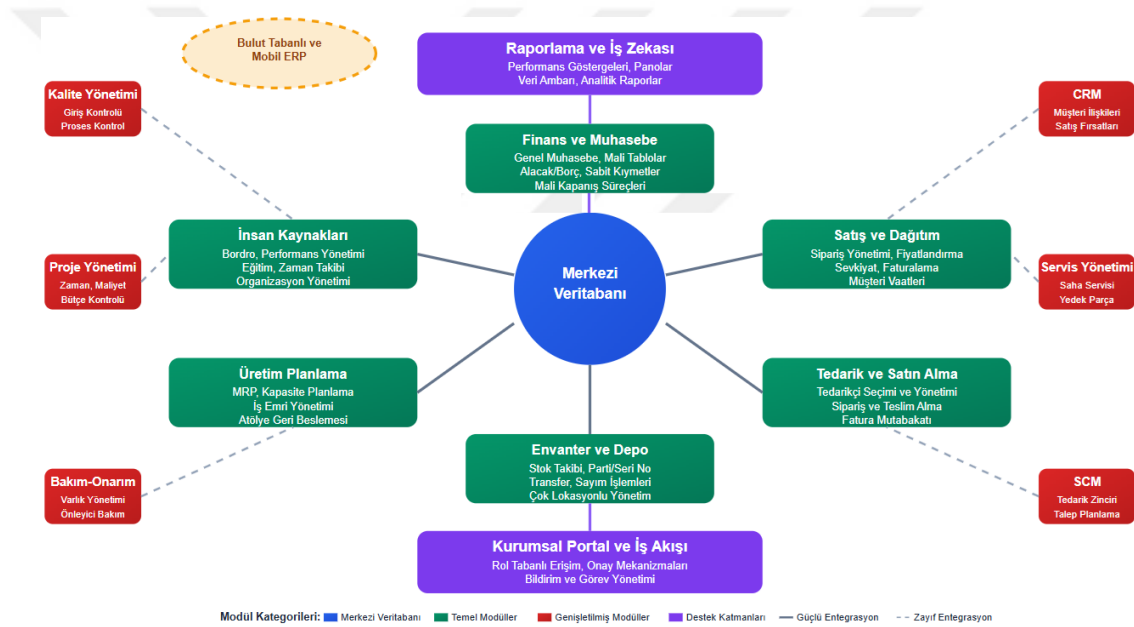
Sanayi 4.0'ın yükselişiyle birlikte ERP sistemlerinin özellikleri ve mimarisi yeni bir evrim sürecine girmiştir. Bu yeni endüstriyel devrim, ERP sistemlerinin sadece birer işlem kayıt ve planlama aracı olmaktan çıkıp, akıllı ve otonom karar destek sistemlerine dönüşmesini gerektirmektedir. Geleceğin ERP mimarisi, Nesnelerin İnterneti (IoT), Yapay Zekâ (AI), Büyük Veri (Big Data) ve blokzincir (blockchain) gibi Sanayi 4.0'ın yıkıcı teknolojilerini bünyesine entegre etmek zorundadır (Al-Amin, Hossain, Islam ve Biwas, 2023). Bu entegrasyon, ERP'nin mimari yapısını ve temel özelliklerini kökten değiştirmektedir. Örneğin, IoT entegrasyonu, üretim hatlarındaki sensörlerden, lojistikteki araçlardan veya sahadaki ekipmanlardan gelen devasa miktardaki verinin gerçek zamanlı olarak ERP sistemine akmasını gerektirir. Bu durum, ERP mimarisinin bu sürekli veri akışını işleyebilecek, analiz edebilecek ve anlamlı eylemlere dönüştürebilecek yeni katmanlara (örneğin, veri gölleri, akış analitiği motorları) sahip olmasını zorunlu kılmaktadır (Oztemel ve Gursev, 2018). Yapay Zekâ ve makine öğrenmesi algoritmalarının mimariye dahil edilmesiyle, ERP sistemleri artık talep tahmini, kestirimci bakım, stok optimizasyonu gibi konularda otonom kararlar alabilen veya önerilerde bulunabilen "akıllı" sistemler haline gelmektedir. Bu dönüşüm, ERP'yi pasif bir "kayıt sistemi" (system of record) olmaktan çıkarıp, proaktif bir "zeka sistemi" (system of intelligence) haline getirmektedir (Al-Amin, Hossain, Islam ve Biwas, 2023).

1.4. ERP Sistemlerinin Temel Modülleri

ERP sistemleri, merkezi bir veritabanı üzerinde çalışan ve işletmenin temel işlevsel alanları arasında bütünleşik bir bilgi akışı sağlayan modüler yazılım mimarileri olarak kurgulanmaktadır. Modül kavramı, işletmenin fonksiyonel süreçlerinin yazılım içerisinde ayrı bileşenler olarak yapılandırılmasını ve bu bileşenlerin ortak veri modeli üzerinden senkronize edilmesini ifade etmektedir. Temel modüller, ön büroda müşteriyle temas eden satış, dağıtım ve servis

uygulamaları ile arka büroda tedarik, üretim, envanter ve finans gibi tedarikçi odaklı uygulamaların aynı veri çekirdeğini kullanarak çalışmasına imkân vermektedir (O’Leary, 2001; Menon, Muchnick, Butler & Pizur., 2019).

Şekil 2, ERP sistemlerinin modüler yapısını ve merkezi veritabanı etrafında organize edilen temel modüller ile genişletilmiş modüller arasındaki entegrasyon ilişkilerini görsel olarak sunmaktadır. Bu diyagramda, temel operasyonel modüllerin (finans, satış, üretim, tedarik, envanter ve insan kaynakları) merkezi veri çekirdeğiyle güçlü entegrasyonu, genişletilmiş modüllerin (CRM, SCM, kalite yönetimi) ise daha esnek bağlantı yapıları ile sistemle bütünleştiği görülmektedir.



Şekil 2. ERP Sistemlerinin Temel Modülleri ve Destek Katmanları

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Finans ve muhasebe modülü, ERP’nin çekirdeğini oluşturan ve genel muhasebe, mali tablolar, alacak ve borç hesapları, sabit kıymetler ile mali kapanış süreçlerini gerçek zamanlı izleme ve raporlama yeteneğiyle bütünleştiren bileşen olarak tanımlanmaktadır. Entegre finans fonksiyonu, üretim, satış ve tedarik modüllerinden beslenen işlemleri çift kayıt sistemiyle tekilleştirerek maliyet muhasebesi, bütçeleme ve nakit akışı yönetimini desteklemektedir. Bu modülün başarısı, veri bütünlüğü ve veri dönüşümü kalitesi ile doğrudan ilişkili görülmekte;

veri analizi ve dönüşümü süreçlerinin proje başarısı üzerinde kritik bir etki yarattığı vurgulanmaktadır (Finney ve Corbett, 2007).

Satış ve dağıtım modülü, tekliften siparişe, sevkiyattan faturalamaya uzanan uçtan uca sipariş-karşılama döngüsünü yönetmekte ve müşteri yönetimiyle lojistik yürütümünü aynı işlem dizisi içinde bütünleştirmektedir. Bu modül, fiyatlandırma, iskontolar, teslim koşulları ve sevkiyat planlama gibi süreçleri desteklemekte; müşteri vaatlerinin yerine getirilmesi için envanter, üretim ve nakliye kapasitesiyle anlık veri alışverişi yapmaktadır. Etkili sipariş yönetimi için modülün raporlama ve özelleştirilmiş rapor geliştirme yeteneklerinin vurgulanması gerekmekte, raporlama kabiliyetlerine yeterince odaklanılmaması önemli bir teknolojik güçlük olarak belirtilmektedir (Sumner, 2000).

Tedarik ve satın alma modülü, talep kaynaklı satın alma isteğinden tedarikçi seçimi ve sözleşme yönetimine, sipariş ve teslim alma süreçlerinden fatura mutabakatına kadar tüm tedarik döngüsünü dijitalleştirmektedir. Envanter seviyeleri, ana üretim planı ve satış öngörülerıyla etkileşimli çalışan modül, malzeme ihtiyaçlarını zamanında ve doğru miktarda karşılayacak şekilde planlama işlevi görmektedir. Tedarik süreçlerinin ERP ile bütünleşmesi, içsel entegrasyon ikilemi gibi örgütsel zorlukların azaltılmasına yardımcı olmakla birlikte, tedarikçi ilişkilerinin kurumsal stratejiyle uyumlu yönetilmesini gerektirmektedir (Ehie ve Madsen, 2005; Momoh, Roy & Shehab, 2010).

Envanter ve depo yönetimi modülü, stokların çok lokasyonlu ve çok seviyeli yapıda takip edilmesini, parti/seri numarası, raf yeri, lot ve son kullanma tarihi gibi ayrıntıların izlenmesini ve sayım, transfer, konsinye ve iade süreçlerinin standartlaştırılmasını sağlamaktadır. Bu modül, malzeme gereksinim planlama çıktıları ile sevkiyat-satın alma işlemlerini fiziksel hareketlerle ilişkilendirerek stok doğruluğunu yükseltmektedir. Envanter hareketlerinin üretim, satış ve muhasebeyle eş zamanlı entegre edilmesi, bilgi bütünlüğünü artırarak karar destek süreçlerini güçlendirmektedir (Rashid, Hossain ve Patrick, 2002).

Üretim planlama ve yürütme modülü, ana üretim programı, malzeme gereksinim planlama (MRP), kapasite gereksinim planlama, iş emri yönetimi ve atölye geri beslemesini kapsayan işlevleriyle üretim sistemlerinin kalbinde yer almaktadır. MRP'nin malzeme temini için doğru zaman ve miktarı belirlemeye

dönük mantığı, ERP içinde üretim çizelgelemesi ve maliyet kontrolü ile bütünleştirilmekte; MRP II'nin kapasite ve finansal planlama boyutları da aynı veri çekirdeği üzerinden yönetilmektedir. Üretim modülünün simülasyon ve yeniden çizelgeleme yetenekleri, işletmelerin belirsizliklere tepki verme hızını artırmakta ve verimliliği yükseltmektedir (Kurbel, 2012).

Bakım-onarım ve varlık yönetimi modülü, üretim ekipmanları ve tesis varlıkları için düzeltici ve önleyici bakım planlamasını, iş emirlerini, yedek parça stoklarını ve bakım maliyetlerini bütünsel olarak yönetmektedir. Bu modül, duruş sürelerinin azaltılması, ekipman etkinliğinin artırılması ve bakım bütçelerinin kontrolü için üretim ve envanter modülleriyle sıkı entegrasyona ihtiyaç duymaktadır. Entegre bakım yönetimi, üretim çizelgeleriyle bakım faaliyetlerinin uyumlu hale getirilmesi sayesinde operasyonel riskleri azaltmaktadır (Rashid, Hossain ve Patrick, 2002).

İnsan kaynakları ve bordro modülü, işe alım, organizasyon yönetimi, yetkinlik ve performans yönetimi, eğitim, zaman-hareket takibi ve ücretlendirme süreçlerini tek bir yapı içinde toplamaktadır. İnsan kaynağı verilerinin üretim vardiyalarına, proje atamalarına ve maliyet merkezlerine bağlanması, kapasite planlama ve maliyet muhasebesi açısından kritik bir görünürlük sağlamaktadır. Bu modülün başarısı, kullanıcı eğitimi ve değişim yönetimi uygulamalarının etkinliğiyle yakından ilişkili bulunmakta, yetersiz eğitim ve yeniden beceri kazandırma eksiklikleri ERP başarısızlıkları arasında sayılmaktadır (Stanciu ve Tinca, 2013).

Müşteri ilişkileri yönetimi (CRM) ile entegrasyon, ERP'nin genişletilmiş sınırları içinde satış fırsat yönetimi, kampanya, müşteri hizmetleri ve çağrı merkezi süreçlerinin sipariş, faturalama ve servis modülleriyle veri bütünlüğü içinde çalışmasını sağlamaktadır. Web tabanlı erişim ve mobil uygulamalar üzerinden müşteri etkileşimlerinin toplanması, talep tahminlerini ve üretim planını beslemekte; bu bütünleşme, kurumun dışa dönük dijital yüzünün arka büro süreçleriyle tutarlılığını artırmaktadır. CRM ile ERP arasındaki sıkı bağ, ERP II yaklaşımı kapsamında tedarik zinciri ve portal kabiliyetleriyle birlikte kurumsal sınırların ötesinde değer yaratmayı hedeflemektedir (Shafi, Zhang & Chen, 2019; Cailean ve Sharifi, 2014).

Tedarik zinciri yönetimi (SCM) ile bütünleşik modüller, talep planlama, gelişmiş planlama ve çizelgeleme (APS), dağıtım kaynak planlaması ve lojistik ağ tasarımı ERP çekirdeğine bağlamaktadır. Bu entegrasyon, çok tesisli ortamlarda kaynak paylaşımını ve sipariş-karşılama kararlarını optimize etmekte; depo, nakliye ve dış kaynak lojistik sağlayıcılarıyla bilgi paylaşımını hızlandırmaktadır. Gelişmiş planlama yeteneklerinin ERP ile birlikte çalışması, yüksek hacimli veri işleme ve çok ölçütlü karar destek mimarileri gerektirdiğinden, uygun BT altyapısı ve mimari tasarımın önemi artmaktadır (Rashid, Hossain & Patrick., 2002; Kurbel, 2012).

Proje sistemleri ve maliyetlendirme modülü, proje bazlı çalışan kurumlarda kapsam, zaman, maliyet ve kaynak üçgeninin ERP verisi üzerinde yönetilmesini sağlamaktadır. İş kırılım yapısı, kilometre taşları, avans ve hakediş yönetimi, proje bütçeleri ve gerçekleşen maliyetlerin izlenmesi, finans, satın alma, insan kaynakları ve üretimle doğrudan veri alışverişi içinde yürütülmektedir. Proje yönetiminin ERP içindeki konumunun güçlü olması, planlama-disiplin ve standardizasyon eksikliklerinin yol açtığı uygulama sorunlarını azaltmaktadır (Jayaraman ve Bhatti, 2008).

Kalite yönetimi modülü, hammadde giriş kontrolünden süreç içi muayenelere, final ürün testlerinden müşteri şikâyeti ve düzeltici-önleyici faaliyetlere kadar kalite güvence akışlarını izlemektedir. Numune planları, spesifikasyon ve toleranslar, istatistiksel proses kontrol kayıtları ve izlenebilirlik verileri, envanter ve üretim modülleriyle çift yönlü entegre edilmektedir. Kalite verilerinin merkezi ERP veritabanında tutulması, raporlama ve iç-dış denetimlerde şeffaflık sağlamaktadır (Rashid, Hossain ve Patrick, 2002).

İleri raporlama ve iş zekâsı katmanı, operasyonel modüllerin ürettiği veriyi kurumsal performans göstergelerine, panolara ve analitik raporlara dönüştürmektedir. Ölçümler ve değerlendirme yapılarının proje başarısı açısından kritik olduğu, performansın izlenmesi ve geri besleme mekanizmalarının sürekli iyileştirmeyi beslediği ifade edilmektedir. Raporlama ve veri ambarı yeteneklerinin tasarımında, özel rapor geliştirme gereksinimlerine yeterince vurgu yapılmaması teknolojik başarısızlık riskini artırmaktadır (Sumner, 2000).

Tedarikçi ilişkileri yönetimi (SRM) ve e-işlevler, tedarikçi portalı üzerinden katalog, teklif toplama, elektronik sipariş ve fatura süreçlerini ERP'nin satın alma ve muhasebe modülleriyle bütünleştirmektedir. Web tabanlı mimariler sayesinde kurum dışı aktörlerle güvenli veri paylaşımı sağlanmakta, e-iş uygulamaları ERP II kapsamında genişletilmiş kurumsal süreçlere eklenmektedir. Bu yaklaşım, işlem sürelerini kısaltırken görünürlük ve izlenebilirliği artırmakta, ancak güvenlik ve entegrasyon mimarisine ilişkin tasarım gereksinimlerini de yükseltmektedir (Shafi, Zhang & Chen, 2019; Cailean ve Sharifi, 2014).

Servis ve bakım sonrası modülü, kurulum, garanti, sözleşme yönetimi, saha servis planlama ve yedek parça lojistiğini uçtan uca yönetmektedir. Müşteri şikâyetleri, arıza kayıtları ve servis iş emirleri, finansal faturalama ve stok hareketleriyle aynı veri kümesi üzerinde izlenmekte; bu bütünleşme hem müşteri memnuniyetini hem de servis kârlılığını takip etmeyi kolaylaştırmaktadır. Servis süreçlerinin satış ve üretimle entegrasyonu, kapalı döngü geri besleme mekanizmalarıyla ürün ve süreç iyileştirmelerine veri sağlamaktadır (O'Leary, 2001; Menon, Muchnick, Butler & Pizur., 2019).

İş gücü zaman ve vardiya yönetimi modülü, çalışanların çalışma saatleri, fazla mesai, izin ve vardiya planlarını merkezî olarak kaydetmekte ve üretim yürütümü ile bordro süreçlerine doğrudan veri beslemektedir. Zaman verisinin iş emirleri ve maliyet merkezleriyle ilişkilendirilmesi, ürün maliyeti ve kaynak kullanımı analizlerinin doğruluğunu artırmaktadır. Bu modülün kullanıcı kabulü, eğitim ve iletişim süreçlerinin etkin yürütülmesine bağlı olarak yükselmekte, yetersiz iletişim ERP uygulamalarında önemli bir zafiyet olarak raporlanmaktadır (Stanciu ve Tinca, 2013).

Gelişmiş planlama ve çizelgeleme (APS) yetenekleriyle bütünleşmiş üretim ve lojistik modülleri, kapasite, malzeme ve teslimat kısıtlarını aynı optimizasyon çerçevesinde ele almaktadır. Simülasyon ve “ne olursa” analizleri, planların finansal etkilerini görünür kılmakta ve karar vericilerin senaryo bazlı değerlendirmeler yapmasına imkân tanımaktadır. Bu tür ileri planlama fonksiyonlarının ERP ile entegre çalışması, BT altyapısının ölçeklenebilirliğini ve veri bütünlüğünü kritik hâle getirmektedir (Kurbel, 2012).

Kurumsal portal ve iş akışı modülü, süreçlerin uçtan uca dijitalleştirilmesi ve onay mekanizmalarının standardizasyonu için kurallar, formlar ve süreç akışlarını merkezi olarak tanımlamaktadır. Bu katman, kullanıcılar için rol tabanlı erişim, bildirim ve görev yönetimi sağlayarak proje disiplini ve organizasyonel standardizasyonu desteklemektedir. Proje yönetimi ilkeleri ve yetkilendirilmiş karar vericilerle desteklenen bu yapıların, ERP projelerinde başarı olasılığını artırdığı belirtilmektedir (Parr ve Shanks, 2000; Finney ve Corbett, 2007).

Veri bütünlüğü ve raporlama kalitesi açısından ana veri yönetimi (master data) ve entegrasyon modülü, ERP'nin tüm modülleri arasında tutarlılığı sağlayan bağ dokusu olarak konumlanmaktadır. Müşteri, tedarikçi, malzeme, ürün ağacı, rota ve maliyet unsurlarının tanımları, süreçler arası veri uyumu ve versiyon kontrolüyle yönetilmekte; veri kalitesindeki zafiyetlerin ERP uygulama başarısını olumsuz etkilediği vurgulanmaktadır. Teknolojik darboğazların ve veri kalitesi sorunlarının bertaraf edilmesi, modüller arası entegrasyonun işlerliğini belirleyen temel unsur olarak görülmektedir (Stanciu ve Tinca, 2013).

Son olarak, bulut tabanlı ve mobil ERP mimarileriyle birlikte modüllerin erişim ve kullanım biçimleri değişmekte; aynı çekirdek işlevler, hizmet olarak yazılım yaklaşımı altında ölçeklenebilir ve çevik bir sunum katmanında kullanıcıya ulaştırılmaktadır. Bulut ERP'ye geçiş, toplam sahip olma maliyetini azaltırken devreye alma hızını artırmakta; mobil ERP ise sahadan veri toplama ve karar destek süreçlerini hızlandırmaktadır. Bu mimari evrim, modüler ERP yapısının esnekliğini ve güncelleme yeteneklerini güçlendirerek temel modüllerin kurumsal değer üretimine katkısını artırmaktadır (Jadeja ve Modi, 2012; AlBar ve Hoque, 2017).

1.5. ERP Sistemlerinin Genel Başarı ve Başarısızlık Faktörleri

ERP sistemlerinin uygulanması, bir organizasyonun tüm işlevsel alanlarını bütünleştiren, karmaşık, maliyetli ve stratejik bir girişimdir. Bu tür projelerin başarı oranı, ne yazık ki beklentilerin altında kalabilmekte ve birçok uygulama, yüksek maliyetlere ve uzun zaman dilimlerine rağmen hedeflenen performansı gösterememektedir (Tarn, Yen ve Beaumont, 2002); Ehie ve Madsen, 2005; Momoh, Roy & Shehab, 2010). Bu nedenle, ERP uygulamalarının başarısını veya

başarısızlığını belirleyen kritik faktörlerin anlaşılması, proje başarısını güvence altına almak için hayati önem taşımaktadır (Momoh, Roy & Shehab, 2010; Laukkanen, Sarpola & Hallikainen, 2007). Kritik başarı faktörleri (Critical Success Factors - CSF), bir organizasyonun başarılı bir rekabet performansı sergilemesi için tatmin edici sonuçların elde edilmesi gereken sınırlı sayıdaki alanlar olarak tanımlanmıştır (Menon, Muchnick, Butler ve Pizur, 2019). Literatürde bu faktörler genellikle organizasyonel, insani ve teknolojik boyutlar altında ele alınarak incelenmektedir (Themistocleus, Irani & O'Keefe, 2001; Momoh, Roy & Shehab, 2010).

Organizasyonel faktörler arasında en başta geleni, üst yönetimin somut desteği ve sponsorluğudur. Üst yönetimin desteği, ERP projelerinin başarısı için en önemli kritik faktör olarak kabul edilmektedir (Nah, Lau ve Kuang, 2001). Bu destek, yalnızca projenin finansal kaynaklarını sağlamanın ötesinde, projenin stratejik önemini tüm organizasyona yaymayı, vizyon belirlemeyi ve uygulama sürecinde ortaya çıkan zorlukların aşılmasında liderlik etmeyi içermektedir. Üst yönetimin projeye olan inancı ve katılımı, çalışanların motivasyonunu artırır ve departmanlar arası işbirliğini teşvik eder. Yönetimin bu rolü, projenin sadece bir IT projesi olarak değil, bir iş dönüşümü projesi olarak görülmesini sağlamaktadır (Hartono, 2007). Üst yönetim desteğinin eksikliği ise, kaynakların yetersiz kalmasına, projenin önceliğini yitirmesine ve çalışanların direncine karşı etkili adımlar atılamamasına neden olarak doğrudan başarısızlığa yol açan temel bir faktör olarak gösterilmektedir (Sumner, 2000; Stanciu ve Tinca, 2013).

Bununla yakından ilişkili olarak, net bir iş vizyonu ve gerçekçi hedeflerin belirlenmesi de kritik bir başarı faktörüdür. Projenin başlangıcında, ERP sisteminin organizasyona ne gibi faydalar sağlayacağını, hangi iş hedeflerine hizmet edeceğini ve başarı ölçütlerinin ne olacağını net bir şekilde tanımlanması gerekmektedir (Nah, Lau ve Kuang, 2001). Belirsiz veya aşırı iddialı hedefler, proje süresince kapsamın kontrolsüz bir şekilde genişlemesine ve beklentilerin karşılanamamasına yol açar. Gerçekçi bir kapsam belirlemek, projenin bütçe ve zaman planına sadık kalmasını kolaylaştırmaktadır (Erwanto ve Zusi, 2020). Proje kapsamının organizasyonun yetenekleri ve kaynakları ile uyumlu olması, özellikle ilk aşamalarda daha küçük bir kapsamla başlayıp zamanla genişletilmesi, başarı

şansını artıran bir strateji olarak önerilmektedir (Parr ve Shanks, 2000; Finney ve Corbett, 2007).

İş süreçlerinin yeniden tasarlanması (Business Process Re-engineering - BPR), ERP uygulamalarının en zorlu ancak en önemli başarı faktörlerinden biridir. ERP sistemleri, kendi içlerinde standartlaştırılmış "en iyi uygulamalar" (best practices) barındırmaktadır. Bu nedenle, organizasyonların mevcut iş süreçlerini yazılıma uydurmak için değiştirmesi genellikle kaçınılmazdır. İş süreçlerini yazılıma uyacak şekilde yeniden tasarlamada başarısız olmak, önemli bir başarısızlık nedeni olarak tanımlanmıştır (Sumner, 2000). Organizasyonlar, mevcut süreçlerine sıkı sıkıya bağlı kalarak ERP yazılımını aşırı derecede özelleştirme yoluna gittiklerinde, proje maliyetleri ve karmaşıklığı artmakta, gelecekteki güncellemeler zorlaşmakta ve projenin başarısız olma riski yükselmektedir (Momoh, Roy ve Shehab, 2010). Bu nedenle, minimum özelleştirme ile iş süreçlerinin yeniden yapılandırılması, kritik bir başarı faktörü olarak kabul edilmektedir (Nah, Lau ve Kuang, 2001).

Etkin bir proje yönetimi ve yetkin bir proje ekibinin oluşturulması, projenin başarısı için bir diğer temel direktir. ERP projeleri, doğası gereği karmaşık ve çok paydaşlı olduğundan, proje yönetimi ilkelerinin titizlikle uygulanmasını gerektirir (Jayaraman ve Bhatti, 2008). Bu, proje planlaması, zaman çizelgesinin takibi, bütçe kontrolü, risk yönetimi ve paydaş iletişimini kapsar. Proje ekibinin yapısı da büyük önem taşımaktadır. Ekip, yalnızca IT uzmanlarından değil, aynı zamanda iş süreçlerini iyi bilen farklı departmanlardan gelen "en iyi ve en parlak" çalışanlardan oluşan dengeli bir karma olmalıdır (Parr ve Shanks, 2000; Finney ve Corbett, 2007). Bu ekip üyelerinin tam zamanlı olarak projeye adanması ve karar alma süreçlerinde yetkilendirilmesi, projenin hızlı ve etkin bir şekilde ilerlemesini sağlamaktadır. Ayrıca, projeyi sahiplenecek ve organizasyon içinde savunuculuğunu yapacak bir "proje şampiyonu"nın varlığı da başarı için kritik görülmektedir (Somers ve Nelson, 2001).

İnsani faktörler, ERP projelerinin başarısızlığa uğramasında sıklıkla göz ardı edilen ancak en etkili olan boyutlardan biridir. Değişim yönetimi, bu faktörlerin merkezinde yer almaktadır. ERP uygulaması, çalışanların yıllardır alıştığı çalışma biçimlerini, rutinlerini ve hatta organizasyon içindeki güç dengelerini değiştiren

köklü bir dönüşümdür (Erwanto ve Zusi, 2020). Bu durum, doğal olarak çalışanlarda bir dirence yol açabilir. Değişime karşı direnç, projenin başarısızlığa uğramasının en önemli nedenlerinden biri olarak belirtilmektedir (Stanciu ve Tinca, 2013). Bu nedenle, proje başlangıcından itibaren tüm yaşam döngüsü boyunca devam edecek stratejik bir değişim yönetimi programı uygulanmalıdır (Nah, Lau & Kuang, 2007). Bu program, etkili iletişim kanalları kurarak çalışanları süreç hakkında sürekli bilgilendirmeyi, endişelerini dinlemeyi ve onları değişimin bir parçası haline getirmeyi amaçlamalıdır. Etkisiz iletişim, bir diğer önemli başarısızlık nedeni olarak vurgulanmaktadır (Sumner, 2000).

Kullanıcı eğitimi, değişim yönetiminin ayrılmaz bir parçası ve kendi başına kritik bir başarı faktörüdür. Çalışanlara ve son kullanıcılara yönelik yetersiz eğitim, sistemin yanlış kullanılmasına, potansiyelinden tam olarak faydalanılamamasına ve genel bir memnuniyetsizliğe yol açar (Momoh, Roy ve Shehab, 2010). Eğitim, sadece sistemin ekranlarının ve fonksiyonlarının nasıl kullanılacağını öğretmekle sınırlı kalmamalıdır. Aynı zamanda, yeni iş süreçlerinin mantığını, sistemin entegre yapısının getirdiği faydaları ve bireysel rollerin bu yeni yapı içindeki yerini de kapsamalıdır (Erwanto ve Zusi, 2020). Kullanıcıların beklentilerini doğru yönetmek ve onlara sistemin yetenekleri konusunda gerçekçi bilgiler sunmak, projenin benimsenme oranını doğrudan etkilemektedir (Somers ve Nelson, 2001).

Teknolojik faktörler de ERP projelerinin kaderini belirlemede önemli bir rol oynamaktadır. Sağlam ve yeterli bir IT altyapısının varlığı, projenin temel gereksinimlerinden biridir (Themistocleus, Irani & O’Keefe, 2001; Jayaraman ve Bhatti, 2008). Mevcut donanım, yazılım ve ağ altyapısının yeni ERP sisteminin gereksinimlerini karşılayamaması, performans sorunlarına ve teknolojik darboğazlara yol açabilir (Sumner, 2000). Bununla bağlantılı olarak, veri kalitesi ve veri dönüştürme süreci de kritik bir teknolojik zorluktur. Eski sistemlerdeki "kirli" veya eksik verilerin temizlenmeden yeni sisteme aktarılması, sistemin yanlış raporlar üretmesine ve hatalı çalışmasına neden olur. Bu nedenle, veri analizi ve dönüştürme süreci, projenin başlangıcında dikkatle planlanması gereken bir adımdır (Menon, Muchnick, Butler ve Pizur, 2019). Zayıf veri kalitesi, önemli bir başarısızlık nedeni olarak rapor edilmiştir (Momoh, Roy ve Shehab, 2010).

Danışmanların ve yazılım tedarikçilerinin seçimi ve onlarla kurulan ilişki de projenin başarısını etkileyen bir diğer önemli faktördür. Doğru ERP paketinin dikkatli bir şekilde seçilmesi, organizasyonun ihtiyaçları ile sistemin yetenekleri arasında bir uyum yakalanmasını sağlar (Somers ve Nelson, 2001). Tedarikçi ve danışmanlarla kurulan ortaklık ilişkisi, proje boyunca karşılaşılan sorunların çözümünde ve bilgi transferinde kritik bir rol oynar. Ancak, danışmanlarla veya tedarikçilerle yaşanan çatışmalar, projenin seyrini olumsuz etkileyebilen bir başarısızlık nedeni olarak da ortaya çıkabilmektedir (Stanciu ve Tinca, 2013). Organizasyonun kendi iç uzmanlığı ile dış danışmanlık hizmetlerini dengeli bir şekilde harmanlaması, projenin sürdürülebilirliği açısından önemlidir (Sumner, 2000).

Endüstri 4.0 ile birlikte ERP sistemlerinin evrimi, yeni başarı ve başarısızlık faktörlerini de gündeme getirmiştir. Bulut tabanlı ERP sistemleri, mobil ERP, yapay zeka ve Nesnelerin İnterneti (IoT) gibi teknolojilerin entegrasyonu, yeni fırsatlar sunarken aynı zamanda yeni zorluklar da yaratmaktadır. Bu yeni nesil sistemlerde siber güvenlik, en önemli zorluklardan biri olarak öne çıkmaktadır (Al-Amin, Hossain, Islam ve Biwas, 2023). Verilerin bulutta saklanması, veri gizliliği ve güvenliği konusunda endişelere yol açabilmektedir. Ayrıca, farklı bulut hizmetleri ve yerel sistemler arasındaki entegrasyonun karmaşıklığı, veri akışında sorunlara neden olabilir. Bu yeni teknolojilerin başarılı bir şekilde uygulanması, yalnızca teknik yeterliliği değil, aynı zamanda bu teknolojilerin iş stratejileriyle uyumlu hale getirilmesini ve siber güvenlik risklerinin proaktif bir şekilde yönetilmesini gerektirmektedir (Ghobakhloo ve Tang, 2018).

1.6. ERP Sistemlerinin Genel Faydaları

ERP sistemleri, işletme genelinde dağınık verileri tek bir merkezî veritabanında bütünleştirerek bilgi tutarlılığını, erişilebilirliğini ve güncelliğini artırmakta, bu sayede karar alma süreçlerinin doğruluğu ve hızı gelişmektedir (Menon, Muchnick, Butler ve Pizur, 2019). Entegre yapının sunduğu gerçek zamanlı görünürlük, faaliyetlerin uçtan uca izlenebilmesini kolaylaştırmakta ve yönetsel denetimi güçlendirmektedir (O'Leary, 2001). Bu bütünleşme, özellikle farklı fonksiyonlar arasında bilgi akışını standardize ederek kurum içinde ortak bir

“tek doğru” veri kaynağı oluşturmakta ve hatalı, yinelenen girişlerin önüne geçmektedir (Nah, Lau ve Kuang, 2001).

ERP sistemleri süreç standardizasyonu ve otomasyonu yoluyla işlem sürelerini kısaltmakta, yeniden iş yapma oranlarını azaltmakta ve verimliliği artırmaktadır. Tedarik, üretim, envanter ve dağıtım gibi temel süreçlerde ortak iş akışlarının benimsenmesi, birimler arası koordinasyonu güçlendirerek kaynak kullanımında etkinlik sağlamaktadır (Parr ve Shanks, 2000). İş süreçlerinin uçtan uca bütünleştirilmesi, maliyetlerin düşürülmesi, kalite seviyelerinin yükseltilmesi ve çevrim sürelerinin kısaltılması gibi performans göstergelerinde somut iyileşmeler üretmektedir (Somers ve Nelson, 2001).

Tekilleştirilmiş veri modeli ve modüler mimari, bilgi teknolojileri altyapısının yalınlaşmasına katkı vererek bakım, yükseltme ve entegrasyon maliyetlerinin daha öngörülebilir biçimde yönetilmesini mümkün kılmaktadır. Aşırı özelleştirmeden kaçınmak, sistemin sürdürülebilirliğini ve yükseltilebilirliğini artırarak uzun dönemli toplam sahip olma maliyetinin kontrolüne yardımcı olmaktadır. Veri tutarlılığındaki artış ve mükerrer girişlerin ortadan kalkması, raporlama doğruluğunu ve rapor üretim hızını yükseltmektedir (Nah, Lau ve Kuang, 2001).

ERP, kurumsal analitik ve raporlama yetkinliklerini güçlendirerek hem operasyonel hem de taktik/stratejik düzeyde bilgi temelli yönetimi desteklemektedir. Bütünleşik raporlama yapıları, performans göstergelerinin güvenilir ve zamanında üretilmesini kolaylaştırmakta; bu da hedeflerle uyumlu sonuçların izlenmesine imkân tanımaktadır (Finney ve Corbett, 2007). İş zekâsı ve analitik yeteneklerinin ERP ile yakınsaması, veri madenciliği ve öngörüselle analiz gibi gelişmiş karar destek fonksiyonlarının kullanımını yaygınlaştırmakta ve karar kalitesini artırmaktadır (Rouhani ve Mehri, 2016).

Bulut tabanlı ERP çözümleri, altyapı yatırımı gereksinimini azaltmakta, uygulama sürelerini kısaltmakta ve erişilebilirliği artırarak esneklik sağlamaktadır. Hizmet olarak sunulan kaynaklar, sermaye harcamalarının operasyonel maliyetlere dönüştürülmesini teşvik etmekte; ölçeklenebilirlik ve çeviklik sayesinde dalgalanan iş yüklerine uyum kolaylaşmaktadır (Jadeja ve Modi, 2012). Özellikle KOBİ’ler için bulut ERP’nin düşük başlangıç maliyeti ve hızlı devreye alma

avantajları, kurumsal sistemlere erişimi ve sürdürülebilir kullanımını kolaylaştırmaktadır (AlBar ve Hoque, 2017).

Mobil ERP, karar ve onay süreçlerinin zaman ve mekândan bağımsız şekilde yürütülmesini sağlayarak süreç akışlarını hızlandırmakta ve operasyonel koordinasyonu güçlendirmektedir. Gerçek zamanlı bildirimler ve mobil arayüzler, tedarik, satış ve saha operasyonlarında bilgi gecikmelerini azaltmakta; müşteri yanıt sürelerinde iyileşme ve hizmet seviyelerinde artış elde edilmesini desteklemektedir (Zhu ve Lin, 2017). Mobil erişilebilirliğin yaygınlaşması, iç iletişimi hızlandırarak fonksiyonlar arası eşgüdümü de geliştirmektedir (Omar ve Gómez, 2016).

Nesnelerin İnterneti (IoT) ile ERP bütünleşmesi, fiziksel varlıklardan ve süreçlerden gerçek zamanlı veri toplanması sayesinde operasyonel görünürlüğü artırmakta ve otomasyonu derinleştirmektedir. Sensör ve RFID tabanlı izleme yetenekleri, stok doğruluğunu ve izlenebilirliği güçlendirerek kayıp ve israfı azaltmakta; bakım planlama ve talep tahmini gibi alanlarda daha isabetli kararlar alınmasını sağlamaktadır (Majeed ve Rupasinghe, 2017). IoT veri akışlarının ERP'ye entegre edilmesi, planlama ve yürütme arasındaki geri bildirim döngüsünü hızlandırarak esnek ve duyarlı operasyonları mümkün kılmaktadır (Tavana, Zareinejad & Santos-Arteaga., 2020).

Yapay zekâ ve makine öğrenmesi yaklaşımlarının ERP ekosistemine dâhil edilmesi, talep tahmini, stok optimizasyonu, maliyet kestirimi ve anomali tespiti gibi işlevlerde doğruluk ve hız kazandırmaktadır. Öğrenen algoritmalar, karmaşık ve doğrusal olmayan örüntüleri yakalayarak karar kurallarını iyileştirmekte ve dalgalanan piyasa koşullarına karşı dayanıklılığı artırmaktadır (Rojek ve Jagodziński, 2012). Bu tür öngörüsül yetenekler, kaynak planlamasında proaktif yönetimi destekleyerek risklerin erken görünür olmasını ve zamanında müdahaleyi kolaylaştırmaktadır (Rouhani ve Ravasan, 2013).

Büyük veri ve iş zekâsı altyapıları ile ERP'nin yakınsaması, farklı kaynaklardan gelen yüksek hacimli verilerin bütüncül analizini mümkün kılmakta; operasyonel verilerin sosyal medya, sensör ve dış pazar verileri ile birleştirilmesiyle yeni içgörülerin üretilmesini sağlamaktadır. Bu bütünleşme, eğilim analizi, müşteri davranışı modelleme ve süreç performansının izlenmesi gibi

alanlarda kurumsal öğrenmeyi hızlandırmakta ve veri odaklı karar alma kültürünün kurumsallaşmasına katkı vermektedir (Jin, Wah, Cheng, & Wang, 2015). Büyük veri analitiğinin ERP bağlamında kullanımı, hem kısa vadeli operasyonel optimizasyonu hem de uzun vadeli stratejik öngörülerini güçlendirmektedir (Elragal, 2014).

Blokszincir teknolojisinin ERP ile birlikte ele alınması, tedarik zincirinde değiştirilemez kayıtlar ve paydaşlar arasında güvenilir veri paylaşımı sağlayarak şeffaflığı ve uygunluğu artırmaktadır. Dağıtık defter yapıları, ürün yaşam döngüsü boyunca veri bütünlüğünü korumakta ve denetlenebilirliği güçlendirerek kalite güvencesine katkı sunmaktadır (Zheng, Xie, Dai, Chen, & Wang, 2018). Söz konusu teknolojilerin ERP tabanlı süreçlerle entegrasyonu, izlenebilirlik, risk azaltımı ve anlaşmazlıkların çözümünde hız ve güven sağlamak suretiyle operasyonel verimliliği desteklemektedir (Banerjee, 2018).

ERP uygulamaları, organizasyonel değişim yönetimi için bir kaldıraç işlevi görerek süreçlerin yeniden tasarlanmasına ve en iyi uygulamaların yaygınlaştırılmasına zemin hazırlamaktadır. Fonksiyonlar arası iletişim ve iş birliğinin artması, örgütsel siloların kırılmasını kolaylaştırmakta; ortak hedeflere hizalanma ve kurumsal koordinasyon güçlenmektedir (Parr ve Shanks, 2000). Departmanlar arası veri ve süreç uyumu, uçtan uca değer zincirinde eşgüdümü artırarak bütüncül performans kazanımları yaratmaktadır (Somers ve Nelson, 2001).

ERP, finansal şeffaflık ve hesap verebilirliği geliştirmekte; raporlama, denetim ve uyum süreçlerinin etkinliğini artırmaktadır. Merkezî muhasebe ve konsolidasyon fonksiyonlarının bütünleşik işlemesi, kapanış sürelerinin kısalmasını ve rapor kalitesinin yükselmesini sağlamakta; bu da kurumsal risk yönetimi ve iç kontrol mekanizmalarının daha olgun bir düzeye taşınmasına katkıda bulunmaktadır (O'Leary, 2001). Kontrol noktalarının süreçlere gömülü hale gelmesi, düzenleyici gerekliliklere uyumu sistematik biçimde desteklemektedir (Finney ve Corbett, 2007).

Modüler ve genişleyebilir ERP mimarisi, büyüyen ve değişen iş ihtiyaçlarına uyum sağlanmasını kolaylaştırmakta; yeni işlevlerin aşamalı biçimde devreye alınmasına olanak tanımaktadır. Bu esneklik, yatırımın kademeli yönetimini ve

çevresel koşullardaki değişimlere hızlı yanıt verilmesini mümkün kılarak kurumsal çevikliği artırmaktadır. Mimari esneklik aynı zamanda tedarikçi, müşteri ve iş ortağı sistemleriyle entegrasyonu kolaylaştırarak kurumsal ekosistem bütünleşmesini güçlendirmektedir (Nah, Lau ve Kuang, 2001).

Uygun yönetim, güçlü proje yönetimi ve etkin paydaş katılımı ile yürütülen ERP programları, kullanıcı yetkinliklerini geliştirmekte ve kurumsal bilgi sermayesini artırmaktadır. Sistemik eğitim, iletişim ve değişim yönetimi uygulamaları, kullanıcı kabulünü ve kullanım kalitesini yükselterek ERP'den elde edilen faydaların sürekliliğini sağlamaktadır (Somers ve Nelson, 2001). Bu yönetsel çerçeve, performansın izlenmesi ve geri bildirim mekanizmalarının işletilmesiyle birlikte, sistemin kurumsal hedeflerle kalıcı uyumunu desteklemektedir (Finney ve Corbett, 2007).

Bulut ve mobil teknolojilerle güçlendirilen çağdaş ERP uygulamaları, uygulama sürelerini kısaltmakta ve iş sürekliliğini güçlendirmektedir. Hizmet olarak sunulan altyapı ve yazılım bileşenleri sayesinde bakım ve güncellemelerin dış kaynaktan yönetilmesi, iç BT ekiplerinin stratejik girişimlere odaklanmasına olanak tanımakta; esnek lisanslama ve ölçeklenebilir kaynak kullanımı ise dalgalanan talep koşullarında maliyet etkinliği sağlamaktadır (Abdulraheem, Abdulla & Mohammed, 2020). Bu teknik ve operasyonel kazanımlar, ERP'nin kurumsal esneklik ve dayanıklılık kapasitesini artırmaktadır (Small, 2016).

ERP'nin tedarik zinciri yönetimi, müşteri ilişkileri yönetimi ve gelişmiş planlama gibi genişletilmiş işlevlerle entegrasyonu, arz-talep senkronizasyonunu güçlendirmekte ve müşteri hizmet seviyelerini yükseltmektedir. Eş zamanlı planlama ve görünürlük, stok seviyelerinin optimize edilmesine ve teslim sürelerinin kısaltılmasına katkı sunmakta; bu da rekabet gücünü desteklemektedir (Al-Amin, Hossain, Islam ve Biwas, 2023). Bu yatay ve dikey entegrasyon, kurumların dış çevreyle bilgi ve süreç bağlantılarını derinleştirerek sürdürülebilir performans artışı üretmektedir (Somers ve Nelson, 2001).

Dijital dönüşüm bağlamında ERP'nin sosyal, mobil, analitik, bulut ve IoT teknolojileriyle eşgüdümü, verimlilik, yenilik ve müşteri deneyimi alanlarında sinerjik faydalar yaratmaktadır. Dijital teknolojilerin ERP'ye eklenmesi, veri temelli karar alma kapasitesini artırmakta ve çevik, bağlantılı, ölçeklenebilir

operasyonel modellere geçişi hızlandırmaktadır (Matt, Hess, & Benlian, 2015). Bu bütünselik yaklaşım, kurumsal bilgi altyapısının esneklik ve uyarlanabilirlik niteliklerini güçlendirerek geleceğe dönük rekabet avantajının kurumsallaşmasına hizmet etmektedir (Hess, Matt, Benlian, & Wiesböck., 2016).

1.7. ERP Sistemlerinin Genel Zorlukları

ERP sistemlerinin uygulanması ve işletilmesi, birbirini besleyen örgütsel, beşerî ve teknolojik zorlukların bileşimi olarak ele alınmaktadır. Literatürde, üst yönetim desteğinin sürekliliği ve niteliği sağlanamadığında stratejik yönlendirme, kaynak tahsisi ve karar alma hızında yaşanan aksamaların proje başarısını olumsuz etkilediği vurgulanmaktadır (Somers ve Nelson, 2001). Üst yönetim sponsorluğu yalnızca başlangıç onayı ve bütçeyle sınırlı kalmayıp, değişim liderliği, vizyon iletişimi ve çatışma çözümü gibi alanlarda aktif rol gerektirmekte; bu rol gereği yerine getirilmediğinde proje kapsamının yayılması, önceliklerin bulanıklaşması ve beklenti–çıktı uyumsuzluğu ortaya çıkmaktadır. Bu çerçevede, proje şampiyonunun bulunmaması ya da yetkisinin sınırlı olması, kritik anlarda yön verici müdahalelerin gecikmesine ve sahadaki dirençle baş etmede yetersizliğe yol açmaktadır (Menon, Muchnick, Butler ve Pizur, 2019).

Kapsam ve gereksinim yönetimi, ERP projelerinde karşılaşılan temel zorluk alanlarından biri olarak öne çıkmaktadır. İş birimlerinin gereksinimlerini yeterli ayrıntıda ve doğrulanmış biçimde ortaya koyamaması, süreçlerin sonradan yeniden tanımlanmasına ve maliyetli tekrar işlerine neden olmaktadır (Parr ve Shanks, 2000). Uygulamada sık görülen “fazla özelleştirme” eğilimi, paket yazılımın standart süreçlerinden uzaklaşmaya ve sürüm yükseltmelerinin zorlaşmasına sebebiyet vermekte; bunun sonucunda toplam sahip olma maliyeti artmakta ve teknik borç birikimi hızlanmaktadır (Themistocleus, Irani & O’Keefe, 2001). Süreçlerin yazılıma uyumu yerine yazılımın mevcut süreçlere uydurulması yaklaşımı, kısa vadede yerel memnuniyet yaratmakla birlikte, uzun vadede entegrasyon bütünlüğünü ve sürdürülebilirliği zayıflatmaktadır (Ehie ve Madsen, 2005).

Veriyle ilişkili güçlükler, ERP uygulamalarının başarısında kritik bir belirleyendir. Eski sistemlerde birikmiş dağınık, tutarsız ve eksik verinin temizliği,

standardizasyonu ve dönüştürülmesi büyük efor gerektirmekte; bu süreçteki hatalar canlı sistemde raporlama, planlama ve finansal kapanış gibi işlevlerde zincirleme etkilere yol açmaktadır (Somers ve Nelson, 2001). Veri sahipliği ve veri yönetişiminin net tanımlanmaması, ana veri yönetimi süreçlerinin işletilememesine ve tekrarlı kayıtlar ile farklı versiyonların oluşmasına neden olmaktadır (Finney ve Corbett, 2007). Canlıya geçiş öncesi kapsamlı testlerin ve kesinti planlarının yetersizliği, arayüz ve entegrasyon kaynaklı hataların üretime taşınmasına, bunu izleyen düzeltmelerin maliyet ve zaman baskısını artırmasına yol açmaktadır (Parr ve Shanks, 2000).

Teknoloji ve mimari düzlemde, ERP'nin kurumsal BT stratejisi ile uyumsuz konumlandırılması önemli zorluklar yaratmaktadır. Ölçeklenebilirlik, süreklilik ve performans gereksinimleri, donanım, ağ ve veritabanı mimarisinde doğru kapasite planlaması ve dayanıklılık tasarımlarını zorunlu kılmakta; bu alanlarda eksiklikler sistem yanıt sürelerinin uzaması, kesintiler ve kullanıcı memnuniyetsizliği ile sonuçlanmaktadır. Kurumsal mimaride heterojen uygulamalarla entegrasyon, arayüzlerin sürdürülmesi ve değişikliklerin eşgüdümü bağlamında risk taşımakta; dağınık entegrasyon desenleri arıza noktalarını çoğaltarak operasyonel kırılganlığı artırmaktadır (Themistocleus, Irani & O'Keefe, 2001). Bulut tabanlı ERP'ye geçiş, altyapı yönetim yükünü azaltabilse de veri güvenliği, mevzuata uyum, erişim kontrolü ve sağlayıcıya bağımlılık gibi yeni risk vektörlerini gündeme getirmektedir (Immhoff ve White, 2011).

Örgütsel değişim ve insan faktörü, ERP zorluklarının süreklilik arz eden bir kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Kullanıcıların yeni süreçlere ve sistem disiplinine adaptasyonu, eğitim ve iletişimle desteklenmediğinde “gölge sistemler” ve kayıt dışı iş akışları ortaya çıkmakta; bu durum veri bütünlüğünü zedelemekte ve süreç standartizasyonunu sektöre uğratmaktadır (Nah, Lau ve Kuang, 2001). Değişime direnç, rol ve sorumlulukların yeniden tanımlanmasıyla oluşan belirsizliklerden ve algılanan iş yükü artışından beslenmekte; etkili bir değişim yönetimi çerçevesi olmadan bu direnç kalıcı performans kayıplarına dönüşebilmektedir (Somers ve Nelson, 2001). Eğitim programlarının bir kerelik etkinlikler olarak kurgulanması ve proje kapanışıyla bilgi transferinin kesilmesi,

kullanıcı yetkinliğinin sürdürülebilirliğini zayıflatmakta ve hatalı kullanım oranlarını artırmaktadır (Finney ve Corbett, 2007).

Proje yönetimi olgunluğu ve yönetim yapıları, ERP uygulamalarında belirleyici bir başarı-başarısızlık ayracı olarak görünmektedir. Kaynak planlamasında iyimser varsayımlar, kritik yol analizlerinin yetersizliği ve risklerin sistematik izlenmemesi, bütçe taşmaları ve gecikmeler şeklinde tezahür etmektedir (Parr ve Shanks, 2000). En iyi personelin tam zamanlı tahsis edilememesi, karar vericilerin yetkilendirilmemesi ve proje ekibinin dengesiz bileşimi, tasarım ve test kalitesini olumsuz etkilemekte; karar döngülerinin uzaması teknik ve işlevsel borcu artırmaktadır (Menon, Muchnick, Butler ve Pizur, 2019). Proje sonunda “hiper bakım” döneminin kısa tutulması ya da planlanmaması, canlıya geçiş sonrası ortaya çıkan uyarılma ve öğrenme ihtiyacını karşılayamayarak operasyonel istikrarsızlığa neden olmaktadır (Finney ve Corbett, 2007).

Tedarikçi ve çözüm seçimi, ERP yolculuğunun erken safhasında stratejik önem taşımaktadır. Kurumsal süreç haritaları ile paket yazılımın süreç mantığı arasındaki uyum yeterince analiz edilmediğinde, uygulama sırasında kapsam dışı talepler ve özelleştirmeler kaçınılmaz hale gelmekte; bu da sürüm geçişlerini maliyetli ve riskli kılmaktadır (Momoh, Roy ve Shehab, 2010). Danışman seçiminde deneyim, sektör bilgisi ve ekip sürekliliği gibi unsurların göz ardı edilmesi, bilgi transferinin zayıf kalmasına ve kurumsal iç yetkinliğin gelişmemesine yol açmaktadır (Somers ve Nelson, 2001). Tedarikçi yol haritasındaki değişiklikler ve lisanslama modellerinde öngörülemeyen revizyonlar, uzun dönemli toplam sahip olma maliyeti üzerinde belirsizlik yaratmaktadır (Parr ve Shanks, 2000).

İnsan kaynağı piyasasındaki arz kısıtları da yaygın bir zorluk olarak raporlanmaktadır. Nitelikli ERP fonksiyonel danışmanı, iş analisti ve teknik geliştirici bulma ve elde tutma güçlükleri, dış kaynak kullanımını artırmakta; bu durum kurumsal bilgi birikiminin içselleştirilmesini geciktirmektedir (Sumner, 2000). İç-dış ekip karmaşasının dengesizliği, karar haklarının belirsizliği ve iletişim eksiklikleri, proje akışında çatışmalara ve yeniden işlere neden olmaktadır. Kullanıcı tarafında standartlara uyum ve disiplinin tesis edilememesi, departmanlar arası entegrasyonun getirdiği karşılıklı bağımlılıkları yönetmeyi zorlaştırmakta;

süreç hatalarının birbirini tetiklediği kümülatif verimsizliklere yol açmaktadır (Menon, Muchnick, Butler ve Pizur, 2019).

Ekonomik boyutta, gizli maliyetlerin öngörülmemesi ERP projelerinde sık karşılaşılan bir zorluk olarak tanımlanmaktadır. Veri temizliği, süreç yeniden tasarımı, geçici verimlilik kaybı, eğitim, değişim yönetimi ve test faaliyetleri gibi dolaylı maliyet kalemleri bütçelerde eksik temsil edildiğinde, yatırımın geri dönüş süresi uzamakta ve finansal baskılar artmaktadır (Momoh, Roy ve Shehab, 2010). Operasyonel fazda, destek ve sürekli iyileştirme için ayrılan kaynakların yetersizliği, zamanla performans düşüşü ve kullanıcı memnuniyetsizliği üretmekte; bu durum sistemin kurumsal hedeflere katkısını azaltmaktadır (Finney ve Corbett, 2007). Çok lokasyonlu ya da çok ülkeli uygulamalarda, yerel mevzuat, vergi rejimleri ve iş uygulamalarındaki farklılıkların uyarlanması, proje karmaşıklığını ve koordinasyon maliyetlerini yükseltmektedir (Parr ve Shanks, 2000).

Dijital dönüşümle birlikte ERP ortamına eklenen yeni teknolojiler, zorluk alanlarının ölçeğini ve çeşitliliğini artırmaktadır. IoT kaynaklı yüksek hacim ve hızdaki akışların ERP ile entegrasyonu, gerçek zamanlı veri işleme, depolama ve analitik kapasite gereksinimlerini büyütmekte; aynı zamanda güvenlik ve gizlilik risklerini de derinleştirmektedir (Elazhary, 2019). Büyük veri ve iş zekâsı uygulamalarında veri heterojenliği, kalitesinin sürekliliği ve yönetişimi, karar destek çıktılarının güvenilirliğini belirleyen kritik faktörler olarak öne çıkmakta; bu alanlarda zayıflık, yanlış karar ve performans sapmalarına neden olabilmektedir (Labrinidis ve Jagadish, 2012). Mobil ERP ve dağıtık erişim senaryoları, kimlik ve erişim yönetimi, kullanılabilirlik ve kullanıcı deneyimi bakımından yeni gereksinimler ortaya koymakta; bunların yetersiz tasarımı benimsemeyi ve üretkenliği sınırlamaktadır (Zhu ve Lin, 2017).

Güvenlik ve gizlilik, özellikle bulut temelli ve genişletilmiş işletme sınırlarında kritik zorluk alanları olarak değerlendirilmektedir. Erişim yetkilerinin ayrıştırılması, görevlerin ayrılığı prensiplerinin uygulanması ve denetim izlerinin sürekliliği sağlanmadığında, iç tehditler ve hata kaynaklı veri ihlalleri ortaya çıkabilmektedir (Immhoff ve White, 2011). Tedarik zinciri entegrasyonları ve üçüncü taraf arayüzleri, saldırı yüzeyini genişleterek sistemin süreklilik hedefleri üzerinde baskı oluşturmaktadır (Immhoff ve White, 2011). IoT cihazlarının güvenli

olmayan yapılandırmaları ve güncelleme eksiklikleri, ERP'nin bağlı bulunduğu ekosistemde zafiyet zincirleri yaratmakta; bu da operasyonel riskleri artırmaktadır (Elazhary, 2019).

Uygulama yaşam döngüsünün tamamı boyunca izleme, değerlendirme ve geri besleme mekanizmalarının yetersizliği, sorunların erken tespit ve çözümünü güçleştirmektedir. Performans göstergelerinin tanımlanmaması ya da izlenmemesi, sapmaların sistematik biçimde ele alınmasını engellemekte; bu durum öğrenme döngülerinin kapanmamasına ve aynı tür hataların tekrarlanmasına yol açmaktadır (Finney ve Corbett, 2007). Beklenti yönetiminin zayıflığı, iş birimlerinin kısa vadeli hızlı kazanımlar beklentisi ile ERP'nin daha çok orta–uzun vadeli süreç iyileştirme doğasının çatışmasına ve memnuniyetsizliğin artmasına neden olmaktadır (Menon, Muchnick, Butler ve Pizur, 2019).

Sonuç olarak, ERP projelerinin karşılaştığı zorluklar, bir yandan kapsam, veri ve teknoloji yönetimi gibi teknik eksenlerde; diğer yandan değişim, yönetim ve yetkinlik gibi örgütsel eksenlerde yoğunlaşmaktadır. Bu zorlukların eşzamanlı ve birbirini etkileyen karakteri, proje yönetimi disiplininin sıkı uygulanmasını, standartlara yakın konfigürasyon tercihlerini, güçlü bir değişim yönetimi çerçevesini ve veri yönetişiminin kurumsallaştırılmasını gerekli kılmaktadır (Somers ve Nelson, 2001).

1.8. Ulaştırma Sektörünün Dijital Dönüşümü ve ERP'nin Rolü

Yirmi birinci yüzyılda küreselleşmenin getirdiği yoğun rekabet ortamı, teknolojik ilerlemeler ve değişen pazar dinamikleri, taşıma ve lojistik sektörünü köklü bir dönüşüme zorlamaktadır. Toplumdaki, ekonomideki ve üretim ortamındaki değişimler, bilim ve teknolojiye gelişmelerle birleşerek lojistik yönetimi araçlarını ve çevresini dönüştürmüştür (Yang, 2017). Bu yeni ekosistemde işletmelerin varlıklarını sürdürebilmeleri ve rekabet avantajı elde edebilmeleri, süreçlerini hızlandırma, maliyetleri düşürme ve genel performanslarını iyileştirme kabiliyetlerine doğrudan bağlıdır (Kolev ve Otsetova, 2022). Bu bağlamda, taşıma sektörünün dijital dönüşümü, bir seçenek olmaktan çıkıp operasyonel mükemmellik ve stratejik üstünlük için bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu dönüşümün teknolojik omurgasını ise, işletmelerin tüm kaynaklarını

bütünleşik bir yapı altında yönetmeyi sağlayan ERP sistemleri oluşturmaktadır (Huang, Chen, & Ku, 2001).

ERP sistemleri, en temel işlevi olarak bir organizasyon içindeki farklı departmanlarda ve süreçlerde üretilen dağınık bilgileri bir araya getirme sorununu çözmeyi hedeflemektedir. Bu sistemler, tedarik zincirinde sıkça karşılaşılan alt optimizasyon problemlerini ortadan kaldırmak için gerekli koordinasyon mekanizmalarını sunmaktadır (Muscatello, Parente ve Swinarski, 2018). Ulaştırma sektörü gibi karmaşık ve çok paydaşlı bir yapıda, finans, insan kaynakları, tedarik zinciri ve operasyonlar gibi farklı iş alanlarından gelen verilerin tek bir platformda toplanması, bütünsel bir bakış açısı kazanılmasını ve daha sağlıklı kararlar alınmasını sağlamaktadır. Örneğin, Teksas Ulaştırma Bakanlığı (TxDOT) gibi büyük ölçekli kamu kurumları dahi, farklı bölümler ve bölgeler arasında finansal ve insan kaynakları bilgilerine gerçek zamanlı erişim sağlamak ve 22 farklı eski sistemi tek bir çatı altında birleştirmek amacıyla ERP sistemlerini devreye almıştır (Kim, Lee, & Gosain, 2016). Bu durum, ERP'nin sadece özel sektörde değil, kamu ulaştırma altyapısını yöneten kurumlarda da dijital dönüşümün merkezinde yer aldığını göstermektedir (McCubbrey ve Fukami, 2009).

Dijital dönüşüm sürecinde ERP sistemlerinin rolü, tekil bir yazılım olarak çalışmanın ötesine geçerek, daha geniş bir teknolojik ekosistemle entegre bir şekilde faaliyet göstermeyi gerektirmektedir. Modern lojistik yönetimi, ERP sistemlerinin Tedarik Zinciri Yönetimi (SCM) ve Müşteri İlişkileri Yönetimi (CRM) gibi diğer kritik iş uygulamalarıyla bütünleşmesiyle yeni bir boyut kazanmıştır (Surcel ve Bologna, 2008). Bu entegrasyon, işletmelerin sadece kendi iç süreçlerini değil, aynı zamanda tedarikçilerinden müşterilerine kadar uzanan tüm değer zincirini daha etkin bir şekilde yönetmelerine olanak tanımaktadır. Lojistik süreçlerinin kalitesi ve verimliliği, malzeme, finans ve bilgi akışlarının tüm tedarik zinciri boyunca planlanması, koordine edilmesi ve kontrol edilmesiyle doğrudan ilişkilidir ve ERP sistemleri bu entegrasyonun temelini oluşturmaktadır (Lorenc ve Szkoda, 2015). Son on yılda Ulaştırma Yönetim Sistemleri (TMS) ve Depo Yönetim Sistemleri (WMS) gibi uzmanlaşmış uygulamaların yaygınlaşması, bu sistemlerin ERP ile entegre çalışarak lojistik alanında teknolojik yeniliklerin benimsenmesini hızlandırdığını kanıtlamaktadır (El Hamdi, Abouabdellah, &

Elfezazi, 2020). Bu bütünleşik yaklaşım, tedarik zinciri konseptinin gerektirdiği iç ve dış bilgi akışını iyileştirerek, lojistik bilgi sistemlerinin (LIS) ve tedarik zinciri bilgi sistemlerinin bütünleşmesini sağlamaktadır (Rutner, Gibson, & Williams, 2003).

Ulaştırma sektöründeki dijital dönüşüm, ERP'nin entegrasyon kabiliyetlerinin yanı sıra, bir dizi tamamlayıcı ve etkinleştirici teknolojinin benimsenmesiyle güçlenmektedir. Bu teknolojiler, sahadan anlık veri toplanmasından bu verilerin analiz edilip karar mekanizmalarına dahil edilmesine kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Lojistik firmalarının rekabetçiliği ve büyümesi için kritik olan bilgi teknolojileri yatırımları; izleme ve takip, planlama ve tahmin, ulaştırma otomasyonu, paydaşlarla koordinasyon ve karar optimizasyonu gibi süreçleri iyileştirmeyi hedeflemektedir. Bu amaçla Radyo Frekansı Tanımlama (RFID), Elektronik Veri Değişimi (EDI), Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) gibi teknolojiler, ERP sistemleriyle birlikte kullanılmaktadır (Jhawar ve Garg, 2016). Özellikle RFID ve mobil teknolojilerin, web tabanlı uygulamalar aracılığıyla mevcut bir ERP sistemine entegre edilmesi, yönetimin iş performansını analiz etmek ve hızlı kararlar almak için ihtiyaç duyduğu doğru ve anlık bilgilere erişimini sağlamaktadır (Chiu, Chen, & Chang, 2013). Nijerya'daki lojistik firmaları üzerine yapılan bir çalışma, Barkod, EDI, GPS ve ERP gibi teknolojilerin uygulama seviyelerinin yüksek olduğunu, ancak RFID ve Ses Tanıma Teknolojisi (VRT) gibi daha yeni teknolojilerin benimsenmesinin henüz düşük seviyelerde kaldığını ortaya koymuştur; bu durum, dijital dönüşümün her bölgede farklı bir hızda ve farklı önceliklerle ilerlediğini göstermektedir (Adeitan, Aigbavboa & Agbenyeku., 2020).

Teknolojinin evrimi, ERP sistemlerinin mimarisini ve erişilebilirliğini de dönüştürmektedir. Geleneksel olarak yüksek maliyetli ve karmaşık olan ERP uygulamaları, bulut bilişim (cloud computing) teknolojisinin yükselişiyle birlikte daha esnek ve ölçeklenebilir bir yapıya kavuşmuştur. Özellikle sınırlı finansal kaynaklara sahip küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ'ler) için, uygun maliyetli bulut ERP çözümleri, dijital dönüşüme katılmaları için önemli bir fırsat sunmaktadır (Deng, Zhang, & Lei, 2016). Bununla birlikte, dijitalleşmenin

getirdiği en büyük avantajlardan biri olan veri hacmindeki artış, Büyük Veri (Big Data) analitiği kavramını gündeme getirmiştir. Geleneksel olarak ERP ve diğer sistemlerde ayrı ayrı depolanan veriler, Büyük Veri analitiği sayesinde entegre edilerek daha verimli karar alma süreçlerine olanak tanımaktadır. Bu yaklaşım, tedarik zincirinin planlama aşamasında tüm ağdaki verileri birleştirerek istatistiksel modeller aracılığıyla talep tahminlerinin doğruluğunu artırmaktadır (Perevozova, Bondarenko, & Kovalenko, 2024). DigiPyramid gibi yeni nesil dijital ikiz çerçeveleri, Robotik Süreç Otomasyonu (RPA) kullanarak ERP, WMS ve TMS gibi heterojen sistemlerden esnek ve düşük maliyetli veri toplamakta ve bu verilerdeki belirsizlikleri gidermek için Bayes Ağları gibi yapay zeka tekniklerini kullanmaktadır (Shang, Chen, & Liu, 2025).

Ulaştırma sektöründe dijital dönüşümün ve bu dönüşümün merkezindeki ERP sistemlerinin nihai amacı, veri odaklı karar verme kültürünü kurumsallaştırmak ve bu sayede ölçülebilir performans artışları sağlamaktır. Farklı departmanlar arasında geliştirilmiş karar alma mekanizmaları, bir şirketin genel performansını ve büyüme potansiyelini önemli ölçüde artırmaktadır (Canon, Smith, & Taylor, 2025). Bu durum, sadece ticari işletmeler için değil, aynı zamanda askeri lojistik gibi belirsizliğin ve riskin yüksek olduğu operasyonlar için de geçerlidir. Askeri operasyonlarda ERP sistemlerinin benimsenmesi, yeni mevcut lojistik verilerden yararlanarak kapasite planlaması ve risk analizi yapabilen otomatikleştirilmiş karar destek araçlarının geliştirilmesine zemin hazırlamaktadır (McConnell, Brue, & McConnell, 2021). Benzer şekilde, COVID-19 pandemisi gibi küresel krizler sırasında yük akışındaki kesintileri yönetmek için, farklı ulaşım modlarına ilişkin bütünsel bir bakış açısı ve veri odaklı karar verme kritik bir önem taşımıştır. Bu bağlamda, şirketlerin kullandığı ERP sistemlerine benzer şekilde, kamu otoritelerinin de yük akışını izleyen ve bir "Kontrol Kulesi" işlevi gören dijital platformlar oluşturması, lojistik değerini artırmada önemli bir pratik uygulama olarak öne çıkmıştır (Cedillo-Campos, Sánchez-Ramírez, & Pérez, 2024). Lojistik karar verme süreçlerinin temel ERP sistemlerinden gelen verilere olan ihtiyacı, bu sistemler arasındaki anlamsal farklılıkları ve veri heterojenliğini ortadan kaldıracak ontoloji tabanlı mimarilerin geliştirilmesini teşvik etmiştir (Ha & Ahn, 2008).

ERP sistemlerinin ulaştırma sektörünün dijital dönüşümündeki rolü, farklı alt sektörlerin özel ihtiyaçlarına göre şekillenmektedir. Örneğin, petrokimya endüstrisi gibi büyük ölçekli ve karmaşık lojistik operasyonlara sahip sektörlerde, ERP sistemleri, sipariş yönetimi arayüzlerinin yanı sıra ulaştırma çizelgeleme modülleriyle entegre edilerek lojistik koordinasyon ve planlamanın verimliliğini artırmaktadır (Tanoguchi, 2006). Orman endüstrisinde ise ERP verileri, daha büyük ve ağır araçların (LHV) çevresel emisyonlar üzerindeki etkisini değerlendirmek, yakıt tüketimindeki düşüşü ölçmek ve karbon-nötr bir tedarik zinciri hedefine yönelik teknolojik gelişmeleri izlemek için kullanılmaktadır (Palander, 2016; Palander, Väätäinen, & Jylhä, 2020). Toptan gıda endüstrisinde, standart ERP sistemlerinin genellikle ulaştırma maliyetlerini detaylı bir şekilde analiz etmek için yeterli veri sunmaması nedeniyle, bu sistemleri tamamlayıcı karar destek araçları geliştirilerek maliyet bazlı fiyatlandırma yapılması sağlanmıştır (Bo ve Hammervoll, 2010). Bu örnekler, ERP'nin standart bir çözüm olmaktan ziyade, her sektörün kendine özgü süreçlerine ve zorluklarına adapte edilebilen esnek bir platform olduğunu göstermektedir.

Ulaştırma sektöründeki dijital dönüşüm, aynı zamanda Endüstri 4.0 ve bunun lojistikteki yansıması olan Lojistik 4.0 gibi daha geniş kapsamlı endüstriyel paradigmalardan bir parçasıdır. Endüstri 4.0, sadece yeni bilgi ve iletişim teknolojilerinin geliştirilmesini değil, aynı zamanda bu teknolojilerin endüstriyel süreçlere derinlemesine entegrasyonunu da ifade etmektedir. Bu dönüşüm, şirketlerin mevcut yapısal ve yönetsel organizasyonlarını etkileyerek teknolojik yeniliği modern üretimin bir ön koşulu haline getirmiştir. Bu çerçevede lojistik kavramı da doğrudan etkilenmiş ve endüstriyel devrimin ana aşamalarını takiben lojistik, řu anda Lojistik 4.0 olarak adlandırılan dördüncü evreye ulaşmıştır (El Hamdi, Abouabdellah, & Elfezazi, 2020). Bu yeni evrede, yapay zeka (AI) ve makine öğrenmesi (ML) gibi algoritmaların kullanımı, veri işlemeyi otomatikleştirmek ve tekrarlayan, hataya açık görevleri insan müdahalesi olmadan gerçekleştirmek için büyük bir potansiyel sunmaktadır. Ancak, lojistik sektöründeki mevcut durum, bu tür gelişmiş çözümlerin benimsenme hızının henüz yavaş olduğunu ve verilerin hala e-posta gibi geleneksel kanallarla aktarıldığını göstermektedir (Carlan ve Vanelsländer, 2021). Lojistik 4.0 konseptinin gelecekteki gelişimi, blokzincir (blockchain) teknolojisinin modern lojistik

şirketlerinin ERP sistemleriyle entegrasyonu gibi yenilikçi alanlara odaklanmaktadır. Bu entegrasyon, akıllı sözleşmelerin uygulanması, yeni taşıma türlerinin sertifikalandırılması ve teslimat ödemeleri için kripto para birimlerinin kullanılması gibi konularda risk yönetimini ve şeffaflığı artırma potansiyeli taşımaktadır (Quliyev, Aliyev & Mammadov, 2024).

1.9. Ulaştırma Sektörüne Özgü ERP İhtiyaçları ve Beklentiler

Ulaştırma sektörü, doğası gereği coğrafi olarak dağınık, dinamik ve çok sayıda paydaşı (tedarikçiler, taşıyıcılar, müşteriler, düzenleyici kurumlar) içeren karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu karmaşıklık, işletmelerin iç ve dış bilgi akışını etkin bir şekilde yönetme ihtiyacını doğurmaktadır (Rutner, Gibson, & Williams, 2003). Dolayısıyla, ulaştırma sektöründeki bir işletmenin ERP sistemlerinden en temel beklentisi, operasyonel süreçleri ve bilgi akışını sorunsuz bir şekilde entegre etme ve düzene koyma yeteneğidir (Huang, Chen, & Ku, 2001). Bir karayolu taşımacılığı şirketinde ERP sistemi uygulanmadan önce yapılan bir analiz, en ciddi sorunun bilgi akışı alanında ve özellikle veri tutarlılığının olmamasında yaşandığını ortaya koymuştur; bu da entegre bir sisteme olan temel ihtiyacı vurgulamaktadır (Kulińska, Giera & Dendera-Gruszka, 2014). Malların tedarik zincirinin çeşitli aşamalarından geçerken bilginin de çok sayıda değişikliğe uğraması nedeniyle, tüm iş ortakları tarafından kullanılan BT sistemlerinin her aşamada bilginin bütünlüğünü garanti etmesi gerekmektedir (Ski ve Fajfer, 2011). Bu nedenle, ulaştırma sektöründeki firmalar, dağınık bilgiyi bir araya getiren, tedarik zincirindeki alt optimizasyonu ortadan kaldıran ve tüm iş süreçlerinin yönetimi için bir platform ve güvence sunan ERP sistemlerine ihtiyaç duymaktadır (Muscatello, Parente, & Swinarski, 2018; Li ve Wu, 2021).

Sektörün dinamik yapısı, anlık ve doğru bilgiye olan ihtiyacı kritik hale getirmektedir. Bu nedenle, ERP sistemlerinden en temel beklentilerden biri, varlıkların ve süreçlerin gerçek zamanlı olarak izlenebilirliğini sağlamasıdır. Devlet ulaştırma kurumları dahi, farklı bölümler ve bölgeler arasında finansal ve insan kaynakları bilgilerine gerçek zamanlı erişim sağlamak için ERP sistemlerini uygulamaktadır (Kim, Lee, & Gosain, 2016). Bu beklentiyi karşılamak için ERP sistemlerinin Radyo Frekansı Tanımlama (RFID) ve mobil teknolojiler gibi çağdaş bilgi ve iletişim teknolojileriyle entegrasyonu gerekmektedir (Chiu, Chen, &

Chang, 2013). RFID teknolojisi, ürün lojistiğinin durumu ve bilgileri hakkında XML tabanlı anlamsal olaylar aracılığıyla anlık veri sağlayarak izlenebilirliği mümkün kılmakta ve iş akışını kontrol ederek operasyonel hatalara karşı uyarı sinyalleri üretebilmektedir (Li ve Chen, 2009). Benzer şekilde, izleme ve takip, planlama ve tahmin, ulaştırma otomasyonu gibi süreçleri iyileştirmek için RFID, EDI ve GPS/GIS gibi teknolojilerin ERP ile birlikte kullanılması, lojistik performansını artırmaya yönelik temel bir beklentidir (Jhavar ve Garg, 2016).

Ulaştırma sektöründeki işletmeler, ERP sistemlerini yalnızca bir veri deposu olarak görmemekte, aynı zamanda karmaşık karar alma süreçlerini destekleyen analitik araçlar olarak da beklemektedirler. Lojistik karar verme süreci, temel ERP sisteminden gelen verilere ihtiyaç duymaktadır ve bu sistemler arasındaki anlamsal farklılıklar ve heterojen veritabanları, karar verme sürecinin verimliliğini düşürebilmektedir (Ha & Ahn, 2008). Bu nedenle, ERP sistemlerinin, lojistik kavramlarını, terimlerini ve yöntemlerini biçimsel olarak tanımlayan ontoloji tabanlı mimarilerle desteklenerek karar verme sürecinin verimliliğini ve doğruluğunu artırması beklenmektedir (Ha & Ahn, 2008). Ancak, önde gelen ERP sistemlerinin çoğunda dahi, tedarik zinciri karar verme süreçlerini destekleyecek karmaşık optimizasyon algoritmaları bulunmamaktadır; bu durum, önemli bir beklenti ve ihtiyaç boşluğu yaratmaktadır (Grobler-Dębska, Kwiatkowski & Sudolska., 2022). Bu ihtiyaca yönelik olarak, örneğin Alman gıda endüstrisinde, birden fazla imalat şirketinin filolarını paylaşarak ulaştırma maliyetlerini azalttığı kooperatif ulaştırma planlaması için bir karar destek sistemi geliştirilmiş ve bu sistemin karar verme çekirdeği çoklu ajan sistemi (MAS) olarak uygulanmıştır. Bu sistem, farklı şirketlerin ERP sistemlerinden gelen sipariş ve müşteri verileriyle güncellenen bir veri katmanına sahiptir (Sprenger ve Mönch, 2014).

Ulaştırma sektörü, kendi alanlarında uzmanlaşmış çok sayıda bilgi sistemini (örneğin Ulaştırma Yönetim Sistemleri - TMS, Depo Yönetim Sistemleri - WMS) kullanmaktadır. Bu nedenle, ERP sistemlerinden en önemli beklentilerden biri, bu "sınıfının en iyisi" (best of breed) sistemlerle sorunsuz bir şekilde entegre olabilme yeteneğidir (Bradford, Florin & Smith, 2025). ERP sistemleri, zamanla Tedarik Zinciri Yönetimi (SCM) ve Müşteri İlişkileri Yönetimi (CRM) bileşenleriyle entegre olacak şekilde evrimleşmiştir ve bu entegrasyon, lojistik sistemlerinin

performansını iyileştirme potansiyeli taşımaktadır (Surcel ve Bologna, 2008). Endüstri 4.0 bağlamında, son on yılda ERP, TMS ve WMS gibi uygulamaların yaygın kullanımı, lojistik aracılığıyla teknolojik yeniliklerin benimsendiğini göstermektedir (El Hamdi, Abouabdellah, & Elfezazi, 2020). Örneğin, otomatik endüstriyel forklift filolarına dayalı bir depo ulaştırma sisteminin fabrika yönetimine entegrasyonu projesinde, tüm fabrika yönetim sürecini yönetmek için bir ERP sistemi kurulmuş ve bu sistem, endüstriyel araçları izlemek için uygulanan bir SCADA uygulaması ile arayüz görevi görmüştür (Mora, Forgionne & Gupta., 2003).

Ulaştırma sektörünün farklı alt dalları, kendilerine özgü operasyonel yapıları nedeniyle ERP sistemlerinden farklılaşan ihtiyaçlar ve beklentiler sergilemektedir. Örneğin, insani yardım lojistiği gibi özel alanlar, ticari lojistikten farklı önceliklere sahiptir. Bu alanda öncelik maliyetten ziyade etkinlik ve hızdır. Bu nedenle, insani acil durumların özel gereksinimlerini karşılayacak, koordinasyon eksikliği sorununa bütünsel bir çözüm sunacak ve birden fazla kuruluşun işbirliği yapmasına olanak tanıyacak entegre bir ERP sistemi modeline ihtiyaç duyulmaktadır (Gavidia, 2017). Demiryolu acil durum lojistiğinde ise geleneksel çerçeveler, acil durum malzeme taşımacılığına öncelik vermek için taşıma kapasitesi ayarlamalarına odaklanmakta, bu da genellikle uzun müdahale sürelerine ve konvansiyonel yük operasyonlarında önemli gecikmelere yol açmaktadır. Bu alandaki beklenti, hem acil durum müdahale verimliliğini hem de taşıma maliyet etkinliğini sinerjik olarak dengeleyen, acil durum sonrası toparlanma aşamasını da içeren bütünsel bir optimizasyon stratejisi sunan ERP tabanlı modellerin geliştirilmesidir (Yuan, Wang, & Zhao, 2025).

Otomotiv endüstrisi gibi Tam Zamanında (Just-in-Time - JIT) ve Tam Sırasında (Just-in-Sequence - JIS) üretim metodolojilerinin yaygın olduğu sektörlerde, ERP sistemlerinden beklentiler son derece hassas planlama ve koordinasyon yetenekleri üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu sektörde ERP sistemleri, teslimat döngülerini kısaltan, iyi planlanmış ve güvenilir lojistik operasyonlarına olan bağımlılığı artıran JIT ve JIS teslimatlarını desteklemelidir. SAP gibi ERP sistemleri, parçaların tedarikçi tarafından doğru sırada önceden ayıklanarak üretim hattına teslim edilmesini sağlayan JIS operasyonlarının temelini oluşturarak, tüm

tedarik zincirindeki malzeme, finans ve bilgi akışlarının planlanmasını, koordinasyonunu ve kontrolünü büyük ölçüde etkilemektedir (Lorenc ve Szkoda, 2015). Benzer şekilde, JIT üretim sistemi için gerekli olan JIT dağıtım modu, doğru parçaları doğru kalitede ve miktarda, doğru yere ve doğru zamanda teslim etmeyi gerektirir ve bu süreci desteklemek için RFID ve XML teknolojilerini kullanan ERP tabanlı bir lojistik bilgi sistemi geliştirilmiştir (Su, Yang & Zhang., 2011).

Ulaştırma sektörünün diğer segmentleri de ERP sistemlerinden özel yetenekler beklemektedir. Toplu taşıma sistemlerinde, tren veya karayolu araçlarından gelen büyük miktardaki verinin gerçek zamanlı yönetimi için, klasik OPC'nin (OLE for Process Control) yerini alan ve Kontrol Sistemleri (CS) ile Kurumsal Kaynak Planlama Sistemleri (ERP) arasında esnek bilgi akışı ve kolay veri alışverişi sağlayan OPC Birleşik Mimarisi (OPC UA) gibi nesne yönelimli standartların ERP sistemleriyle entegrasyonuna ihtiyaç duyulmaktadır (Maka, A., Cupek, R., ve Rosner, J. 2011). Orman endüstrisi gibi doğal kaynakların taşınmasına dayalı sektörlerde ise ERP verileri, sadece operasyonel verimlilik için değil, aynı zamanda çevresel performansın izlenmesi için de kritik bir rol oynamaktadır. Bu sektörde ERP sistemlerinden beklenti, daha büyük ve ağır araçların (LHV) kullanımının çevresel emisyonlar ve yakıt tüketimi üzerindeki etkilerini ölçmek, CO2 emisyon verimliliğini hesaplamak ve karbon-nötr bir ormancılık hedefine yönelik ilerlemeyi izlemek için gerekli verileri sağlamasıdır (Palander, 2016; Palander, 2017; Palander, Väättäinen, & Jylhä, 2020).

Ulaştırma sektörünün farklı alt dallarının ve her bir işletmenin kendine özgü iş süreçleri, tek tip bir ERP çözümünün yetersiz kalmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda, ERP sistemlerinin modüler bir yapıya sahip olması ve işletmelerin ihtiyaçlarına göre özelleştirilebilmesi önemli bir beklenti haline gelmiştir. Örneğin, insani yardım tedarik zinciri için geliştirilen ortak bir süreç modeli (HSCPM), sivil toplum kuruluşları için etkili ERP sistemleri oluşturmayı amaçlamakta ve bu modelin oluşturulmasını destekleyen dinamik bir yetenek olarak modülerliği araştırmaktadır. Bu yaklaşım, genel, uyarlanmış, özel ve benzersiz süreçler arasında ayrım yaparak farklı derecelerde özelleştirmeye olanak tanımaktadır (Saïah, Benbrahim & El Idrissi, 2023). Benzer şekilde, modern Akıllı Ulaşım Sistemleri (ITS) uygulamalarının monolitik ve kapalı web uygulamalarından,

kullanıcı özelleştirmelerine olanak tanıyan açık hizmet ve API çerçevelerine dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu sayede, bir ERP gibi üçüncü taraf bir uygulama, araçlarını, sürücülerini ve diğer mobil kaynaklarını doğrudan ITS'nin gerçek zamanlı ve geçmiş verilerine bağlayarak önemli avantajlar elde edebilir (Sponziello, 2007).

Son olarak, ulaştırma sektöründe ERP sistemlerine yönelik en somut ve temel beklentilerden biri, lojistik maliyetlerinde ölçülebilir bir düşüş sağlaması ve genel performansı artırmasıdır. Lojistik maliyetleri, bir operasyonun önemli bir parçasını oluşturduğundan, ERP uygulamaları ve lojistik maliyetleri arasındaki ilişkiyi anlamak kritik öneme sahiptir (Muscatello, Parente ve Swinarski, 2018). Kuruluşlar, katılımcıları, bilgiyi, teknolojiyi ve iş süreçlerini uyumlu hale getiren süreç ve faaliyetleri dikkate alarak ERP uygulamaları aracılığıyla lojistik maliyetlerini düşürmeyi hedeflemektedir (Muscatello, Parente ve Swinarski, 2016). Bulgaristan'daki lojistik hizmeti veren işletmeler üzerinde yapılan bir anket, ERP sistemlerinin uygulanmasının en faydalı etkiyi ulaştırma yönetimi ve dokümantasyonu, muhasebe ve tasnif/dağıtım alanlarında gösterdiğini ve maliyet etkinliği sağlayarak insan emeğini %60 ila %80 oranında azaltabileceğini ortaya koymuştur (Kolev ve Otsetova, 2022). Bir otomotiv şirketinden alınan gerçek sevkiyat verilerini kullanan bir başka çalışma, ERP sisteminden üretilen bir veri kümesi üzerinde makine öğrenmesi algoritmaları uygulayarak, yük faktörünü optimize etmenin taşımaları daha verimli ve dengeli hale getirdiğini ve yüksek performanslı sevkiyat oranını %25,7'den %98,4'e çıkardığını göstermiştir (Sarigül, Yıldız & Akbaş., 2025).

1.10. Ulaştırma Sektöründe ERP Kullanımıyla İlgili Araştırmalar

Ulaştırma ve lojistik sektörünün dijital dönüşüm sürecinde ERP sistemleri, operasyonel verimlilikten stratejik karar alma süreçlerine kadar geniş bir yelpazede merkezi bir rol oynamaktadır. Bu sistemlerin sektördeki etkileri, uygulanma dinamikleri, getirdiği avantajlar ve karşılaşılan zorluklar, akademik literatürde çok sayıda araştırmanın konusu olmuştur. Yapılan çalışmalar, ERP'nin sadece bir teknoloji yatırımı olmanın ötesinde, işletmelerin iş yapış biçimlerini değiştiren önemli bir araç olduğunu ortaya koymaktadır.

Literatürdeki çalışmaların önemli bir kısmı, ERP sistemlerinin lojistik maliyetleri ve firma performansı üzerindeki doğrudan etkilerine odaklanmaktadır. Örneğin, (Muscatello, Parente, & Swinarski, 2018), ERP uygulamaları ile lojistik maliyetleri arasındaki ilişkiyi incelemiş ve bu sistemlerin tedarik zincirindeki alt optimizasyon problemlerini ortadan kaldırdığını belirtmiştir. Araştırmacılar, ERP uygulamasının ardından lojistik maliyetlerinde düşüş yaşayan firmalar ile yaşamayan firmalar arasında yaptıkları karşılaştırmada, başarılı bir ERP projesinin firma performansı üzerindeki olumlu etkilerini vurgulamışlardır (Muscatello, Parente ve Swinarski, 2016). Benzer şekilde, Bulgaristan'daki lojistik işletmeleri üzerinde bir anket çalışması yürüten Kolev ve Otsetova (2022), ERP uygulamalarının özellikle nakliye yönetimi, dokümantasyon, muhasebe ve dağıtım gibi alanlarda en faydalı etkiyi yarattığını tespit etmiştir. Çalışmaları, ERP'nin %60 ila %80 oranında insan eforunun yerini alabileceğini ve maliyet etkinliğini artırarak lojistik işletmelerinin genel performansını iyileştirdiğini ampirik kanıtlarla ortaya koymuştur. (Canon, Smith, & Taylor, 2025) tarafından Brezilya'da bir işletmede gerçekleştirilen vaka analizi de bu bulguları destekler niteliktedir. Söz konusu çalışmada, ERP sisteminin benimsenmesi ve dijital dönüşüm sayesinde departmanlar arası karar alma süreçlerinin iyileştiği, bunun da şirketin performansını ve büyümesini önemli ölçüde artırdığı raporlanmıştır (Canon, Smith, & Taylor, 2025).

ERP sistemlerinin sağladığı avantajların yanı sıra, uygulama sürecinde karşılaşılan zorluklar ve bu zorlukların üstesinden gelmek için gereken kritik başarı faktörlerinin de araştırmacıların yoğun ilgisini çektiği görülmektedir. Folinas ve Daniel (2012), Asya Pasifik bölgesindeki bilişim teknolojileri profesyonelleriyle yaptıkları bir anket çalışmasında, ERP kullanımındaki en büyük zorluğun teknolojik olmadığını, bunun yerine güven, iş birliği, entegrasyon eksikliği, zayıf kullanıcı adaptasyonu ve uygulama takvimlerindeki gecikmeler gibi organizasyonel ve kültürel meselelerden kaynaklandığını bulmuşlardır. Değişim yönetimi ve iletişimin önemi, özellikle büyük ölçekli kamu kurumlarındaki ERP projelerinde daha da belirgin hale gelmektedir. Örneğin, Teksas Ulaştırma Bakanlığı'nın (TxDOT) ERP geçiş sürecini inceleyen Kim, Lee & Gosain (2016), üst yönetim desteği, farkındalığı artıran değişim yönetimi faaliyetleri, iletişim engellerini kırmak için "elçilerin" kullanılması ve çoklu iletişim kanallarının (e-

posta, sunum, broşür vb.) başarının anahtarı olduğunu belirtmiştir. Aynı kurum üzerine yapılan bir başka çalışma ise, projenin başarısına yönelik algının çalışanların kurum içindeki rollerine ve hiyerarşideki yerlerine göre farklılık gösterdiği ortaya koyulmuştur. Sistemin asıl kullanıcıları olan saha çalışanlarının ve merkezden uzak birimlerin, projenin faydaları konusunda yöneticilere kıyasla daha az iyimser olduğu tespit edilmiştir (Sadatsafavi, Kim ve Soucek. 2016).

Akademik çalışmalarda, ERP'nin farklı ulaştırma alt sektörlerindeki özelleşmiş uygulamalarının da ele alındığı görülmektedir. İnsani yardım lojistiği gibi kâr amacının ikinci planda olduğu, hız ve etkinliğin hayati önem taşıdığı alanlarda ERP sistemlerinin rolü ön plana çıkmaktadır. Gavidia (2017), insani yardım operasyonlarındaki koordinasyon eksikliği sorununa bütüncül bir çözüm olarak, bu alanın özel gereksinimlerini karşılayacak bir ERP modeli önermiştir. Bir başka çalışma ise, 14 uluslararası insani yardım kuruluşunun katılımıyla ortak bir insani yardım tedarik zinciri süreç modeli (HSCPM) geliştirmiş ve bu modelin, sektördeki ERP sistemleri için bir omurga görevi görebileceğini ve kuruluşlar arası birlikte çalışabilirliğin temelini atabileceğini savunmuştur (Saïah, Benbrahim & El Idrissi, 2023). Demiryolu taşımacılığında ise (Yuan, Wang, & Zhao, 2025), acil durum lojistiği operasyonlarında geleneksel ERP yaklaşımlarının ötesine geçerek, hem acil durum müdahale süresini kısaltan hem de sonrasındaki toparlanma sürecinde maliyet etkinliğini gözetten iki aşamalı bir optimizasyon modeli sunmuştur. Karayolu taşımacılığında ise ERP sistemlerinden elde edilen veriler, çevresel ve operasyonel verimlilik analizleri için değerli bir kaynak sağlamaktadır. Palander (2016, 2017) ve Palander, Väättäinen & Jylhä. (2020, 2021) tarafından yapılan bir dizi çalışma, Finlandiya'da daha büyük ve ağır araçların (LHV) kullanımının yakıt tüketimi ve karbon emisyonları üzerindeki etkilerini analiz etmek için ERP verilerini kullanmış ve bu araçların çevresel verimliliği artırdığını göstermiştir.

ERP sistemlerinin etkinliğinde, diğer gelişmiş teknolojilerle entegre olma yetenekleriyle doğru orantılı olarak artış sağlandığı görülmektedir. Araştırmalar, ERP'nin Radyo Frekansı ile Tanımlama (RFID), Nesnelerin İnterneti (IoT), Yapay Zekâ (AI), Bulut Bilişim ve diğer otomasyon teknolojileriyle birleşiminin lojistik süreçlerde önemli iyileştirmeler sağladığını göstermektedir. Chiu, Chen, & Chang,

2013, RFID ve mobil teknolojilerin mevcut bir ERP sistemine entegrasyonunun sipariş işleme ve teslimat sürelerini kısalttığını, veri doğruluğunu artırdığını ve müşteri ile iletişimi güçlendirdiğini belirtmiştir. Benzer şekilde, Li ve Chen (2009) de ürün izlenebilirliğini sağlamak amacıyla RFID olay verilerinin ERP sistemiyle entegrasyonu için bir çerçeve sunmuştur. Bulut bilişim teknolojilerinin yükselişi, özellikle Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler (KOBİ) için yüksek maliyetli ERP sistemlerine erişimi kolaylaştırmıştır. Deng, Zhang, & Lei, 2016, bulut tabanlı ERP sistemlerinin, KOBİ'lerin lojistik maliyetlerini etkin bir şekilde hesaplamaları için uygun bir yöntem sunduğunu ortaya koymuştur. Daha güncel çalışmalarda ise AI ve Dijital İkiz (Digital Twin) gibi kavramların ERP ile entegrasyonu öne çıkmaktadır. (Shang, Chen, & Liu, 2025), ERP, WMS ve TMS gibi farklı sistemlerden gelen verileri birleştiren, belirsizlikleri azaltmak için Bayes ağlarını kullanan ve farklı yönetim seviyeleri için özelleştirilmiş karar destek göstergeleri sunan "DigiPyramid" adlı bir dijital ikiz çerçevesi önermiştir. Bu tür entegre sistemlerin, lojistik operasyonlarında görünürlüğü, uyarlanabilirliği ve koordinasyonu artırarak tedarik zincirlerini daha dayanıklı hale getirdiğini vurgulamıştır.

Sonuç olarak, ulaştırma sektöründe ERP kullanımına ilişkin akademik literatürün çok yönlü olduğu görülmektedir. Çalışmalar, bu sistemlerin maliyetleri düşürme, verimliliği ve performansı artırma gibi somut faydalarını ortaya koyarken (Muscatello, Parente, & Swinarski, 2018; Kolev ve Otsetova, 2022), aynı zamanda başarılı bir uygulama için üst yönetim desteği, etkin değişim yönetimi ve paydaş iletişimi gibi kritik faktörlerin altını çizmektedir (Kim, Lee, & Gosain, 2016; Folinas ve Daniel, 2012). Araştırmalar, ERP'nin artık sadece operasyonel bir araç olmadığını; RFID, IoT ve AI gibi yeni nesil teknolojilerle entegre olarak lojistik firmaları için stratejik bir rekabet avantajı kaynağına dönüştüğünü ve karar destek sistemlerinin temelini oluşturduğunu göstermektedir (Shang, Chen, & Liu, 2025; Perboli ve Rosano, 2018). İnsani yardımdan demiryolu taşımacılığına kadar sektörün farklı alanlarındaki özgün ihtiyaçlara yönelik geliştirilen modeller (Gavidia, 2017; Yuan, Wang, & Zhao, 2025), ERP'nin esnekliğini ve uyarlanabilirliğini yansıtmaktadır. Bu geniş araştırma yelpazesi, ERP sistemlerinin ulaştırma sektörünün bugünü ve geleceği için önemli bir teknoloji olduğunu ortaya koymaktadır.

İKİNCİ BÖLÜM

YÖNTEM

Bu bölümde, araştırmanın amacına ulaşmak için izlenen bilimsel yol ve bu yolda kullanılan yöntemler ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Bu kapsamda, araştırmanın modeli, veri toplama süreci ve toplanan verilerin analizinde kullanılan teknikler sunulmaktadır.

2.1. Araştırma Modeli

Ulaştırma sektöründe ERP kullanımının avantajlarını ve karşılaşılan zorlukları incelemeyi hedefleyen bu tez çalışmasında, nitel araştırma modeli benimsenmiştir. Nitel araştırma, sayısal verilerden ziyade gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi tekniklerle olguların kendi doğal ortamlarında, bütüncül ve gerçekçi bir biçimde incelenmesine odaklanan bir yaklaşımdır. Bu model, araştırmacının araştırdığı konuyu derinlemesine kavramasına, katılımcıların perspektiflerini ve deneyimlerini zengin bir biçimde ortaya koymasına olanak tanır. Creswell (2014), nitel araştırmayı, araştırmacıların bir probleme veya konuya atfedilen anlamı, bireylerin veya grupların deneyimlerini keşfederek yorumladığı bir süreç olarak tanımlar. Bu bağlamda, ERP gibi karmaşık bir teknolojik ve organizasyonel dönüşüm sürecinin ulaştırma sektörü üzerindeki çok yönlü etkilerini, sadece rakamlarla değil, bu sürecin doğasında var olan dinamikler, bağlamlar ve anlamlar çerçevesinde incelemek için nitel araştırma modeli en uygun yaklaşım olarak belirlenmiştir. Araştırma, doğası gereği keşfedici bir nitelik taşıdığından, mevcut durumu betimlemeyi ve literatürdeki bulgularla sentezleyerek sunmayı amaçlamaktadır.

2.2. Veri Toplama Süreci

Araştırmanın veri toplama süreci, tezin amacına ve nitel araştırma modelinin doğasına uygun olarak iki temel tekniğe dayanmaktadır (doküman incelemesi ve ikincil veri analizi).

Araştırmanın temel veri toplama yöntemlerinden ilki doküman incelemesidir. Doküman incelemesi, araştırılması hedeflenen olgu veya olgular hakkında bilgi içeren yazılı materyallerin analizini kapsayan bir yöntemdir (Bowen, 2009). Bu tez

kapsamında doküman incelemesi, ulaştırma sektöründe ERP kullanımı, avantajları, zorlukları, başarı faktörleri ve risk yönetimi konularında mevcut bilgi birikimini sistematik bir şekilde ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte, Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Ulusal Tez Merkezi, Google Akademik, DergiPark, Scopus, Web of Science gibi ulusal ve uluslararası akademik veri tabanlarından yararlanılmıştır. Tarama sürecinde "Kurumsal Kaynak Planlaması", "ERP", "ulaştırma sektörü", "ERP avantajları", "ERP zorlukları" gibi anahtar kelimeler kullanılarak ilgili makalelere, tezlere, kitap bölümlerine ve sektör raporlarına ulaşılmıştır. Bu yöntemle, araştırmanın kavramsal çerçevesi oluşturulmuş ve bulgular bölümünün literatür taraması kısmı için gerekli bilgiler elde edilmiştir.

Veri toplama sürecinin ikinci ayağını ise ikincil veri kaynaklarının analizi oluşturmaktadır. İkincil veri analizi, başka araştırmacılar veya kurumlar tarafından farklı amaçlarla toplanmış olan mevcut verilerin, yeni bir araştırma problemi çerçevesinde yeniden analiz edilmesidir. Bu yöntem, özellikle geniş ölçekli ve ulaşılması zor verilere erişim sağlayarak zaman ve maliyet açısından önemli bir verimlilik sunar. Bu araştırmada, Türkiye'deki ulaştırma sektörünün ERP kullanım pratikleri ve ekonomik performansına ilişkin somut bir tablo ortaya koymak amacıyla Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayımlanan verilerden yararlanılmıştır. Spesifik olarak, TÜİK'in "Girişimlerde Bilişim Teknolojileri Kullanım Araştırması" sonuçlarından ulaştırma ve depolama sektörünün 2019, 2021 ve 2023 yıllarına ait ERP kullanım oranları temin edilmiştir. Bununla birlikte, sektörün aynı yıllardaki performansını değerlendirmek için "Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri" bültenlerinden ciro, üretim değeri, faktör maliyetiyle katma değer gibi ekonomik göstergeler ve "Hizmet Sektörü Ciro ve Üretim Endeksleri"nden ilgili endeks verileri alınmıştır. Bu veriler, tezin literatür bulgularını Türkiye özelinde somut bir zemine oturtmak için kullanılmıştır.

2.3. Verilerin Analizi

Toplanan verilerin analizi, kullanılan veri toplama tekniğine paralel olarak iki farklı yaklaşımla gerçekleştirilmiştir. Doküman incelemesi yoluyla elde edilen literatür verileri nitel içerik analizi tekniğiyle işlenmiş, ikincil kaynaklardan elde edilen nicel veriler ise betimsel istatistik yöntemleriyle çözümlenmiştir.

Araştırmanın literatür derlemesiyle elde edilen verilerinin analizinde nitel içerik analizi tekniği kullanılmıştır. İçerik analizi, belirli bir konu hakkındaki yazılı veya görsel materyallerin, araştırmanın amaçları doğrultusunda sistematik olarak incelenmesi, sınıflandırılması ve yorumlanması sürecidir (Hsieh ve Shannon, 2005). Bu tez kapsamında yürütülen analiz süreci, toplanan akademik kaynakların (makale, tez, kitap vb.) dikkatli bir şekilde okunmasını içermiştir. Okuma sürecinde, araştırmanın alt problemleri olan "ERP kullanımının avantajları" ve "ERP uygulamasında karşılaşılan zorluklar" gibi önceden belirlenmiş kategorilere odaklanılmıştır. Kaynaklardaki bu kategorilerle ilgili olan argümanlar, bulgular ve örnekler tespit edilmiş ve bulgular bölümünün ilgili başlıkları altında sunulmak üzere bir araya getirilmiştir. Bu yöntem, literatürdeki dağınık halde bulunan bilgiyi yapılandırılmış bir "derleme" formatında sunarak, konunun mevcut durumunu bütüncül bir şekilde ortaya koymayı amaçlamaktadır.

TÜİK'ten elde edilen ikincil verilerin analizinde ise betimsel istatistik tekniklerinden faydalanılmıştır. Bu yaklaşım, verilerin özetlenmesi ve anlaşılır bir biçimde sunulması amacıyla kullanılmıştır. Bu doğrultuda, ulaştırma sektörünün ilgili yıllardaki ERP kullanım oranları, ciro, katma değer ve üretim endeksi gibi verileri içeren tablolar oluşturulmuştur. Ayrıca bu verilerin zaman içindeki seyrini görselleştirmek amacıyla çizgi grafiklerinden yararlanılmıştır. Yapılan bu betimsel analiz, ERP kullanım oranlarındaki değişim ile sektörün ekonomik performans göstergelerindeki değişimi karşılaştırmalı olarak sunarak, tartışma bölümünde yapılacak yorumlar için somut bir bağlam oluşturmayı hedeflemiştir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünde araştırma kapsamında ulaşılan bulgular raporlanmaktadır.

3.1. Literatür Taraması Bulguları

3.1.1. Ulaştırma Sektöründe ERP Kullanımının Avantajları

Ulaştırma ve lojistik sektöründe ERP sistemlerinin uygulanması, işletmelere operasyonel, stratejik, taktik ve organizasyonel düzeylerde çok boyutlu faydalar sağlamaktadır (Folinas ve Daniel, 2012). Literatürde yer alan ampirik ve kavramsal çalışmalar, ERP sistemlerinin sektörel performansı artırmadaki rolünü ortaya koymaktadır. Bu sistemler, operasyonel verimlilik ve süreç optimizasyonundan maliyet yönetimine, karar destek süreçlerinin güçlendirilmesinden dijital dönüşüm kapasitesinin artırılmasına ve kriz anlarında kurumsal dayanıklılığın sağlanmasına kadar geniş bir yelpazede avantajlar sunmaktadır. Bu bölümde, literatür taraması bulgularına dayalı olarak ulaştırma sektöründe ERP kullanımının temel avantajları ele alınmaktadır.

3.1.1.1. Bilgi Entegrasyonu ve Veri Bütünlüğü

ERP sistemlerinin en temel ve dönüştürücü katkısı, organizasyon genelinde farklı departmanlar ve işlevler arasında var olan bilgi silolarını yıkarak dağınık bilgi kaynaklarını tek bir merkezi veritabanı etrafında bütünleştirmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu yaklaşım, her departmanın kendi verisini kendi sisteminde tutmasından kaynaklanan tutarsızlıkları, veri tekrarlarını ve bilgi asimetrisini ortadan kaldırmaktadır. Tedarik zinciri boyunca ortaya çıkan ve genellikle iletişim kopukluğundan beslenen alt optimizasyon problemlerinin önüne geçilmesinde bu bütünleşik yapı kritik bir rol oynamaktadır (Muscatello, Parente ve Swinarski, 2018).

Bu entegrasyon yalnızca kurum içi değil, aynı zamanda kurum dışı bilgi akışını da iyileştirmektedir. ERP'nin Lojistik Bilgi Sistemleri ve Tedarik Zinciri Yönetimi gibi modüllerle genişletilmesi, işletmelerin hem iç hem de dış paydaşlarla

(tedarikçiler, müşteriler) olan bilgi akışını güçlendirmektedir (Rutner, Gibson, & Williams, 2003; Surcel ve Bologa, 2008). Bu sayede, tedarikçiden gelen malzemenin durumu, üretimdeki ilerlemesi ve müşteriye sevk edilen ürünün takibi gibi bilgiler, tüm paydaşlar için şeffaf ve erişilebilir hale gelmektedir. Kulińska, Giera & Dendera-Gruszka. (2014) tarafından yapılan vaka çalışması, ERP öncesi dönemde bir karayolu taşımacılığı şirketinde yaşanan veri tutarsızlığı ve bilgi akışındaki kopuklukların, sistemin uygulanmasının ardından nasıl ortadan kalktığını ve yönetimin karar süreçleri için zamanında ve doğru veriye kavuştuğunu somut bir şekilde göstermektedir.

3.1.1.2. Operasyonel Verimlilik ve Süreç Optimizasyonu

Bilgi entegrasyonunun doğal bir sonucu olarak ERP sistemleri, operasyonel verimlilikte kayda değer artışlar sağlamaktadır. Süreçlerin standartlaştırılması ve rutin görevlerin otomatikleştirilmesi yoluyla sipariştten sevkiyata uzanan tüm lojistik akışları hızlanmakta ve insan hatası olasılığı azalmaktadır. Bulgaristan'daki lojistik işletmeleri üzerinde yapılan ampirik bir çalışma, ERP uygulamalarının özellikle taşıma yönetimi ve dokümantasyon, muhasebe, ayırma ve dağıtım gibi alanlarda en faydalı etkiyi gösterdiğini ve insan emeğini %60 ila %80 oranında ikame edebilen maliyet-etkin bir çözüm olduğunu ortaya koymuştur (Kolev ve Otsetova, 2022).

Bu temel prensibin ötesinde ERP, zaman-kritik üretim ve lojistik metodolojilerinin uygulanmasını mümkün kılmaktadır. Örneğin, otomotiv sektöründe SAP sistemi tabanlı Tam Zamanında (JIT) ve Sıraya Göre Tam Zamanında (JIS) teslimatları inceleyen bir çalışma, ERP'nin bu karmaşık süreçleri nasıl desteklediğini göstermektedir. JIS metodolojisi, parçaların tedarikçi tarafından üretim sırasına göre önceden sınıflandırılmasını sağlayarak montaj hattındaki verimliliği artırmaktadır. ERP, bu hassas zamanlamanın ve sıralamanın hatasız yönetilmesini sağlamakta; bu sayede teslimat döngülerini kısaltmakta, lojistik operasyonların güvenilirliğini artırmakta ve depodan üretim hattına parça akışını optimize etmektedir (Lorenc ve Szkoda, 2015). Benzer şekilde, petrokimya endüstrisinde ERP sistemindeki Ulaştırma Çizelgeleme Modülü ile entegre çalışan bir Hareket Otomasyon Sistemi (MAS), lojistik koordinasyon ve planlama verimliliğini önemli ölçüde artırmıştır (Tanoguchi, 2006).

3.1.1.3. *Maliyet Azaltımı ve Finansal/Çevresel Performans İyileştirmesi*

Lojistik maliyetlerin azaltılması, ERP uygulamalarının en somut ve ölçülebilir avantajlarından biri olarak göze çarpmaktadır. Yapılan araştırmalar, ERP projesinin başarısının; katılımcılar, bilgi, teknoloji ve iş süreçleri arasındaki uyuma bağlı olduğunu ve bu uyum sağlandığında lojistik maliyetlerde belirgin bir düşüş yaşandığını göstermektedir. Bu düşüş; envanter taşıma maliyetlerinin azalması, daha verimli rota planlaması ile yakıt tasarrufu sağlanması ve idari süreçlerin otomasyonu ile iş gücü maliyetlerinin düşmesi gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanmaktadır (Muscatello, Parente ve Swinarski, 2016).

Finansal boyutun yanı sıra, ERP sistemleri çevresel performansın izlenmesi ve iyileştirilmesi için de güçlü bir araç oluşturmaktadır. Orman endüstrisinde yapılan bir dizi çalışma, daha büyük ve ağır araçların (LHV/HCT) kullanımının çevresel etkilerini izlemek için ERP verilerinin ne kadar kritik olduğunu göstermiştir. ERP verilerine dayalı analizler, bu araçların kullanımıyla çevresel enerji verimliliğinin %9,2 arttığını, yakıt tüketiminin %12,5 azaldığını ve CO₂ emisyonlarında anlamlı düşüşler sağlandığını ortaya koymuştur (Palander, 2016; Palander, 2017). Bu bulgular, ERP'nin yalnızca bir maliyet düşürme aracı değil, aynı zamanda "yeşil lojistik" ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada kullanılan stratejik bir yönetim aracı olduğunu göstermektedir (Palander, Väättäinen, & Jylhä, 2020).

3.1.1.4. *Gelişmiş Karar Destek, Analitik ve Stratejik Planlama*

ERP sistemleri, sağladıkları zengin ve bütünleşik veri havuzu ile stratejik karar destek sistemleri için bir omurga işlevi görmektedir. Brezilya'da bir şirkette yapılan vaka çalışması, dijital dönüşüm ve ERP uygulamasının ardından departmanlar arasında iyileştirilen karar alma mekanizmalarının, şirketin performansını ve büyümesini önemli ölçüde artırdığını ortaya koymuştur (Canon, Smith, & Taylor, 2025). ERP verilerinden beslenen veri ambarı mimarileri, büyük hacimli lojistik veriler üzerinde yapılan karmaşık sorguların performansını artırmakta ve yönetimin pazar trendleri, müşteri davranışları ve operasyonel darboğazlar hakkında uzun vadeli ve derinlemesine analizler yapmasını sağlamaktadır (Riveiro, Lebram & El Asri, 2018).

Bu yetenek, özellikle belirsizliğin ve riskin yüksek olduğu ortamlarda daha da kritik hale gelmektedir. Askeri lojistik operasyonları üzerine yapılan bir çalışma, ABD Ordusu'nun ERP sistemini benimsemesinin, geçmiş operasyon verilerinden yararlanarak gelecekteki senaryolar için risk analizi ve kapasite planlaması yapabilen otomatik karar destek araçlarının geliştirilmesine zemin hazırladığını göstermiştir (McConnell, Brue, & McConnell, 2021). Benzer şekilde, COVID-19 gibi küresel şoklar sırasında, kamu otoritelerinin yük akışını izlemek için kullandığı ERP benzeri "Kontrol Kulesi" platformları, veri odaklı karar vermeyi mümkün kılarak kriz anlarında lojistik dayanıklılığı artırmada kritik bir rol oynamıştır (Cedillo-Campos, Sánchez-Ramírez, & Pérez, 2024).

3.1.1.5. *Dijital Dönüşüm ve İleri Teknoloji Entegrasyonu*

ERP sistemleri, tek başlarına sundukları faydaların ötesinde, Endüstri 4.0 teknolojileri için bir entegrasyon platformu görevi görerek dijital dönüşümün temel taşı oluşturmaktadır. Bu sistemler, yeni nesil teknolojilerden gelen verileri anlamlı iş bilgisine dönüştüren bir "dijital omurga" görevi görmektedir (Yang, 2017; El Hamdi, Abouabdellah, & Elfezazi, 2020).

Bu entegrasyonun en yaygın örneklerinden biri IoT ve RFID teknolojileridir. Sahadaki sensörlerden, araçlardan veya paletlerden toplanan gerçek zamanlı veriler (konum, sıcaklık, durum vb.) doğrudan ERP sistemine akmakta ve tam bir görünürlük sağlamaktadır. Hindistan'da yapılan bir çalışma, RFID, GPS ve EDI gibi teknolojilere yapılan yatırımların ERP ile birleştğinde lojistik maliyetleri %0,21, teslimat süresini %0,17 azalttığını ve hizmet güvenilirliğini %4,61 artırdığını sayısal olarak göstermiştir (Jhavar ve Garg, 2016).

Daha ileri düzeyde ise Yapay Zeka ve Dijital İkizler gibi teknolojiler ERP ile entegre olmaktadır. Literatürdeki en güncel yaklaşımlardan biri olan "DigiPyramid" gibi dijital ikiz çerçeveleri, Robotik Süreç Otomasyonu kullanarak ERP, WMS ve TMS gibi farklı sistemlerden esnek ve düşük maliyetli veri toplamakta ve bu verilerdeki belirsizlikleri gidermek için Bayes Ağları gibi yapay zeka tekniklerini kullanmaktadır. Bu yaklaşım, fiziksel tedarik zincirinin sanal bir kopyası üzerinde simülasyonlar ve optimizasyonlar yaparak, özellikle kriz

anlarında görünürlüğü, uyarlanabilirliği ve koordinasyonu artırmada son derece etkili olmuştur (Shang, Chen, & Liu, 2025).

3.1.1.6. *Özel Uygulama Alanları (İnsani Yardım ve Kamu Sektörü)*

ERP sistemlerinin avantajları, yalnızca kâr amacı güden ticari operasyonlarla sınırlı kalmayıp, kamu ve sivil toplum alanlarında da kendini göstermektedir. İnsani yardım lojistiğinin karmaşıklığı, zaman kritikliği ve kaynak kısıtları, koordinasyon ihtiyacını en üst düzeye çıkarmaktadır. Bu bağlamda, insani yardım kuruluşları için ortak bir tedarik zinciri süreç modeli (HSCPM) geliştirilmesi ve bu modelin ERP sistemlerini desteklemesi, farklı kuruluşlar arasında birlikte çalışabilirliğin temelini atmaktadır (Saïah, Benbrahim & El Idrissi, 2023). ERP teknolojisi, bu alanda bağış takibi, envanter yönetimi ve yardım dağıtımının koordinasyonundaki eksiklikleri gidermek için bütünsel bir çözüm olarak önerilmektedir (Gavidia, 2017).

Kamu sektöründe ise ulaştırma yönetimi, büyük bütçeler ve geniş coğrafyalara yayılmış operasyonlar içermektedir. Teksas Ulaştırma Bakanlığı (TxDOT) örneğinde olduğu gibi, kamu kurumlarında ERP uygulamaları, parçalı yapıları birleştirerek ve süreçleri standartlaştırarak büyük bir dönüşüm potansiyeli taşımaktadır (Kim, Lee, & Gosain, 2016; Sadatsafavi, Kim ve Soucek. 2016). Ancak bu projelerin başarısı, yalnızca teknik yeterliliğe değil, aynı zamanda üst yönetim desteği, farkındalığı artıran değişim yönetimi faaliyetleri ve etkili iletişim stratejileri gibi organizasyonel faktörlere de sıkı sıkıya bağlı bulunmaktadır. Bu faktörlerin eksikliği, çalışanların sisteme karşı direncini artırma ve projenin başarısını riske atma potansiyeli taşımaktadır (Kim, Lee, & Gosain, 2016; Sadatsafavi, Kim ve Soucek. 2016).

3.1.2. **Ulaştırma Sektöründe ERP Uygulamasında Karşılaşılan Zorluklar**

ERP sistemlerinin ulaştırma ve lojistik sektörüne sunduğu stratejik ve operasyonel avantajlara karşın, bu sistemlerin benimsenmesi ve uygulanması süreci, işletmeleri ve kurumları önemli ve çok katmanlı zorluklarla karşı karşıya bırakmaktadır. Bu dönüşüm projeleri, yalnızca yüksek maliyetli bir teknoloji yatırımı olmanın ötesinde, kurumun yerleşik iş yapış biçimlerini, organizasyonel

kültürünü, güç dengelerini ve insan kaynağı yetkinliklerini temelden sarsan karmaşık bir değişim yönetimi süreci olarak görülmektedir. Literatürdeki çalışmalar, ERP projelerindeki başarısızlık oranlarının dikkate değer seviyelerde olduğunu ve bu başarısızlıkların genellikle yazılımın teknik yetersizliklerinden ziyade, öngörülemeyen veya yönetilemeyen organizasyonel, stratejik ve insan kaynaklı faktörlerden beslendiğini ısrarla vurgulamaktadır. Dolayısıyla, ERP uygulama sürecinde karşılaşılan zorlukların çok boyutlu bir perspektifle incelenmesi, projenin başarıya ulaşması ve beklenen yatırım getirisinin sağlanabilmesi için kritik bir öneme sahiptir. Bu bölümde, literatürdeki bulgular ışığında, ulaştırma sektöründe ERP uygulamalarını sekteye uğratan temel zorluklar ve risk faktörleri ele alınmaktadır.

3.1.2.1. *Organizasyonel ve Kültürel Engeller*

ERP sistemlerinin uygulanmasında karşılaşılan en temel, en yaygın ve aynı zamanda çözülmesi en zor olan meydan okumalar, teknolojik engellerden ziyade organizasyonel ve insan odaklı meselelerden kaynaklanmaktadır. Bu sistemler, departmanlar arası sınırları yıkarak veri ve süreç bütünlüğü sağlamayı hedeflerken, mevcut güç yapılarını, yerleşik alışkanlıkları ve bireysel konfor alanlarını doğrudan tehdit etmektedir. Bir ERP projesinin nihai başarısı, sistemin son kullanıcılar tarafından ne ölçüde benimsendiğine ve etkin kullanıldığına bağlıdır. Ancak, bu benimseme süreci kendiliğinden gerçekleşmemektedir. Folinas ve Daniel (2012) tarafından Asya Pasifik bölgesindeki BT uygulayıcıları ile yapılan bir araştırma, ERP kullanımındaki en büyük zorluğun teknolojiyle ilgili olmadığını; bunun yerine "zayıf kullanıcı adaptasyonu" gibi insan odaklı sorunlar olduğunu net bir şekilde ortaya koymaktadır. Bu durum, en gelişmiş teknolojik çözümün bile, onu kullanacak insanlar tarafından kabul görmediği takdirde anlamsızlaşacağını göstermektedir.

Bu direncin kökeninde genellikle yetersiz eğitim ve olumsuz algı yatmaktadır. Sadatsafavi, Kim ve Soucek.(2016) tarafından Teksas Ulaştırma Bakanlığı (TxDOT) özelinde yapılan ve 3.000'den fazla çalışanın katıldığı kapsamlı bir çalışma, bu dinamiği çarpıcı bir şekilde gözler önüne sermektedir. Araştırma, ERP sisteminin ana kullanıcıları olan saha çalışanlarının, yöneticilere kıyasla projeye önemli ölçüde daha az iyimser yaklaştığını istatistiksel olarak

kanıtlamıştır. Bu karamsarlığın arkasında yatan temel nedenler; çalışanlara yeterli "uygulamalı eğitim" verilmemesi, iş tanımlarının ve günlük görevlerin çeşitliliği nedeniyle sistemin kendi iş akışlarına somut bir fayda sağlamayacağı algısı ve projenin getireceği riskleri kişisel olarak daha fazla hissetmeleridir. Çalışanlar, projenin kurumsal verimliliğe olan makro düzeydeki katkısından çok, kendi işlerini kaybetme, iş yüklerinin artması veya yeni ve karmaşık bir sisteme adapte olamama gibi mikro düzeydeki risklere odaklanmıştır. Bu bulgu, ERP projelerinde "herkese uyan tek beden" bir iletişim ve eğitim stratejisinin başarısız olacağını; farklı kullanıcı gruplarının endişe ve ihtiyaçlarına yönelik özelleştirilmiş yaklaşımlar geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Kullanıcı direncini kırmanın ve organizasyonel değişimi yönetmenin ön koşulu, projenin üst yönetim tarafından açık, tutarlı ve görünür bir şekilde desteklenmesidir. Kim, Lee & Gosain (2016), TxDOT projesindeki başarılı itici güçleri incelerken, "üst yönetim desteğini" en kritik faktörlerden biri olarak tanımlamaktadır. Üst yönetim desteğinin eksikliği, projenin kurum içindeki önceliğini ve meşruiyetini zayıflatmakta, departmanlar arası iş birliğini engellemekte ve kaynakların yetersiz kalmasına neden olmaktadır.

Yönetim desteği kadar önemli bir diğer faktör ise etkili iletişimdir. İletişim, sadece projenin hedeflerini duyurmaktan ibaret değildir; aynı zamanda çalışanların endişelerini dinlemeyi, geri bildirimleri dikkate almayı ve şeffaf bir süreç yürütmeyi de içermektedir. McCubbrey ve Fukami (2009) tarafından incelenen Colorado Ulaştırma Departmanı (CDOT) vakası, iletişim kopukluğunun ne kadar yıkıcı olabileceğini göstermektedir. Bu vakada, projenin gerekliliği ve yürütülme biçimi hakkında ciddi endişeleri olan bir BT çalışanının, endişelerini çeşitli kanallardan dile getirmesine rağmen "sağır kulaklara konuşması", kurum içinde nasıl bir güvensizlik ve potansiyel bir iç muhalefet ortamı yarattığını ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, Folinas ve Daniel (2012) de "güven" ve "iş birliği eksikliğini" ERP uygulamalarının önündeki en büyük zorluklar arasında saymaktadır. Bu bulgular, tek yönlü ve yukarıdan aşağıya bir iletişim stratejisinin yetersiz kaldığını; projenin başarısı için tüm paydaşların sürece dahil edildiği, çift yönlü ve güvene dayalı bir iletişim ortamı yaratılmasının zorunlu olduğunu göstermektedir.

3.1.2.2. *Proje Yönetimi Zafiyetleri, Stratejik Uyumsuzluk ve Finansal Yükler*

ERP sistemlerinin lisans, donanım, danışmanlık, eğitim ve bakım maliyetleri, özellikle belirli ölçekteki işletmeler için aşılması en zor engellerden biridir. Schönsleben (2000), ERP uygulamalarının genellikle "maliyetli ve sıkıcı derecede zaman alıcı" olarak algılandığını belirterek bu yaygın kanıyı dile getirmektedir. Bu maliyet faktörü, özellikle kaynakları kısıtlı olan işletmeler için caydırıcı bir rol oynamaktadır. Deng, Zhang, & Lei, 2016 tarafından yapılan çalışma, KOBİ'lerin çoğunun geleneksel ERP sistemlerini finanse edecek güce sahip olmadığını, bu durumun da onların modern bilgi yönetimi ve maliyet muhasebesi yeteneklerinden mahrum kalmalarına neden olduğunu vurgulamaktadır. Nijerya'daki lojistik firmaları üzerine yapılan bir araştırma da "BT altyapısının uygulanma maliyetini" tam teknoloji entegrasyonunun önündeki temel engellerden biri olarak tanımlamıştır (Adeitan, Aigbavboa & Agbenyeku., 2020).

Bir ERP projesinin başarısı, sadece yazılımın teknik olarak kurulmasıyla ölçülmemektedir. Asıl başarı, sistemin, işletmenin genel stratejisi, iş hedefleri ve mevcut iş süreçleri ile ne kadar uyumlu olduğuna bağlıdır. (Muscatello, Parente ve Swinarski, 2016), ERP projelerinin lojistik maliyetleri düşürmedeki başarısının, projeye katılanlar, mevcut bilgi, teknoloji ve iş süreçleri arasındaki "uyumun" sağlanmasına bağlı olduğunu vurgulamaktadır. Bu uyumun sağlanamaması, yani ERP sisteminin işletmenin operasyonel gerçeklikleri ile bütünleşememesi, yapılan yatırımın boşa gitmesine ve beklenen performans artışlarının elde edilememesine yol açmaktadır. (Bradford, Florin & Smith, 2025) tarafından sunulan vaka çalışması, "en iyi" (best of breed) ve "sınıfının en iyisi" (best in class) ERP stratejileri arasındaki seçimin ve sistemin mevcut lojistik süreçleriyle nasıl entegre edileceğinin ne kadar kritik olduğunu göstermektedir. Stratejik bir vizyon olmadan, sadece teknolojiye odaklanarak yapılan bir ERP uygulaması, genellikle verimsiz süreçlerin otomasyonundan öteye gidememektedir.

ERP projeleri, "kapsam kayması" (scope creep) olarak bilinen riske karşı oldukça savunmasızdır. Proje başladıktan sonra sürekli yeni taleplerin eklenmesi, projenin zaman çizelgesini ve bütçesini kontrolden çıkarabilmektedir. Kim, Lee & Gosain (2016), TxDOT projesinde karşılaşılan zorlukları sıralarken, kurumun parçalı yapısının yanı sıra "sınırlı bütçe ve kısa zaman çerçevesi" gibi klasik proje

yönetimi kısıtlarına dikkat çekmektedir. Bu durum, proje ekibi üzerinde aşırı bir baskı oluşturmakta ve kaliteden ödün verilmesine yol açabilmektedir. Simamora, Subiyakto & Ahlan.(2019), Endonezya'daki bir devlet ulaştırma işletmesinde ERP uygulama projesinin başarı oranını incelerken, "proje yönetimi" faktörünün başarı üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu bulmuştur. Bu, projenin başlangıcında hedeflerin net bir şekilde tanımlanması, gerçekçi bir zaman planı ve bütçe oluşturulması ve proje süresince kapsamın sıkı bir şekilde kontrol edilmesinin ne kadar hayati olduğunu teyit etmektedir.

3.1.2.3. *Teknik Yetersizlikler, Entegrasyon Karmaşıklığı ve Operasyonel Riskler*

Büyük umutlarla kurulan ERP sistemleri, bazen pratikte beklenen teknik performansı gösterememektedir. Küba Telekomünikasyon Şirketi'nde yapılan bir vaka çalışması, uygulanan SAP ERP sisteminin, büyük hacimli veriler sorgulandığında yanıt sürelerinin yavaşlaması ve beş yıldan eski verileri ayrıntılı olarak gösterememesi gibi ciddi performans sorunları yaşadığını ortaya koymuştur. Bu durum, sistemin stratejik karar verme süreçleri için "zamansız ve elverişsiz" bilgi üretmesine neden olmuştur (Riveiro, Lebram & El Asri, 2018). Bir diğer risk ise yazılım tedarikçilerinden kaynaklanmaktadır. Ramberg, Klastorin & Ulrich. (2003), lojistik yönetim sistemleri pazarındaki genel bir soruna işaret ederek, sistem sağlayıcılarının müşteri sözleşmelerinde vaat edilen işlevsellikleri sunmada "ciddi sorunlar" yaşadığını ve pazarın genel bir "istikrarsızlık" içinde olduğunu belirtmektedir. Bu durum, işletmelerin yüksek beklentilerle yatırım yaptığı sistemlerin, pratikte bir hayal kırıklığına dönüşme riskini taşımaktadır.

Modern işletmelerde ERP sistemleri tek başına çalışmamaktadır. Bu sistemlerin, Tedarik Zinciri Yönetimi, Müşteri İlişkileri Yönetimi, Depo Yönetim Sistemleri ve Ulaştırma Yönetim Sistemleri gibi birçok farklı uzmanlaşmış uygulama ile sorunsuz bir şekilde entegre olması gerekmektedir (Surcel ve Bologa, 2008). Ancak bu entegrasyon süreci, farklı teknolojilerin, veri yapılarının ve iş mantıklarının bir araya getirilmesini gerektirdiğinden son derece karmaşık ve risklidir. Başarısız bir entegrasyon, veri bütünlüğünün bozulmasına, süreçlerin aksamasına ve bilgi akışında kopukluklara yol açarak ERP'nin temel vaadi olan "bütünleşik yapı"yı ortadan kaldırmaktadır (Ski ve Fajfer, 2011). Nie, Xu & Zhan.

(2008), e-ticaret işletmeleri ile lojistik işletmeleri arasındaki bilgi entegrasyonu sorununu ele alırken, manuel veri girişinin yarattığı verimsizliğe ve hata riskine dikkat çekerek standartlaştırılmış entegrasyon protokollerinin (örneğin RosettaNet) önemini vurgulamaktadır.

ERP sistemine geçiş, işletmenin tüm kritik operasyonlarını tek bir merkezi sisteme bağlayarak onu artan bir teknoloji bağımlılığına ve siber risklere maruz bırakmaktadır. Klumpp ve Loske (2021), dijitalleşmenin bir dezavantajı olarak "BT sistemlerine artan bağımlılığa" ve teknoloji kesintilerinin firma performansı üzerindeki olumsuz etkilerine dikkat çekmektedir. Bir ERP sisteminde yaşanacak planlı veya plansız bir kesinti, sadece bir departmanı değil, sipariş alımından faturalandırmaya, sevkiyat planlamasından envanter yönetimine kadar tüm tedarik zinciri operasyonlarını durma noktasına getirebilir. Bu risk, işletmelerin sadece ERP sistemine yatırım yapmakla kalmayıp, aynı zamanda güçlü felaket kurtarma planları, yedeklilik sistemleri ve siber güvenlik önlemleri geliştirmelerini de zorunlu kılmaktadır.

3.1.2.4. *Bağlama Özgü Zorluklar ve Sektörel Farklılıklar*

Yukarıda sıralanan genel zorlukların yanı sıra, ERP uygulamaları, faaliyet gösterilen sektörün veya coğrafyanın kendine özgü koşullarından kaynaklanan özel zorluklarla da karşılaşmaktadır. Kamu sektöründe, özellikle ulaştırma gibi büyük ve yaygın organizasyonlarda, projelerin başarısı özel sektörden farklı dinamiklere bağlıdır. Kim, Lee & Gosain (2016) ve Sadatsafavi, Kim ve Soucek. (2016) tarafından yapılan çalışmalar, Teksas Ulaştırma Bakanlığı gibi kamu kurumlarında, organizasyonun parçalı ve silolaşmış yapısı, katı bürokratik prosedürler ve değişime karşı daha dirençli olan yerleşik kurum kültürünün, ERP projelerini özel sektöre kıyasla daha da zorlaştırdığını göstermiştir. Kamu sektöründe karar alma süreçlerinin yavaşlığı ve politik etkiler de projenin zamanında ve bütçesinde tamamlanmasının önünde ek engeller oluşturabilmektedir.

İnsani yardım lojistiği gibi kâr amacı gütmeyen alanlarda ise zorluklar daha çok organizasyonlar arası iş birliği ekseninde yoğunlaşmaktadır. Bu alanda faaliyet gösteren çok sayıda farklı sivil toplum kuruluşu (STK), kendi süreçlerine, sistemlerine ve önceliklerine sahiptir. Gavidia (2017), bu alanda farklı kuruluşların

iş birliğini sağlamanın "zor olabileceğini" ve "kurumlar arası siyasetin" ortak bir ERP platformu oluşturmanın önünde ciddi bir engel teşkil ettiğini belirtmektedir. Benzer şekilde, Saïah, Benbrahim & El Idrissi. (2023), 14 farklı uluslararası insani yardım kuruluşu arasında ortak bir tedarik zinciri süreç modeli üzerinde fikir birliğine varmanın ne kadar meşakkatli ve uzun bir süreç olduğunu ortaya koymuştur.

Gelişmekte olan ülkelerdeki lojistik firmaları, gelişmiş ülkelerde varsayılan birçok altyapısal ve regülatif imkandan yoksundur. Adeitan, Aigbavboa & Agbenyeku. (2020), Nijerya'daki firmaların teknoloji adaptasyonunun önündeki temel engeller olarak "BT araçları hakkında farkındalık eksikliği", "zayıf lojistik standartları" ve "istikrarsız hükümet politikalarını" göstermektedir. Benzer şekilde, Ketikidis, Koh & Dimitriadis. (2008) tarafından Güney Doğu Avrupa ülkelerinde yapılan bir araştırma, bu bölgedeki şirketlerin küresel tedarik zincirlerinde önemli bir rol oynamaya hazır olmadığını; "zayıf stratejik planlama" ve "altyapısal problemlerin" hızlı gelişimin önündeki en büyük engeller olduğunu bulmuştur. Bu bulgular, ERP uygulama stratejilerinin, faaliyette bulunan bağlamın ekonomik, politik ve altyapısal gerçeklikleri göz ardı edilerek tasarlanamayacağını, her projenin kendi özgün koşulları içinde değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

3.2. Türkiye Ulaştırma Sektörüne İlişkin İkincil Veri Analizi Bulguları (2019-2023)

Bu bölümde, TÜİK tarafından yayımlanan ikincil veriler kullanılarak Türkiye ulaştırma sektöründe ERP yazılımı kullanım oranları ve sektörel performans göstergeleri analiz edilmiştir. Analiz dönemi, veri erişilebilirliği göz önünde bulundurularak 2019-2023 yılları olarak belirlenmiştir.

3.2.1. Ulaştırma Sektöründe Yıllara Göre ERP Yazılımı Kullanım Oranları

TÜİK'in Girişimlerde Bilişim Teknolojileri Kullanım Araştırması verileri, Türkiye ulaştırma ve depolama sektöründe ERP yazılımı kullanan girişimlerin oranlarını ortaya koymaktadır (TÜİK, 2025a). Tablo 1, 2019-2023 döneminde

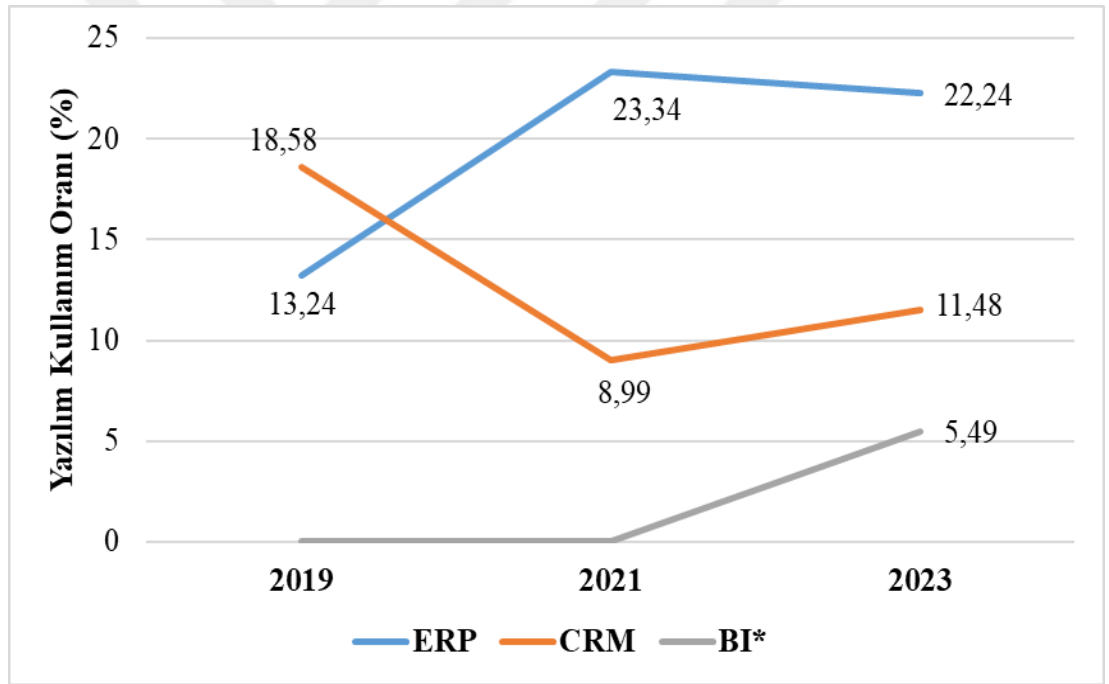
sektördeki ERP, Müşteri İlişkileri Yönetimi (CRM) ve İş Zekâsı (BI) yazılımı kullanım oranlarını göstermektedir.

Tablo 1. Ulaştırma ve Depolama Sektöründe Kurumsal Yazılım Kullanım Oranları

Yazılım Kullanım Oranı	2019	2021	2023
ERP (%)	13,24	23,34	22,24
CRM (%)	18,58	8,99	11,48
BI (%)*	-	-	5,49

* BI verisi ilgili 2019 ve 2021 yılları için TÜİK tarafından yayımlanmamıştır.

Kaynak: TÜİK (2025a)



Şekil 3. Ulaştırma ve Depolama Sektöründe Kurumsal Yazılım Kullanım Oranları

Kaynak: TÜİK (2025a)'ten uyarlanmıştır.

Tablo 1 incelendiğinde, 2019-2023 döneminde ulaştırma sektöründe ERP yazılımı kullanım oranlarında önemli bir artış gözlemlenmektedir. 2019 yılında sektördeki girişimlerin %13,24'ü ERP yazılımı kullanırken, bu oran 2021 yılında %23,34'e yükselmiş ve 2023 yılında %22,24 seviyesinde gerçekleşmiştir. 2019-

2021 döneminde yaşanan %10,10 puanlık artış, sektörde dijital dönüşüm süreçlerinin hızlandığını ve entegre bilgi sistemlerine olan talebin arttığını göstermektedir. 2021-2023 döneminde ise kullanım oranında %1,10 puanlık hafif bir gerileme kaydedilmiştir.

2019-2023 dönemi boyunca ERP kullanım oranındaki ortalama seviye %19,61 olarak hesaplanmıştır. Bu oran, sektörde yaklaşık her beş girişimden birinin ERP sistemi kullandığını ortaya koymaktadır. 2021 yılında kaydedilen %23,34'lük en yüksek oran, incelenen dönemin zirvesini oluşturmaktadır.

Diğer kurumsal yazılım sistemleriyle karşılaştırıldığında, Müşteri İlişkileri Yönetimi yazılımı kullanım oranının 2019 yılında %18,58 ile ERP'den daha yüksek olduğu, ancak 2021 ve 2023 yıllarında sırasıyla %8,99 ve %11,48'e gerileyerek ERP kullanım oranının gerisinde kaldığı görülmektedir. İş Zekası yazılımı kullanım oranı ise ilk kez 2023 yılında ölçülmüş ve %5,49 olarak kaydedilmiştir.

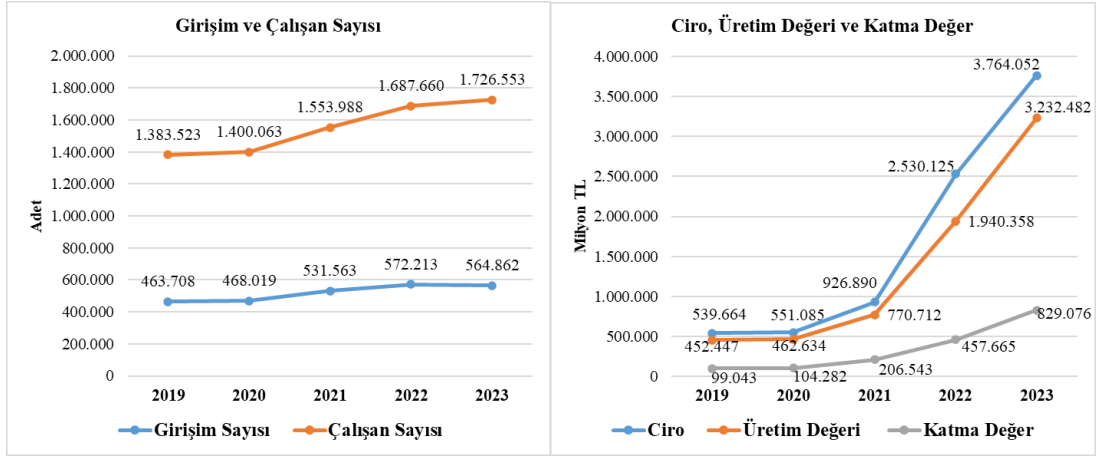
3.2.2. Ulaştırma Sektörünün Yıllara Göre Performans Göstergeleri

TÜİK'in "Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri", "Hizmet Üretim Endeksi" ve "Hizmet Ciro Endeksi" verileri kullanılarak ulaştırma ve depolama sektörünün 2019-2023 dönemindeki performans göstergeleri incelenmiştir (TÜİK, 2025b). Tablo 2, sektörün temel ekonomik göstergelerini sunmaktadır.

Tablo 2. Ulaştırma ve Depolama Sektörü Temel Ekonomik Göstergeler

Gösterge	2019	2020	2021	2022	2023
Girişim Sayısı	463.708	468.019	531.563	572.213	564.862
Çalışan Sayısı	1.383.523	1.400.063	1.553.988	1.687.660	1.726.553
Ciro (Milyon TL)	539.664	551.085	926.890	2.530.125	3.764.052
Üretim Değeri (Milyon TL)	452.447	462.634	770.712	1.940.358	3.232.482
Katma Değer (Milyon TL)	99.043	104.282	206.543	457.665	829.076

Kaynak: TÜİK (2025b)



Şekil 4. Ulaştırma ve Depolama Sektörü Temel Ekonomik Göstergeler

Kaynak: TÜİK (2025b)'den uyarlanmıştır.

2019-2023 döneminde ulaştırma sektöründe faaliyet gösteren girişim sayısı genel bir artış eğilimi göstermiştir. 2019 yılında 463.708 olan girişim sayısı, 2022 yılında 572.213'e yükselerek %23,4'lük bir artış kaydetmiştir. 2023 yılında ise 564.862'ye gerileyerek bir önceki yıla göre %1,3'lük bir azalma görülmüştür. Çalışan sayısı ise incelenen dönem boyunca istikrarlı bir artış sergilemiştir. 2019'da 1.383.523 olan toplam çalışan sayısı, 2023 yılında 1.726.553'e ulaşarak %24,8'lik bir büyüme göstermiştir.

Sektörün ciro performansı, incelenen dönemde dikkat çekici bir büyüme kaydetmiştir. 2019 yılında 539,7 milyar TL olan toplam ciro, 2023 yılında 3.764,1 milyar TL'ye yükselerek beş yıllık dönemde %597,5'lik nominal bir artış göstermiştir. Özellikle 2021-2022 ve 2022-2023 dönemlerinde sırasıyla %173 ve %48,8'lik yıllık büyüme oranları kaydedilmiştir.

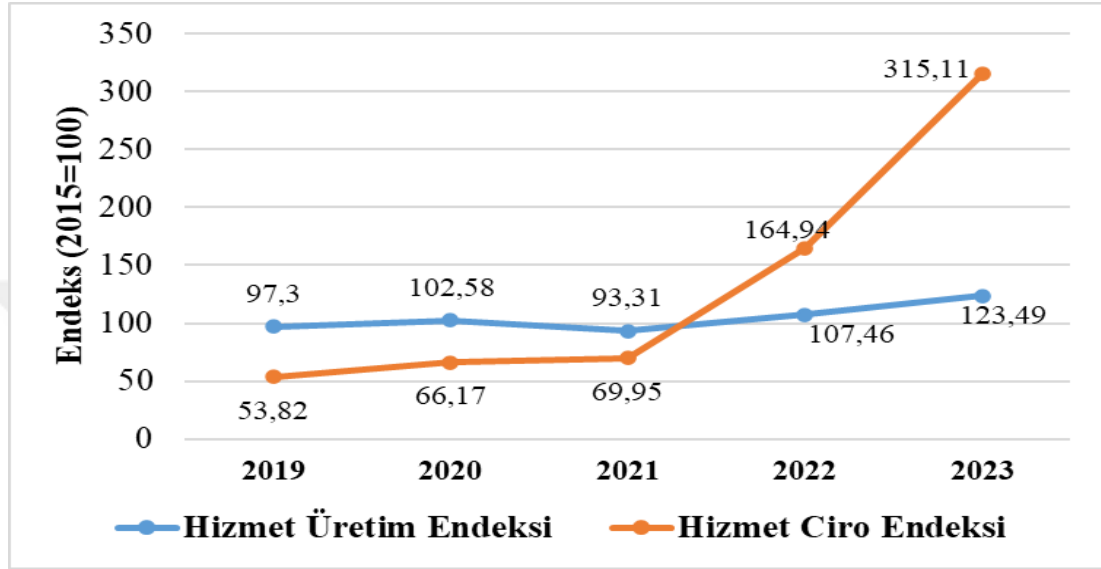
Üretim değeri göstergesi de benzer bir seyir izlemiştir. 2019'da 452,4 milyar TL olan üretim değeri, 2023'te 3.232,5 milyar TL'ye ulaşarak %614,4'lük nominal bir artış gerçekleştirmiştir. Faktör maliyetiyle katma değer, 2019'da 99 milyar TL iken 2023'te 829,1 milyar TL'ye yükselerek %737,2'lik bir büyüme kaydetmiştir. Bu artış, sektörün ekonomiye katkısının önemli ölçüde arttığını göstermektedir.

Sektörün mevsim ve takvim etkilerinden arındırılmış hizmet üretim ve ciro endeksleri Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Ulaştırma ve Depolama Sektörü Hizmet Endeksleri

Endeks	2019	2020	2021	2022	2023
Hizmet Üretim Endeksi (2015=100)	97,30	102,58	93,31	107,46	123,49
Hizmet Ciro Endeksi (2015=100)	53,82	66,17	69,95	164,94	315,11

Kaynak: TÜİK (2025b)

**Şekil 5.** Ulaştırma ve Depolama Sektörü Hizmet Endeksleri

Kaynak: TÜİK (2025b)'den uyarlanmıştır.

Hizmet üretim endeksi, 2019'da 97,30 seviyesinde iken 2023'te 123,49'a yükselerek %26,9'luk bir artış göstermiştir. Endeksteki en belirgin artış 2022-2023 döneminde gerçekleşmiş ve %14,9'luk bir yıllık büyüme kaydedilmiştir. Hizmet ciro endeksi ise çok daha dramatik bir artış sergilemiştir. 2019'da 53,82 olan endeks değeri, 2023'te 315,11'e yükselerek %485,3'lük bir artış göstermiştir. Bu artış, nominal ciro artışıyla tutarlı bir şekilde sektörün ticari faaliyetlerindeki genişlemeyi yansıtmaktadır.

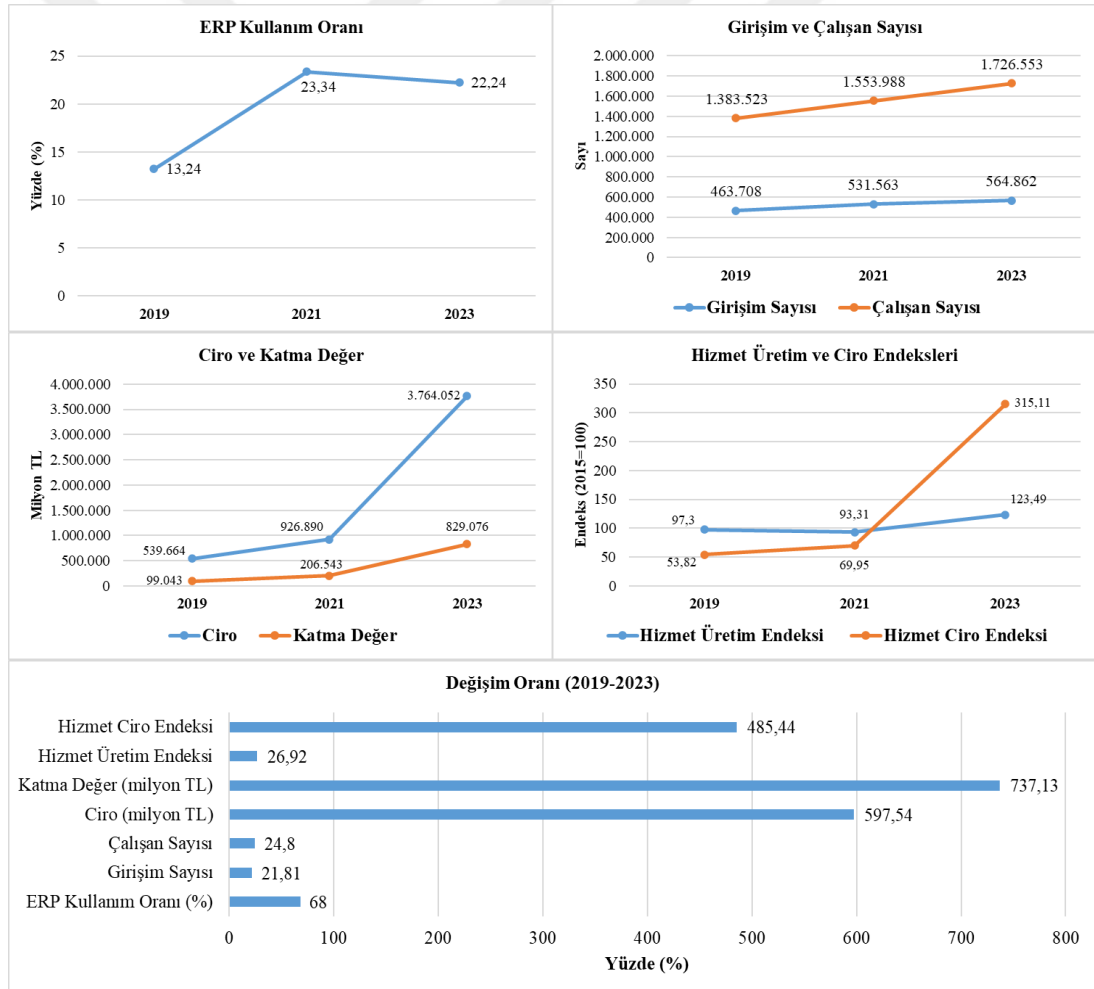
3.2.3. ERP Kullanım Oranları ve Sektörel Performans Göstergelerinin Birlikte Değerlendirilmesi

ERP kullanım oranları ile sektörel performans göstergeleri arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi için 2019-2023 dönemi verileri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Tablo 4, ERP kullanım oranlarındaki değişim ile seçilmiş performans göstergelerindeki değişimi özetlemektedir.

Tablo 4. ERP Kullanım Oranları ve Sektörel Performans Göstergelerinin Karşılaştırması

Gösterge	2019	2021	2023	Değişim (2019-2023)
ERP Kullanım Oranı (%)	13,24	23,34	22,24	+68,00%
Girişim Sayısı	463.708	531.563	564.862	+21,81%
Çalışan Sayısı	1.383.523	1.553.988	1.726.553	+24,80%
Ciro (milyon TL)	539.664	926.890	3.764.052	+597,54%
Katma Değer (milyon TL)	99.043	206.543	829.076	+737,13%
Hizmet Üretim Endeksi	97,30	93,31	123,49	+26,92%
Hizmet Ciro Endeksi	53,82	69,95	315,11	+485,44%

Kaynak: TÜİK verileri kullanılarak yazar tarafından derlenmiştir.

**Şekil 6.** ERP Kullanım Oranları ve Sektörel Performans Göstergelerinin Karşılaştırması

Kaynak: TÜİK verileri kullanılarak yazar tarafından derlenmiştir.

2019-2021 döneminde ERP kullanım oranının %13,24'ten %23,34'e yükselmesi (%76,28'lik artış), sektörde dijital dönüşüm süreçlerinin hızlandığı bir döneme denk gelmektedir. Aynı dönemde sektör cirosu %71,75, katma değer %108,52 artış göstermiştir. 2021-2023 döneminde ise ERP kullanım oranında hafif bir gerileme (%4,71 azalış) yaşanırken, sektör cirosu %306,03, katma değer %301,44 artış kaydetmiştir.

Girişim sayısındaki %21,81'lik artışa karşılık ERP kullanım oranındaki %68,00'lik artış, mevcut girişimlerin ERP sistemlerini benimseme eğiliminin arttığını göstermektedir. Çalışan sayısındaki %24,80'lik artış ile ERP kullanım oranındaki artış arasındaki pozitif ilişki, büyüyen işletmelerin entegre bilgi sistemlerine olan ihtiyacının arttığını düşündürmektedir.

Hizmet ciro endeksindeki %485,44'lük artış ile ERP kullanım oranındaki %68,00'lik artış birlikte değerlendirildiğinde, sektörün ekonomik büyümesinin dijital altyapı yatırımlarıyla desteklendiği görülmektedir. Ancak 2021-2023 döneminde ERP kullanım oranındaki hafif gerilemeye rağmen performans göstergelerindeki güçlü artış, ERP kullanımının tek başına performansı belirleyen bir faktör olmadığını, makroekonomik koşullar, talep artışı ve sektörel dinamiklerin de önemli rol oynadığını göstermektedir.

Katma değer göstergesindeki %737,13'lük artış, sektörün ekonomiye katkısının önemli ölçüde arttığını ortaya koymaktadır. Bu artışın, ERP sistemlerinin sağladığı operasyonel verimlilik, maliyet kontrolü ve karar destek yetenekleriyle kısmen ilişkilendirilebileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak, 2019-2023 döneminde Türkiye ulaştırma sektöründe ERP kullanım oranlarının artış gösterdiği ve bu dönemde sektörel performans göstergelerinin de güçlü bir büyüme kaydettiği gözlenmektedir. ERP kullanımı ile sektörel performans arasındaki ilişkinin daha net bir şekilde ortaya konulabilmesi için firma düzeyinde mikro veriler ve ekonometrik analizler gerekmele birlikte, mevcut makro düzeydeki bulgular, dijital dönüşüm süreçlerinin sektörel büyüme ile eş zamanlı ilerlediğini göstermektedir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

TARTIŞMA

Bu çalışma, ulaştırma sektöründe ERP sistemlerinin kullanımına ilişkin avantajları ve karşılaşılan zorlukları, kapsamlı bir literatür incelemesi ve Türkiye özelindeki ikincil veriler aracılığıyla analiz etmeyi amaçlamıştır. Araştırmanın bulgular bölümünde sunulan veriler, hem literatürde genel kabul görmüş teorik çerçeveye hem de sektörün pratik gerçekleriyle uyumlu, çok katmanlı bir tablo ortaya koymaktadır.

Literatür taraması bulguları, ERP sistemlerinin ulaştırma sektöründeki işletmelere operasyonel verimlilik, maliyet kontrolü, karar destek süreçlerinin iyileştirilmesi ve hizmet kalitesinin artırılması gibi temel alanlarda önemli avantajlar sunduğunu net bir şekilde göstermiştir. Bu durum, kavramsal çerçevede vurgulanan ERP'nin temel felsefesiyle örtüşmektedir. Ulaştırma sektörü; navlun yönetimi, filo takibi, depo operasyonları, faturalama ve müşteri ilişkileri gibi birbirinden farklı ancak birbiriyle sıkı sıkıya bağlı çok sayıda süreci içermektedir. ERP sistemlerinin sağladığı merkezi veri tabanı ve modüler entegrasyon (Rashid, Hossain & Patrick., 2002; Menon, Muchnick, Butler & Pizur., 2019), bu karmaşık süreçler arasında gerçek zamanlı ve tutarlı bir bilgi akışı sağlayarak sektörün en temel ihtiyacına yanıt vermektedir. Örneğin, bir satış siparişinin anında depo yönetimi, sevkiyat planlama ve finans modüllerini tetikleme, manuel işlemleri ortadan kaldırarak hata oranını düşürmekte ve operasyonel çevikliği artırmaktadır. Bu entegrasyon, işletmelerin kaynaklarını (araç, personel, depo alanı vb.) daha etkin planlamasına ve atıl kapasiteyi minimize etmesine olanak tanıyarak, İnal'ın (2004) belirttiği verimlilik artışını doğrudan desteklemektedir.

Diğer yandan, literatür taraması bulgularında ortaya konan zorluklar, ERP projelerinin neden sadece bir teknoloji yatırımı olarak görülemeyeceğini, aksine kapsamlı bir örgütsel dönüşüm projesi olduğunu teyit etmektedir. Yüksek başlangıç maliyetleri, uzun ve karmaşık uygulama süreçleri, mevcut iş süreçlerinin yeniden tasarlanması (BPR) gerekliliği (Ivanović ve Marić, 2021) ve çalışan direnci gibi faktörler, ulaştırma sektöründeki işletmeler için de en kritik engeller olarak öne çıkmaktadır. Özellikle, sektörde farklı büyüklüklerde çok sayıda firmanın

(KOBİ'lerin) faaliyet gösterdiği düşünüldüğünde, geleneksel şirket içi (on-premise) ERP sistemlerinin getirdiği yüksek maliyet yükü, bu teknolojinin yaygınlaşmasının önündeki en önemli bariyerlerden biridir. Bu noktada, bulut tabanlı ERP (SaaS) modellerinin (Cailean ve Sharifi, 2014; Picek, Stjepandić & Doleček., 2017), daha düşük başlangıç maliyetleri ve esnek yapılarıyla sektördeki KOBİ'ler için önemli bir fırsat penceresi açtığı söylenebilir. Ayrıca, üst yönetim desteğinin eksikliği ve yetersiz değişim yönetimi gibi faktörlerin başarısızlık nedenleri arasında sıkça vurgulanması (Nah, Lau & Kuang., 2001; Sumner, 2000), projenin başarısının teknik yeterlilikten çok, stratejik vizyon ve örgütsel uyum yeteneğine bağlı olduğunu göstermektedir.

Araştırmanın en dikkat çekici bulgularından biri, Türkiye ulaştırma sektörüne ilişkin 2019-2023 dönemi ikincil veri analizinden elde edilmiştir. Bulgular, bu dönemde sektördeki ERP kullanım oranlarında istikrarlı bir artış olduğunu ve aynı dönemde ciro, katma değer ve hizmet üretim endeksi gibi temel performans göstergelerinde de genel bir pozitif eğilim yaşandığını ortaya koymaktadır. Ancak, bu iki eğilim arasında doğrudan ve tek-yönlü bir nedensellik ilişkisi kurmak yanıltıcı olacaktır. Sektörel performans üzerindeki etkiler, yalnızca ERP kullanımından değil, aynı zamanda genel ekonomik konjonktür, döviz kurlarındaki dalgalanmalar, kamu altyapı yatırımları, uluslararası ticaret hacmi ve pandemi gibi makro düzeydeki birçok dışsal faktörden de etkilenmektedir. Dolayısıyla, ERP kullanımındaki artışın sektörel performanstaki iyileşmenin tek nedeni olduğunu iddia etmek mümkün değildir.

Bununla birlikte, bu iki olgunun eş zamanlı yükselişi, ERP sistemlerinin ve genel olarak dijitalleşmenin, sektörün verimliliğini, dayanıklılığını ve rekabet gücünü artıran temel dinamiklerden biri olduğunu dolaylı olarak desteklemektedir. ERP sistemleri, işletmelerin daha veri odaklı kararlar almasını, belirsizliklere daha hızlı adapte olmasını ve kaynaklarını daha verimli kullanmasını sağlayarak, zorlu piyasa koşullarında dahi ayakta kalmalarına ve büyümelerine katkıda bulunan bir katalizör rolü üstlenmektedir. Bu nedenle, artan ERP kullanım oranları, sektörün modernleşme ve kurumsallaşma yolunda attığı önemli bir adım olarak yorumlanmalıdır. Bu durum, ERP'nin yalnızca bir verimlilik aracı değil, aynı zamanda stratejik bir rekabet silahı olduğu yönündeki literatür görüşünü (Erkan ve Rouyendegh, 2011; Motwani, Subramanian & Gopalakrishna, 2005) pratik düzeyde teyit etmektedir.

Sonuç olarak, bu çalışma, ulaştırma sektöründe ERP kullanımının "çift taraflı bir kılıç" olduğunu ortaya koymaktadır. Bir yanda, doğru kurgulandığında operasyonel mükemmellik ve stratejik avantajlar sunan güçlü bir potansiyel bulunmaktadır. Diğer yanda ise, yüksek maliyetler, örgütsel direnç ve uygulama karmaşıklığı gibi aşılması gereken ciddi zorluklar mevcuttur. Türkiye ulaştırma sektöründeki veriler, bu zorluklara rağmen sektörün dijital dönüşüme olan inancının ve yatırım motivasyonunun sürdüğünü göstermektedir. Bu tartışmalar, ERP projelerinin başarısının, teknolojinin kendisinden ziyade, projenin stratejik bir vizyonla yönetilmesine, iş süreçleriyle uyumlaştırılmasına ve insan faktörünün merkeze alınmasına bağlı olduğu ana fikrini güçlendirmektedir.



SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması kapsamında, ulaştırma sektöründe ERP sistemlerinin kullanımının sağladığı avantajlar ile uygulama sürecinde karşılaşılan temel zorluklar, geniş bir literatür yelpazesi ve Türkiye'ye özgü ikincil veriler aracılığıyla bütüncül bir bakış açısıyla incelenmiştir. Yapılan analizler neticesinde, ERP sistemlerinin, tedarik zincirlerinin giderek daha karmaşık ve dinamik hale geldiği günümüz ulaştırma sektörü için bir teknoloji yatırımından çok daha fazlasını ifade ettiği; işletmelerin dijital dönüşüm yolculuğunda merkezi bir rol oynayan, rekabet gücünü ve kurumsal çevikliği etkileyen stratejik bir kaldıraç olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sistemlerin temel vaadi, geleneksel olarak birbirinden kopuk çalışan finans, operasyon, filo yönetimi, insan kaynakları ve müşteri hizmetleri gibi departmanları tek bir merkezi veritabanı etrafında birleştirerek, organizasyon genelinde kesintisiz ve gerçek zamanlı bir bilgi akışı tesis etmektir. Bu entegrasyon sayesinde, karar vericilerin anlık ve doğru veriye dayalı stratejik kararlar alması kolaylaşmakta, operasyonel süreçler standartlaşarak verimlilik artmakta ve kaynakların (araç, ekipman, personel, envanter) optimum kullanımıyla maliyetlerde belirgin bir düşüş sağlanmaktadır.

Bu potansiyelin Türkiye ulaştırma ve depolama sektöründeki yansımaları, Türkiye İstatistik Kurumu'ndan elde edilen verilerle somut bir şekilde gözlemlenmektedir. 2019-2023 yılları arasında sektördeki ERP kullanım oranının %13,24 seviyesinden %22,24'e yükselmesi, dijitalleşme ve kurumsallaşma yönündeki farkındalığın ve eğilimin kayda değer bir ivme kazandığını göstermektedir. Her ne kadar bu çalışma, ERP kullanımı ile sektörel performans göstergeleri (ciro, katma değer, üretim endeksi) arasında doğrudan bir nedensellik ilişkisi kurmayı hedeflemese de, iki eğilimin aynı dönemde pozitif bir seyir izlemesi dikkat çekicidir. Bu durum, ERP gibi entegre yönetim sistemlerinin, sektörün verimliliğini, kârlılığını ve genel rekabet gücünü artıran önemli bir katalizör işlevi gördüğünü dolaylı olarak desteklemektedir. Ancak, bu olumlu tablo ve teknolojik vaatler, ERP projelerinin doğasında var olan ve başarı oranlarını ciddi şekilde tehdit eden karmaşık zorlukları göz ardı etmemelidir.

Araştırmanın en kritik bulgularından biri, ERP projelerindeki başarısızlıkların temel kaynağının genellikle yazılımın teknik yeteneklerinden veya teknolojik

uyumsuzluklardan ziyade, insan ve organizasyon odaklı faktörler olduğudur. Projelerin stratejik bir iş dönüşümü olarak değil, yalnızca bir bilişim departmanı projesi olarak algılanması, üst yönetimin süreç boyunca yeterli ve görünür bir destek sağlamaması, en temel başarısızlık nedenleri olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte, çalışanların mevcut alışkanlıklarını terk etme konusundaki direnci, projenin gerekliliğine ve faydalarına dair yetersiz iletişim, eksik veya yanlış planlanmış eğitim faaliyetleri ve işletmenin mevcut iş süreçlerini sistemin standartlarına uyarlama (iş süreci yeniden mühendisliği) konusundaki isteksizliği, bu karmaşık projeleri başarısızlığa sürükleyen diğer kritik engellerdir. Yüksek başlangıç yatırım maliyetleri ve uzun uygulama süreleri de özellikle finansal kaynakları kısıtlı işletmeler için caydırıcı birer faktör olarak varlığını sürdürmektedir.

Ulaşılan bu sonuçlar doğrultusunda, ulaştırma sektöründe ERP sistemlerini uygulamayı düşünen veya mevcut sistemlerinden daha fazla verim almayı hedefleyen işletme yöneticilerine yönelik temel öneri, bu süreci bütüncül bir stratejik dönüşüm projesi olarak ele almalarıdır. Projenin kaderi, daha ilk günden itibaren üst yönetimin projeyi sahiplenmesi, net hedefler belirlemesi, gerekli kaynakları tahsis etmesi ve proje boyunca liderliğini aktif bir şekilde sürdürmesiyle yakından ilişkili görünmektedir. Bu liderlik, sadece bütçe onayı vermekle sınırlı kalmamalı, aynı zamanda organizasyonel direncin kırılması ve departmanlar arası iş birliğinin teşvik edilmesi gibi konularda da kendini göstermelidir. Başarının bir diğer sacayağı ise etkin bir değişim yönetimi programının titizlikle uygulanmasıdır. Bu program, projenin her aşamasında tüm paydaşlarla şeffaf bir iletişim kurmayı, çalışanların endişelerini dinlemeyi, sistemin getireceği yenilikleri ve kişisel faydaları net bir dille anlatmayı ve kullanıcıların yeni sisteme adaptasyonunu kolaylaştıracak rol bazlı, sürekli eğitimler düzenlemeyi içermelidir. Teknik olarak ise, işletmelerin verimsiz veya kağıt üzerindeki süreçlerini olduğu gibi sisteme aktarmak yerine, ERP sistemlerinin sunduğu "en iyi iş uygulamaları"ndan azami ölçüde faydalanarak kendi süreçlerini yeniden yapılandırmaları, uzun vadeli başarı için kritik bir adımdır. Yazılım üzerinde yapılacak aşırı özelleştirmelerden kaçınmak, projenin öngörülen bütçe ve zamanda tamamlanmasını sağlarken, gelecekteki sistem güncellemelerini ve bakım süreçlerini de basitleştirecektir. Özellikle yüksek yatırım maliyetlerinden çekinen KOBİ'ler, abonelik modeliyle sunulan, daha düşük başlangıç maliyetli ve esnek yapıdaki bulut tabanlı ERP çözümlerini ciddi bir alternatif olarak değerlendirmelidir.

Son olarak, gelecek akademik araştırmalar için bazı öneriler sunulabilir. Bu çalışmada betimsel olarak ele alınan ERP kullanımı ve sektörel performans arasındaki ilişki, gelecek araştırmalarda firma düzeyinde toplanacak birincil veriler kullanılarak, yatırımın geri dönüşü (ROI), verimlilik artışı ve kârlılık üzerindeki etkileri ekonometrik modellerle analiz edilerek nicel olarak derinleştirilebilir. Ayrıca, Türkiye ulaştırma sektöründe gerçekleştirilmiş başarılı ve başarısız ERP uygulama projeleri üzerine yapılacak karşılaştırmalı vaka çalışmaları, ülkenin sosyo-kültürel ve ekonomik dinamiklerine özgü kritik başarı ve başarısızlık faktörlerini daha ayrıntılı bir şekilde ortaya koyabilir. Günümüzün teknolojik gelişmeleri göz önüne alındığında, Nesnelerin İnterneti ile araç ve yük takibi, Yapay Zekâ ile rota ve talep optimizasyonu, Blokzincir ile tedarik zincirinde şeffaflık gibi Endüstri 4.0 teknolojilerinin ERP sistemleriyle entegrasyonunun operasyonel verimliliğe ve rekabet avantajına etkilerini inceleyen çalışmalar, literatüre önemli katkılar sunabilir. Son olarak, ulaştırma sektörünün bir bütün olarak ele alınmasının yanı sıra, karayolu, denizyolu, havayolu ve lojistik depolama gibi farklı alt sektörlerin kendilerine özgü dinamiklerini, ihtiyaçlarını ve ERP uygulama pratiklerini ayrı ayrı inceleyen odaklı araştırmalar, sektör profesyonelleri için daha spesifik ve değerli bilgiler sağlayabilir.

KAYNAKÇA

- Abdulraheem, A. S., Abdulla, A. I., ve Mohammed, S. M. (2020). Enterprise resource planning systems and challenges. *Technology Reports of Kansai University*, 62(4), 1885-1894.
- Acar, N. (2001). *Üretim planlaması yöntem ve uygulamaları* (8. baskı). MPM Yayınları.
- Adeitan, A. D., Aigbavboa, C., ve Agbenyeku, E. E. O. (2020). Global logistics in the era of Industry 4.0. *Proceedings of the Future Technologies Conference (FTC) 2019, Vol 2, 1070*, 652-660.
- Al-Amin, M., Hossain, T., Islam, J., ve Biwas, S. K. (2023). History, features, challenges, and critical success factors of enterprise resource planning (ERP) in the era of industry 4.0. *European Scientific Journal, ESJ*, 19(6), 31-59.
- AlBar, A. M., ve Hoque, M. R. (2017). Factors affecting cloud ERP adoption in Saudi Arabia. *Information Development*, 33(5), 1-15.
- Banerjee, A. (2018). Blockchain technology: supply chain insights from ERP. In *Advances in computers* (Vol. 111, pp. 69-98). Elsevier.
- Bayraktar, E., ve Efe, M. (2006). Kurumsal kaynak planlaması (ERP) ve yazılım seçim süreci. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (15), 1-17.
- Bo, E., ve Hammervoll, T. (2010). Cost-based pricing of transportation services in a wholesaler-carrier relationship: An MS Excel spreadsheet decision tool. *International Journal of Logistics-Research and Applications*, 13(3), 197-210.
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27-40.
- Bradford, M., Bucy, R. A., ve Lee, L. S. (2025). Business process diagramming and process analysis: The Anderson Inc. logistics case. *Issues in Accounting Education*, 40(3), 141-156.
- Cailean, D. A., ve Sharifi, K. (2014). Mobile ERP: A literature review on the concept of Mobile ERP systems. *International Journal of Enterprise Information Systems*, 10(4), 1-25.
- Canon, J. G. F., dos Santos, R. J. R., de Carvalho, V. D. H., Monte, M. B. D., ve de Barros, T. L. (2025). Integrated logistics management through ERP system: A case study in an emerging regional market. *Logistics-Basel*, 9(2), 59.
- Carlan, V., ve Vanelslender, T. (2021). Economic aspects of introducing artificial intelligence solutions in logistics and port sectors: The data entry case. *Frontiers in Future Transportation*, 2, Article 710330.

- Cedillo-Campos, M. G., Martner-Peyrelongue, C. D., Herrera-Garcia, A., Garcia-Ortega, G., Jimenez-Sanchez, E., ve Covarrubias, D. (2024). Demand and supply shocks derived from COVID-19 on the freight transportation system in Mexico. *International Journal of Logistics Management*.
- Chiu, D. K. W., Mark, K. P., Kafeza, E., ve Wong, T. P. (2013). Enhancing ERP system with RFID: Logistic process integration and exception handling. *Mobile and Web Innovations in Systems and Service-Oriented Engineering*, 364-379.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Sage Publications.
- Demir, H., ve Gümüšoğlu, Ş. (2003). *Üretim yönetimi* (6. baskı). Beta Yayın.
- Deng, A. M., Li, H., ve Tian, H. (2016). Based on the cloud ERP and TDABC for the SMEs' logistics cost accounting. *2016 International Conference on Service Science, Technology and Engineering (SSTE 2016)*, 299-307.
- Düzakın, E., ve Sevinç, S. (2002). Kurumsal kaynak planlaması (ERP). *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (1), 57-75.
- Ehie, I. C., ve Madsen, M. (2005). Identifying critical issues in enterprise resource planning (ERP) implementation. *Computers in Industry*, 56(6), 545-557.
- El Hamdi, S., Abouabdellah, A., ve Oudani, M. (2020). Scheduling optimization in Logistics 4.0. *LOGISTIQUA2020: 2020 IEEE 13th International Colloquium of Logistics and Supply Chain Management (LOGISTIQUA 2020)*.
- Elazhary, H. (2019). Internet of Things (IoT), mobile cloud, cloudlet, mobile IoT, IoT cloud, fog, mobile edge, and edge emerging computing paradigms: Disambiguation and research directions. *Journal of Network and Computer Applications*, 128, 105-140.
- Elragal, A. (2014). ERP and Big Data: The Inept Couple. *Procedia Technology*, 16, 242-249.
- Erkan, T. E., ve Rouyendegh, B. D. (2012). ERP business productivity evaluation by using multi-criteria decision making among end users in Turkish manufacturing Industry. *AWER Procedia*, 1, 245-249.
- Erwanto, E. D., ve Zusi, H. (2020). Factors affecting success of ERP (enterprise resource planning) system implementation. *International Humanities and Applied Science Journal*, 3(1), 12-24.
- Finney, S., ve Corbett, M. (2007). ERP implementation: A compilation and analysis of critical success factors. *Business Process Management Journal*, 13(3), 329-347.

- Folinas, D. K., ve Daniel, E. H. R. (2012). Estimating the impact of ERP systems on logistics system. *International Journal of Enterprise Information Systems*, 8(3), 1–14.
- Gartner (2011). *Market share analysis: ERP software, worldwide, 2011*. Stamford, Connecticut: Gartner.
- Gavidia, J. V. (2017). A model for enterprise resource planning in emergency humanitarian logistics. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, 7(3), 246–265.
- Ghobakhloo, M., Azar, A., ve Tang, S. H. (2018). Business value of enterprise resource planning spending and scope. *Kybernetes*, 47(4), 685–712.
- Gottipati, P. (2020). Information security considerations for cloud-based Enterprise Resource Planning system and best practices for its retirement phase. *International Journal of Information Security*, 19(3), 245–267.
- Grobler-Debska, K., Zak, B., Fijas, M., Kowalski, M., Kopa, M., Kucharska, E., ve Baranowski, J. (2022). Logistics processes optimization in ERP systems. *2022 26th International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics, MMAR 2022*, 176–180.
- Ha, J. B., Wei, Y. N., ve Jin, Y. (2008). Logistics decision-making support system based on ontology. *Proceedings of the 2008 International Symposium on Computational Intelligence and Design*, Vol 1, 309–312.
- Hartono, J. (2007). *Computer Based Accounting Information System* (2nd ed.). BPFE.
- Harwood, S. (2003). *ERP the implementation cycle* (H. Sümen, Çev.). Bileşim Yayınevi.
- Hess, T., Benlian, A., Matt, C., ve Wiesböck, F. (2016). Options for formulating a digital transformation strategy. *MIS Quarterly Executive*, 15(2), 17–33.
- Hsieh, H.-F., ve Shannon, S. E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277–1288.
- Huang, S. M., Kwan, I. S. Y., ve Hung, Y. C. (2001). Planning enterprise resources by use of a reengineering approach to build a global logistics management system. *Industrial Management ve Data Systems*, 101(8-9), 483–491.
- Immhoff, C., ve White, C. (2011). Self-service business intelligence: Empowering users to generate insights. *TDWI Report*, 1–37.
- Ivanović, M., ve Marić, S. (2021). ERP systems in the era of digital transformation. *Journal of Information Systems*, 30(2), 145–162.
- İnal, İ. (2004). *KOBİ'lere yönelik web tabanlı kurumsal kaynak planlama yazılımları: Türk yazılım firmalarının değerlendirmesi* [Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi].

- Jacobs, R. F., ve Whybark, C. D. (2000). *Why ERP?: A primer on SAP implementation*. McGraw-Hill.
- Jadeja, Y., ve Modi, K. (2012). Cloud computing - concepts, architecture and challenges. *2012 International Conference on Computing, Electronics and Electrical Technologies (ICCEET)*, 1-6.
- Jayaraman, V., ve Bhatti, T. (2008). The critical success factors for the acquisition and implementation of ERP systems. *International DSI / Asia and Pacific DSI Conference Proceedings*, Bangkok, Thailand.
- Jhawar, A., ve Garg, S. K. (2016). System dynamics modelling to study the effects of investment in information technology on logistics performance: A case study from India. *International Journal of System Dynamics Applications*, 5(2), 19-40.
- Jin, X., Wah, B. W., Cheng, X., ve Wang, Y. (2015). Significance and challenges of big data research. *Big Data Research*, 2(2), 59-64.
- Keçek, G., ve Yıldırım, E. (2009). Kurumsal kaynak planlaması (ERP) ve işletme açısından önemi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(29), 240-258.
- Ketikidis, P. H., Koh, S. C. L., Dimitriadis, N., Gunasekaran, A., ve Kehajova, M. (2008). The use of information systems for logistics and supply chain management in South East Europe: Current status and future direction. *Omega-International Journal of Management Science*, 36(4), 592-599.
- Kim, A. A., Sadatsafavi, H., ve Soucek, M. K. (2016). Effective communication practices for implementing ERP for a large transportation agency. *Journal of Management in Engineering*, 32(3), 04015049.
- Klaus, H., Rosemann, M., ve Gable, G. G. (2000). What is ERP? *Information Systems Frontiers*, 2(2), 141-162.
- Klumpp, M., ve Loske, D. (2021). Sustainability and resilience revisited: Impact of information technology disruptions on empirical retail logistics efficiency. *Sustainability*, 13(10), Article 5650.
- Kolev, D., ve Otsetova, A. (2022). The impact of ERP systems on logistics (The case study of logistics services sector in the Republic of Bulgaria). *International Journal of Business*, 27(1).
- Kulinska, E., Rut, J., ve Stosz, D. (2014). Improvement of functionality of logistics processes in a selected public road transport company. *Green Cities - Green Logistics for Greener Cities*, 151, 172-182.
- Kurbel, K. E. (2012). MRP II: Manufacturing Resource Planning. In *Enterprise Resource Planning and Supply Chain Management* (pp. 61-93). Springer.
- Labrinidis, A., ve Jagadish, H. V. (2012). Challenges and opportunities with big data. *Proceedings of the VLDB Endowment*, 5(12), 2032-2033.

- Laukkanen, S., Sarpola, S., ve Hallikainen, P. (2007). Enterprise size matters: Objectives and constraints of ERP adoption. *Journal of Enterprise Information Management*, 20(3), 319-334.
- Li, M. B., ve Chen, C. (2009). RFID complex event processing mechanism for logistics tracking and tracing. *2009 International Forum on Computer Science-Technology and Applications*, Vol 3, Proceedings, 44-48.
- Li, Q. P., ve Wu, G. Q. (2021). ERP system in the logistics information management system of supply chain enterprises. *Mobile Information Systems*, 2021, Article 7423717.
- Lorenc, A., ve Szkoda, M. (2015). Customer logistic service in the automotive industry with the use of the SAP ERP system. *2015 4th IEEE International Conference on Advanced Logistics and Transport (ICALT)*, 18-23.
- Majeed, A. A., ve Rupasinghe, T. D. (2017). Internet of things (IoT) embedded future supply chains for industry 4.0: An assessment from an ERP-based fashion apparel and footwear industry. *International Journal of Supply Chain Management*, 6(1), 25-40.
- Maka, A., Cupek, R., ve Rosner, J. (2011). OPC UA object oriented model for public transportation system. *UKSIM Fifth European Modelling Symposium on Computer Modelling and Simulation (EMS 2011)*, 311-316.
- Manas, O. (2005). Geliştirilmiş kurumsal kaynak planlaması. *ERP Akademi Dergisi*, Mayıs, 12-18.
- Matt, C., Hess, T., ve Benlian, A. (2015). Digital transformation strategies. *Business and Information Systems Engineering*, 57(5), 339-343.
- McConnell, B. M., Hodgson, T. J., Kay, M. G., King, R. E., Liu, Y. A., Parlier, G. H., Thoney-Barletta, K., ve Wilson, J. R. (2021). Assessing uncertainty and risk in an expeditionary military logistics network. *Journal of Defense Modeling and Simulation-Applications Methodology Technology-JDMS*, 18(2), 135-156.
- McCubbrey, D. J., ve Fukami, C. V. (2009). ERP at the Colorado Department of Transportation: The whistle blower's dilemma. *Communications of the Association for Information Systems*, 24, 105-112.
- Menon, S., Muchnick, M., Butler, C., ve Pizur, T. (2019). Critical challenges in enterprise resource planning (ERP) implementation. *International Journal of Business and Management*, 14(7), 54-69.
- Mezghani, K. (2019). From on-premise ERP to cloud ERP. In *Advanced methodologies and technologies in business operations and management* (pp. 816-826). IGI Global.
- Momoh, A., Roy, R., ve Shehab, E. (2010). Challenges in enterprise resource planning implementation: State-of-the-art. *Business Process Management Journal*, 16(4), 537-565.

- Mora, M. C., Suesta, V., Armesto, L., ve Tornero, J. (2003). Factory management and transport automation. *ETFA 2003: IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, Vol 2, Proceedings*, 508-515.
- Motwani, J., Subramanian, R., ve Gopalakrishna, P. (2005). Critical factors for successful ERP implementation: Exploratory findings from four case studies. *Computers in Industry*, 56(6), 529-544.
- Muscatello, J. R., Parente, D. H., ve Swinarski, M. (2016). The impact of ERP alignment on logistics costs: A work system theoretical approach. *International Journal of Enterprise Information Systems*, 12(3), 1–17.
- Muscatello, J. R., Parente, D. H., ve Swinarski, M. (2018). Aligning supply chain logistics costs via ERP coordination. *International Journal of Information System Modeling and Design*, 9(2), 24–43.
- Nah, F. F., Islam, Z., ve Tan, M. (2007). Empirical assessment of factors influencing success of enterprise resource planning implementations. *Journal of Database Management*, 18(3), 26-48.
- Nah, F. F., Lau, J. L., ve Kuang, J. (2001). Critical factors for successful implementation of enterprise systems. *Business Process Management Journal*, 7(3), 285-296.
- Nie, G. H., Wang, X., ve Yang, M. (2008). A model of information integration between e-business enterprises and logistics enterprises based on RosettaNet. In *Seventh Wuhan International Conference on E-Business, Vols I-III: Unlocking the Full Potential of Global Technology* (pp. 524-530).
- Noori, S., Feylizadeh, M. R., Bagherpour, M., Zorriassatine, F., ve Parkin, R. M. (2008). Optimization of material requirement planning by fuzzy multi-objective linear programming. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 222(7), 887-900.
- Olaore, R. A., ve Olayanju, M. (2013). Purchasing functions and MRP in foodservice firms. *European Journal of Business and Management*, 5(13), 107-113.
- O'Leary, D. E. (2000). *Enterprise resource planning systems: Systems, life cycle, electronic commerce, and risk*. Cambridge University Press.
- Omar, K., ve Gómez, J. M. (2016). A selection model of ERP system in mobile ERP design science research: Case study: mobile ERP usability. *2016 IEEE/ACS 13th International Conference of Computer Systems and Applications (AICCSA)*, 1-8.
- Oztemel, E., ve Gursev, S. (2018). Literature review of Industry 4.0 and related technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 29(7), 1625-1637.
- Özgül, Ö. (2006). *Bir işletme için TOPSIS ve AHP ile ERP yazılımın seçimi* [Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi].

- Palander, T. (2016). Environmental benefits from improving transportation efficiency in wood procurement systems. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 44, 211–218.
- Palander, T. (2017). The environmental emission efficiency of larger and heavier vehicles - A case study of road transportation in Finnish forest industry. *Journal of Cleaner Production*, 155, 57–62.
- Palander, T., Borz, S. A., ve Kärhä, K. (2021). Impacts of road infrastructure on the environmental efficiency of high capacity transportation in harvesting of renewable wood energy. *Energies*, 14(2), 453.
- Palander, T., Haavikko, H., Kortelainen, E., Kärhä, K., ve Borz, S. A. (2020). Improving environmental and energy efficiency in wood transportation for a carbon-neutral forest industry. *Forests*, 11(11), 1194.
- Parr, A., ve Shanks, G. (2000). A model of ERP project implementation. *Journal of Information Technology*, 15(4), 289-303.
- Patel, D. M. (2018). *CRM Integrates With ERP*. Red'shine Publication Pvt. Ltd.
- Perboli, G., ve Rosano, M. (2018). A decision support system for optimizing the last-mile by mixing traditional and green logistics. In *Information Systems, Logistics, and Supply Chain, ILS 2016* (Cilt 262, ss. 28–46).
- Perevozova, I., Gubernat, T., Hontar, L., Shayban, V., ve Bocharova, N. (2024). Using big data analytics to improve logistics processes and forecast demand. *Pacific Business Review International*, 17(4), 30-39.
- Picek, R., Mijac, M., ve Androcec, D. (2017). Acceptance of cloud ERP systems in Croatian companies: Analysis of key drivers and barriers. *Economic and Social Development*, 20, 27-28.
- Quliyev, V. M., Abbasova, S. A., Aliyeva, M. S., Samedova, E. R., ve Mammadova, M. A. (2024). Analysis of corporate management risks in the work of logistics enterprises. *Acta Logistica*, 11(1), 67-77.
- Ramberg, B., Pedersen, J. T., ve Knoors, F. (2003). Outbound intermodal logistics, from the manufacturer's gate to the final customer: The future logistics management IT systems as perceived by the supply chain partners. In *Concurrent Engineering: Advanced Design, Production and Management Systems* (pp. 1269-1277).
- Rashid, M. A., Hossain, L., ve Patrick, J. D. (2002). The evolution of ERP systems: A historical perspective. In *Enterprise Resource Planning: Solutions and Management* (pp. 35-50). IGI Global.
- Riveiro, R. S., Guerra, M. L., ve Medrano, A. B. (2018). Design and development of a data warehouse for the process logistics of the telecommunications company of Cuba Etecsa. *Revista Cubana de Ingenieria*, 9(3), 59-68.

- Rojek, I., ve Jagodziński, M. (2012). Neural networks as performance improvement models in intelligent CAPP systems. *Control and Cybernetics*, 41(3), 671-690.
- Rouhani, S., ve Mehri, M. (2016). The keys to successful implementation of enterprise resource planning and business intelligence integration. *Applied Mathematics in Engineering, Management and Technology*, 4(1), 1-10.
- Rouhani, S., ve Ravasan, A. Z. (2013). ERP success prediction: An artificial neural network approach. *Scientia Iranica*, 20(3), 992-1001.
- Rutner, S. M., Gibson, B. J., ve Williams, S. R. (2003). The impacts of the integrated logistics systems on electronic commerce and enterprise resource planning systems. *Transportation Research Part E-Logistics and Transportation Review*, 39(2), 83-93.
- Sadatsafavi, H., Kim, A. A., ve Soucek, M. K. (2016). Impact of roles and affiliations on end-users' acceptance of ERP implementation in a large transportation agency. *Journal of Management in Engineering*, 32(6), 05016018.
- Saïah, F., Vega, D., ve Kovács, G. (2023). Toward a common humanitarian supply chain process model: The Frontline Humanitarian Logistics Initiative. *International Journal of Operations ve Production Management*, 43(13), 238–269.
- Sarigül, R. K., ErKayman, B., ve Usanmaz, B. (2025). Increasing load factor in logistics and evaluating shipment performance with machine learning methods: A case from the automotive industry. *Scientific Reports*, 15(1), Article 12434.
- Schönsleben, P. (2000). Varying concepts of planning and control in enterprise logistics. *Production Planning ve Control*, 11(1), 2-6.
- Shafi, K., Waheed, A., ve Mirza, A. I. (2019). ERP implementation challenges in textile industry of Pakistan. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10(2), 591-596.
- Shang, W., Wang, Y. J., Zhu, A. D., Chen, Y., Fu, P. H., Li, X. L., Zhu, L. F., Sheng, J. Q., Zhang, B., ve Yue, J. (2025). DigiPyramid: A multiresolution digital twin framework for reliable logistics management-conceptualization, implementation, and intelligentization. *IEEE Access*, 13, 159796–159811.
- Simamora, B. H., Prabowo, H., ve Rudi. (2019). Success level implementation of ERP at Indonesia state-owned enterprises transportation sectors. In *1st International Conference on Advance and Scientific Innovation* (Vol. 1175, Article 12234).
- Ski, A. K., ve Fajfer, P. (2011). ERP integration as a support for logistics controlling in supply chain. *Information Technologies in Environmental Engineering: New Trends and Challenges*, 617-626.
- Small, A. (2016). *Factors that influence cloud-based ERP adoption by small and medium enterprises* [Doctoral dissertation, Capella University].

- Somers, T. M., ve Nelson, K. (2001). The impact of critical success factors across the stages of enterprise resource and planning implementations. *Proceedings of the 34th Hawaii International Conference on System Sciences*, 1-10.
- Sponziello, A. (2007). Design strategies for web based ITS applications - A proposed architecture in design of intelligent transport systems application. *ICE-B 2007: Proceedings of the Second International Conference on e-Business*, 107-113.
- Sprenger, R., ve Mönch, L. (2014). A decision support system for cooperative transportation planning: Design, implementation, and performance assessment. *Expert Systems with Applications*, 41(11), 5125-5138.
- Stanciu, V., ve Tinca, A. (2013). ERP solutions between success and failure. *Accounting ve Management Information Systems*, 12(4), 626-649.
- Stancu, A. M. R., ve Drăguț, B. (2018). ERP systems—past, present and future. *Informatica Economica*, 22(2), 26-35.
- Su, W. G., Qin, P. P., Li, L., ve Huang, X. (2011). Research on JIT production logistics management system. *Mechatronics and Materials Processing I, Pts 1-3*, 328-330, 717+.
- Sumner, M. (2000). Risk factors in enterprise-wide/ERP projects. *Journal of Information Technology*, 15(4), 317-327.
- Surcel, T., ve Bologa, R. (2008). The ERP capabilities for enhancing the logistic system integration. *Amfiteatru Economic*, 10(24), 84-93.
- Tanoguchi, H. (2006). A case announcement of movement automation system to optimize logistics of petrochemical plant. *2006 SICE-ICASE International Joint Conference, Vols 1-13*, 936-941.
- Tarn, J. M., Yen, D. C., ve Beaumont, M. (2002). Exploring the rationales for ERP and SCM integration. *Industrial Management ve Data Systems*, 102(1), 26-34.
- Tavana, M., Hajipour, V., ve Oveisi, S. (2020). IoT-based enterprise resource planning: challenges, open problems, applications, architecture, and future research directions. *Internet of Things*, 11, 100262.
- Tekin, M. (2003). *Üretim yönetimi* (Cilt 2). Günay Ofset.
- Themistocleus, M., Irani, Z., O'Keefe, R. M., ve Paul, R. (2001). ERP problems and application integration issues: An empirical survey. *Proceedings of the 34th Hawaii International Conference on System Sciences*, 1-8.
- Toruan, D. M. (2013). *Success and Failure to Implement Enterprise Resources Planning (ERP) and Examples of Case Studies of PT Semen Gresik ve Fox Meyer*. Bogor Agricultural Institute.
- TÜİK. (2025a). *Ticaret ve hizmet istatistikleri*. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=ticaret-ve-hizmet-115vedil=1>

- TÜİK. (2025b). Girişimlerde bilişim teknolojileri kullanım araştırması, 2025. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Girisimlerde-Bilisim-Teknolojileri-Kullanim-Arastirmasi-2025-54012>
- Yang, Z. (2017). Construction of a logistics information management system for large-scale groups based on enterprise resource planning. *Agro Food Industry Hi-Tech*, 28(1), 1852-1856.
- Yegül, F. M. (2003). *Kurumsal kaynak planlama (ERP) ve Türkiye'deki uygulamaları* [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi].
- Yuan, J. S., Zhang, Y., Cheng, C., Zou, Q., Zhou, B. J., ve Liu, L. (2025). Entire-process scheduling optimization strategy for railway emergency logistics based on two-stage multi-objective programming. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 16(3), 557–582.
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., ve Wang, H. (2018). Blockchain challenges and opportunities: A survey. *International Journal of Web and Grid Services*, 14(4), 352-375.
- Zhu, Z., ve Lin, B. (2017, April). The research and implementation of ERP-based Mobile Business Intelligence system. In *2017 5th International Conference on Machinery, Materials and Computing Technology (ICMMCT 2017)* (pp. 514-518). Atlantis Press.

