

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ, LOJİSTİK VE
TAŞIMACILIKTA BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ VE
UYGULAMALARI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Zehra Filiz ÜNLÜ
507041125**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 7 Mayıs 2007
Tezin Savunulduğu Tarih : 11 Haziran 2007**

**Tez Danışmanı : Prof.Dr. Mehmet TANYAŞ
Diğer Jüri Üyeleri Yrd.Doç.Dr. Mehmet Mutlu YENİSEY
Öğr.Gör.Dr. H.Halefşan SÜMEN**

HAZİRAN 2007

ÖNSÖZ

İşletmelerin pazardaki rekabet güçlerini koruyabilmesi hem kendi varlıklarını ve süreçlerini yönetebilmesine, hem de tedarikçi ve müşterilerdeki mevcut durumu gözlemleyerek esnek davranabilmelerine, stratejik anlamda sağlıklı analizler yapabilmelerine bağlıdır. Bu noktada, bilişim teknolojileri işletmelerin varlıklarını ve en önemli kaynak olan bilgiyi doğru zamanda doğru şekilde yöneterek birbirlerine entegre olmasını sağlamaktadır.

Tedarik zincirindeki ağların karmaşıklığının artması, kısalan ürün yaşam süreleri vb. ile lojistik ve lojistikte en büyük paya sahip taşımacılık süreçlerinin yönetimi, zincirin üyeleri arasındaki koordinasyonun sağlanması ancak bilişim teknolojilerinden yararlanarak gerçekleştirilebilir bir durum almıştır. İşletmelerin bilişim teknolojilerini kendilerine uyarlaması ve teknolojilerin gelişmesiyle birlikte etkin olarak bilgi paylaşımı sağlayarak tedarik zincirinin ve zincirdeki fonksiyonların bütünleştirilmesinde önemli getiriler sağlamaktadır.

Bu tez çalışmasında, Tedarik Zinciri Yönetimi ve temel lojistik faaliyetler hakkında detaylı verilmekte, faaliyetleri yürütme ve optimize etmede yararlanılan bilişim teknolojileri incelenmektedir. Uygulama kısmında ortak bir çıktı yaratan Arkas Holding'e bağlı depoculuk, konteyner yönetimi ve taşıma süreçlerini gerçekleştiren üç işletmenin mevcut iş süreçleri incelenerek işletmeleri birbirine entegre eden, mevcut kaynakların daha etkin kullanılmasını sağlayan, iş süreçlerinin daha düşük maliyetlerle gerçekleştirilmesini sağlayan bir bilişim sistem yapısı tasarlanmıştır.

Bana bu konuda çalışma olanağını sağlayan, tez danışmanlığımı özenle yürüten, ilgi ve önerilerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Sayın **Mehmet Tanyaş**' a, bu konuda bilgi ve tecrübe edinmemi sağlayan **Arkas Holding'e**, Vestel Elektronik A.Ş teknoloji geliştirme uzmanı **Coşkun Sürgevil'e**, Bimar A.Ş. proje yöneticisi **Serden Özgül'e** ve manevi destekleri için aileme teşekkür ederim.

Mayıs 2007

Zehra Filiz ÜNLÜ

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vi
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
ÖZET	x
SUMMARY	xii
1. GİRİŞ	1
2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ, LOJİSTİK VE TAŞIMACILIK KAVRAMLARI	3
2.1 Tedarik Zinciri Yönetimi	3
2.1.1 TZY Kararları	4
2.1.1.1 Lokasyon Kararları	4
2.1.1.2 Üretim Kararları	4
2.1.1.3 Envanter Kararları	4
2.1.1.4 Taşıma Kararları	5
2.1.2 Tedarik Kanal Planlama Elemanları	5
2.1.2.1 Tedarik Zinciri Kanal Yapısı	7
2.1.3 Kanal Tasarımı	8
2.1.3.1 Kanal Operasyonları	9
2.2 Lojistik Yönetimi	11
2.2.1 Lojistik Yönetimi Bileşenleri	12
2.3 Temel Lojistik Faliyetler	12
2.3.1 Lojistik Ağ Tasarımı	13
2.3.2 Operasyon planlama ve uygulama	13
2.3.3 Lojistik Ortaklık Yönetimi, Dış Kaynak Kullanımı	15
2.3.4 Bilgi Teknolojilerinin Kullanımı	18
2.3.5 Lojistik ve TZY’ de Performans Ölçümü	19
2.4 Taşımacılık Yönetimi	22
2.4.1 Ulaştırma Maliyeti ve Ulaştırma Modları	22
2.4.1.1 Ulaştırma Modları	23
2.4.2 Taşımacılık Sürecinde Performans ve Kalite Ölçümü	24
2.5 TZY, Lojistik ve Taşımacılıkta Maliyet Unsurları ve Analizleri	25
2.6 TZY, Lojistik ve Ulaştırma Kavramlarının Tarihsel ve Teknolojik Açıdan Gelişimi	31

2.7 Bilişim Teknolojilerinin TZY, Lojistik ve Ulaştırma Sektörlerinde Sağladığı Rekabet Avantajı ve Yaşanan Değişimler	33
3. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ, LOJİSTİK VE TAŞIMACILIKTA BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ	36
3.1 Otomatik Tanımlama Sistemleri	36
3.1.1 Barkod Sistemleri	36
3.1.1.1 Barkodlama Yapısı	36
3.1.1.2 Barkodlama Teknolojisi Gereksinimleri	37
3.1.1.3 Barkod Teknolojisinin Avantajları	38
3.1.2 Radyo Frekanslı Tanımlama Sistemleri (RFID)	39
3.1.3 RFID ve Barkod Uygulamalarının Karşılaştırılması	39
3.2 Takip ve İzleme Sistemleri	40
3.2.1 Akıllı Ulaştırma Sistemleri (ITS)	41
3.2.1.1 ITS Teknolojileri	41
3.2.1.2 ITS'nin Teknik Altyapısı	48
3.2.1.3 ITS Uygulamaları	49
3.2.1.4 ITS Uygulamalarının Avantajları	50
3.3 Lojistik Yazılımlar	51
3.3.1 Depo Yönetim Sistemleri	52
3.3.2 Taşıma Yönetim Sistemleri	54
3.3.2.1 WMS ve TMS Bütünleşmesinin Potansiyel Getirileri	57
3.3.3 Konteyner Yönetim Sistemleri	58
3.4 Tedarik Zinciri Yönetimi Yazılımları	60
3.4.1 TZY Yazılımlarının Amaçları	60
3.4.2 Tedarik Zinciri Yönetimi Sistem Bileşenleri	62
3.4.3 TZY Yazılım Uygulamaları	64
3.5 Tedarik Zinciri ve Lojistikte İleri Planlama Sistemleri	66
3.5.1 Planlama Sistemleri	66
3.5.2 İleri Planlama Sistemleri (APS)	67
3.5.2.1 İleri Planlama Sistemleri Çözümleri	68
3.5.2.2 Araç Rotalama Sistemleri	69
3.5.2.3 Araç Yükleme Optimizasyonu	73
3.5.2.4 İleri Planlama Sistemlerinin Fonksiyonelliği	74
3.5.2.5 İleri Planlama Sistemleri İmplementasyonu	76
4. RFID TEKNOLOJİSİ, TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE LOJİSTİKTEKİ YERİ	80
4.1 RFID Standartları	85
4.2 RFID Teknolojisinin Performans Kriterleri	85

4.3 RFID Teknolojisinin Lojistik Sektöründe Kullanım Alanları	88
4.4 RFID’ nin Avantaj ve Dezavantajları	94
5. BİR ULAŞTIRMA ŞİRKETİNDE RFID TEKNOLOJİSİ VE KONTENEYNER YÖNETİM SİSTEMLERİ UYGULAMASI	95
5.1 Ardep’in Tarihçesi, İş Süreçleri, Kullanılan Teknolojiler	95
5.2 CMC’ nin İş Süreçleri ve Kullanılan Teknolojiler	96
5.3 Arkas Ulaştırma A.Ş.’nin Tarihçesi, İş Süreçleri ve Kullanılan Teknolojiler	96
5.4 Konteyner Yönetim Sistemi İçin Mevcut Durum	97
5.5 Konteyner Yönetim Sistemi İçin Önerilen Model	98
5.5.1 Konteynerlerin Depo Girişlerinde RFID Teknolojileriyle Okunabilmesi	99
5.5.2 Konteynerlerin Depolardaki Adreslemelerine Yönelik RFID ve GPS Bazlı Takip Sistemleri	100
5.6 Önerilen Konteyner Yönetim Sisteminin Bilişim Teknolojileri Altyapısı	102
5.7 Önerilen Konteyner Yönetim Sisteminin Eğitim İhtiyaçları	106
5.7.1 Operasyonda Çalışan Personelin Eğitim İçeriği ve Planlanması	107
5.8 Mevcut Sistem ve Önerilen Sistemin Karşılaştırılması, Konteyner Yönetim Sistemi Senaryolarının Örneklenmesi	109
5.9 Önerilen Konteyner Yönetim Sistemi Modelinin Maliyeti ve Ekonomik Açıdan Değerlendirilmesi	114
5.9.1 Önerilen Konteyner Yönetim Sistemi Maliyeti	114
5.9.1.1 Önerilen Konteyner Yönetim Sisteminin Kurulum Maliyeti	114
5.10 Önerilen Konteyner Yönetim Sistemine Dair Sonuçlar	119
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	121
KAYNAKLAR	123
EKLER	127
ÖZGEÇMİŞ	128

KISALTMALAR

TZY	: Tedarik Zinciri Yönetimi
EDI	: Electronic Data Interchange
3PL	: Üçüncü Parti Lojistik
4PL	: Dördüncü Parti Lojistik
IT	: Bilişim Teknolojileri
TQM	: Total Quality Management
ERP	: Enterprise Resources Planning
SCP	: Supply Chain Planning
OMS	: Order Management Systems
WMS	: Warehouse Management Systems
MRP	: Materials Requirement Planning
AIS	: Automatic Identification Systems
RFID	: Radio Frequency Identification
ITS	: Intelligent Transportation Systems
GIS	: Geographic Information Systems
GPS	: Global Positioning Systems
AVL	: Automatic Vehicle Location
GPRS	: General Packet Radio Services
GSM	: Global System for Mobile Communications
ISP	: Internet Service Provider
LMS	: Labour Management Systems
ADC	: Automatic Data Collection
ASN	: Automatic Storage Notification
CMS	: Container Management Systems
SRM	: Tedarikçi İlişkileri Yönetimi
DSS	: Decision Support Systems
ERO	: Enterprise Resources Optimization
SIC	: Statistical Inventory Control
DRP	: Distribution Resources Planning
VRS	: Vehicle Routing Systems
CMC	: Container Management Center
JIT	: Just In Time

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1	APS İmplementasyon Süreçleri.....76
Tablo 4.1	EPC Protokolüne Göre Etiketlerin Sınıflandırılması 82
Tablo 5.1	Altyapı Bileşenleri.....104
Tablo 5.2	Yazılım Uygulaması, Bilişim Teknolojisi Hizmet Yönetimi Bileşenleri 105
Tablo 5.3	Yazılım Uygulaması, Bilişim Teknolojisi Hizmet Yönetiminde Danışmanlık Hizmetleri 106
Tablo 5.4	Operasyon Personeline Önerilen Konteyner Yönetim Sistemine Yönelik Eğitim İçeriği ve Eğitimin Süresi.....108
Tablo 5.5	Bilişim Teknolojileri Ekibine Önerilen Konteyner Yönetim Sistemine Yönelik Eğitim İçeriği ve Eğitimin Süresi.....109
Tablo 5.6	Altyapı Bileşenleri Toplam Maliyeti.....115
Tablo 5.7	Yazılım Uygulaması, Bilişim Teknolojisi Hizmet Yönetimi Bileşenleri 115
Tablo 5.8	Yazılım Uygulaması, Bilişim Teknolojisi Hizmet Yönetiminde Danışmanlık Hizmetleri Maliyetleri.....115
Tablo 5.9	Eğitim Verecek Personel Maliyetleri 116
Tablo 5.10	Yatırımın Geri Dönüş Yüzdesi ve Süresi Değerleri 119

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1	: Kanal Planlama Süreci	6
Şekil 2.2	: Tedarik Kanal Yapısı Çeşitleri	8
Şekil 2.3	: Lojistik Yönetimi Bileşenleri	12
Şekil 2.4	: Ulaştırma Sistem Yapısı	22
Şekil 2.5	: Taşıma Maliyetlerini Düşürmek için Depo Kullanımı	28
Şekil 2.6	: Özel Depo/İşletmenin Kendi Deposu İçin Başa Baş Analizi	29
Şekil 3.1	: Lineer Barkod	37
Şekil 3.2	: İki Boyutlu Semboloji	37
Şekil 3.3	: ITS Teknolojilerinin Kategorizasyonu	42
Şekil 3.4	: Bir GIS Yapısı	46
Şekil 3.5	: Bir GIS Uygulamasıyla Aracın Vektörel Olarak Haritada Gösterimi	47
Şekil 3.6	: Araç/Konteyner Takip Sistemi	48
Şekil 3.7	: ITS Alt Yapısı	49
Şekil 3.8	: WMS, TMS ve Entegre WMS/TMS Sistemleri İçin Amaçlar ve Açık Sorular	56
Şekil 3.9	: CMS' nin Diğer Sistemlerle Bütünleşmesi	59
Şekil 3.10	: Tedarik Zinciri Yönetiminin Amaçları	62
Şekil 3.11	: Lojistik ve Tedarik Zinciri Yazılımlarının Bütünleşmesi	66
Şekil 3.12	: Araç Rotalama Sistemlerinin Temel Algoritması	71
Şekil 3.13	: Gerçek Zamanlı Araç Çizelgeleme Sistemi Yapısı	72
Şekil 3.14	: Zincirdeki Benzerliğin Tanımı	77
Şekil 3.15	: TZY, Lojistik ve Taşımacılıkta Faydalanan Bilişim Teknolojilerinin Birbirleriyle İlişkisi	79
Şekil 4.1	: RFID'nin Temel Bileşenleri	81
Şekil 4.2	: Mobil RFID Yazıcıları	84
Şekil 4.3	: RF Etiket İçerisindeki Çipe Yazan Yazıcılar	85
Şekil 4.4	: Konteyner Takibinde RFID Uygulaması	91
Şekil 4.5	: RFID Etiketine Bağlı Fotonik Sensörler	91
Şekil 4.6	: RFID Bazlı Araç/Konteyner Gözleme Sistemi	93
Şekil 5.1	: Konteyner Taşımacılığı Süreci Mevcut Durum	98
Şekil 5.2	: Depolara Giriş Yapan Konteynerleri Okumaya Yönelik RFID Sistemleri	99
Şekil 5.3	: Depolardaki Konteyner Lokasyonlarının Takibine Yönelik RFID Sistemleri	100
Şekil 5.4	: Konteyner Yönetim Sistemi İçin Önerilen Model	101
Şekil 5.5	: Bilişim Teknolojileri Yönetim Mimarisinin Katmanları ve Bileşenleri	102
Şekil 5.6	: Cat Logic Sistemi- Satış Fırsatları Ekranı	110

Sayfa No

Şekil 5.7	: Konteyner Taşıma Planlama Ekranı.....	110
Şekil 5.8	: Araç Planlama Ekranı	111
Şekil 5.9	: Konteynerlere Araç Atama Ekranı.....	111
Şekil 5.10	: CMC Kontrolünde Bulunan Konteynerleri Gözlemleme ve Konteyner Talebi Yapma Ekranı.....	112
Şekil 5.11	: Konteyner Lokasyonlarına Göre Araç Gözlemleme ve Konteyner-Araç Eşleme Ekranı	113

TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ, LOJİSTİK VE TAŞIMACILIKTA BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ VE UYGULAMALARI

ÖZET

Günümüzün rekabet koşullarında işletmeler hem kendi süreçlerini etkin şekilde yönetebilmeli, hem de pazarda rekabetçi güçlerini koruyabilmelidir. Bilişim teknolojileri işletmelerin varlıklarını verimli şekilde yönetebilmesini, en önemli kaynak olan bilginin doğru zamanda doğru şekilde iletilmesini ve analiz edilmesini sağlamaktadır.

Küresel ticaret ortamında zamanla daha karmaşık bir hal alan tedarik zinciri, lojistik ve lojistikte en büyük paya sahip taşımacılık süreçlerinin yönetimi bilişim teknolojilerinden yararlanarak daha düşük maliyetlerle, daha hızlı ve kolay bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Operasyonel seviyede; daha az iş gücü ile işlemler yürütülmekte, daha düşük haberleşme maliyetleriyle tedarik zincirinin birbirine entegre olan her biriminde stok seviyeleri, sevkiyatın durumu gibi kritik bilgiler doğru şekilde takip edilebilmektedir. Katma değerleri iş süreçleri daha düşük maliyetlerle müşterilere sunulmaktadır. Stratejik seviyede; bilginin daha sağlıklı toplanması ve analiziyle daha gerçekçi kararlar doğrultusunda planlama işlemi yapılabilmektedir. İşletmeler edindikleri bilgiler doğrultusunda beklenmedik değişikliklere karşı esneklik sağlayabilmekte, üretim, teslimat vb. süreçlerde gerekli önlemleri alabilmekte ve müşterilere daha etkin hizmet sunabilmekte ve rekabet avantajı sağlayabilmektedir.

Bilişim teknolojilerine yapılan yatırımlardan işletmelerin gerçek anlamda fayda sağlayabilmeleri kendi işlerini etkin şekilde analiz ederek kendilerine en uygun teknolojilerinden yararlanmalarına bağlıdır, aksi takdirde yapılan yatırımlar işletme için geri dönüşü olmayan bir maliyete neden olmaktadır. Tedarik Zinciri Yönetiminin yoğun operasyona dayalı lojistik süreçlerinde bilişim teknolojilerinden sadece operasyonel işlemleri gerçekleştirmede değil, stratejik anlamda fayda sağlamak üzere teknolojilerin birbirlerine entegre edilerek gözlemleme, karar verme ve planlamada kullanılması gerekmektedir. Operasyondaki operasyonel yürütme ve planlama sistemlerinin ilgili personelin işletmenin asıl iş hedeflerinden sapmadan, iş süreçlerini aksatmadan çalışmasını sağlayacak şekilde ve düzeyde tasarlanması gerekmektedir.

Bu doğrultuda, birinci bölümde Tedarik Zinciri Yönetimi, lojistik ve taşımacılık süreçleri, bilişim teknolojileri ile ilgili genel bir bilgi verilmektedir. İkinci bölümde Tedarik Zinciri Yönetimi, lojistik ve taşımacılık kavramları ve temel faaliyetleri detaylandırılmaktadır. Üçüncü bölümde bu faaliyetlerde kullanılan bilişim teknolojileri, teknolojilerin birbirleri üzerindeki etkileri incelenmektedir. Dördüncü bölümde uygulamada yararlanılması önerilen RFID sistemleri, bu sistemlerin tedarik zinciri ve lojistikteki uygulamaları aktarılmaktadır. Son olarak edinilen bilgiler doğrultusunda ortak bir çıktı yaratan Arkas Holding' e bağlı depoculuk işlemlerini

yürüten Ardep A.Ş, konteyner yönetimi süreçlerini yürüten Container Management Center (CMC) ve taşıma süreçlerini yürüten Arkas Ulaştırma şirketlerinin mevcut iş süreçleri detaylandırılmaktadır. İş süreçlerinin gelişimi ve daha etkin yönetilebilmesi için fayda- maliyet analizleri, yatırımın geri dönüş süreleri ve temel gereklilikler göz önünde bulundurularak RFID, CMS gibi uygun bilişim teknolojileri önerilerek önerilen sistemin kavramsal tasarımları ve senaryo aktarımları gerçekleştirilmektedir. Sonuç olarak işletmeye uyarlanması önerilen bilişim teknolojilerinin operasyonel ve yönetsel açıdan potansiyel getirileri ve riskler açıklanmaktadır.

Anahtar kelimeler: Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY), lojistik, taşımacılık, bilişim teknolojisi, Radyo Frekanslı Tanımlama Sistemleri (RFID), Depo Yönetim Sistemleri (WMS), Taşıma Yönetim Sistemleri (TMS), Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP), Konteyner Yönetim Birimi (CMC), Konteyner Yönetim Sistemleri (CMS), İleri Planlama Sistemleri (APS).

INFORMATION TECHNOLOGIES AND ITS APPLICATIONS IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT, LOGISTICS AND TRANSPORTATION

SUMMARY

Due to current competition in the market, the enterprises should both be able to manage their processes and keep the competition strength. Information Technologies provide the companies manage their assets effectively, transfer and analyze the information correctly in the right time.

The management of the processes of Supply Chain Management, logistics and transportation, which have been complex in the global trade medium can be performed faster, cheaper and easily by Information Technologies. In the operational stage, the processes can be performed by less labor force; the critical information like inventory level, position of the transportation can be observed correctly in every unit of the supply chain which is integrated to each other. The value added business processes can be served at a small charge. Strategically, the planning can be done in accordance with the realistic decisions by accurately collected and analyzed data. The companies can be more flexible against unexpected changes, take action in production, delivery etc., and have the competition advantage by serving customers effectively.

Making use of the Information Technologies in the literal sense depends on the companies analyze their business processes effectively and utilize the most appropriate technology; otherwise the investment causes a cost that would never return. The Information Technologies are not only to used to perform operational processes; but also to decide and plan to utilize strategically by integrating technologies with each other. The operational execution and planning systems should be designed in a way that they would not cause the operation staff diverge from the main business goals and disturb the business processes.

In this instance, Supply Chain Management, logistics and transportation processes, and the related information systems are overviewed in the first chapter. In the second chapter Supply Chain Management, logistics and transportation processes and the main activities are detailed. Next, the technologies utilized in these activities and the effects of each technology on each other are analyzed. In the fourth chapter RFID systems, the recommended technology for the application part and its application in supply chain management and logistics are explained. Finally, the current, conjunct business processes of Ardep A.Ş., which performs the warehousing activities, Container Management Center (CMC), that executes the management of containers and Arkas Ulaştırma that substantiates transportation are detailed. The appropriate information technologies like RFID, CMS are recommended, conceptual design and scenarios are explained considering return cost-benefit analysis, return of investment and main requirements in order to develop and manage the processes effectively.

Consequently, potential benefits and risks of recommended technologies for the firm are explained.

Key words: Supply Chain Management (SCM), logistics, transportation, information technology, Radio Frequency Identification System (RFID), Warehouse Management Systems (WMS), Transportation Management Systems (TMS), Enterprise Resource Planning ERP), Container Management Systems (CMS), Advanced Planning Systems (APS)

1. GİRİŞ

Bilişim teknolojilerinde yaşanan gelişim ve küreselleşme üretim, lojistik, perakende vb. sektördeki birçok işletmeyi iş fonksiyonlarını gerçekleştirmede bilişim teknolojilerinden faydalanmaya yöneltmektedir. Sadece operasyonel ve taktik seviyede iş süreçlerini gerçekleştirmede değil, stratejik anlamda hem pazarda rekabet avantajı yakalamak, hem de edinilen bilgilerin analiziyle daha etkin planlama gerçekleştirmek amacıyla bilişim teknolojileri işletmelerin vazgeçilmez birer parçası haline gelmektedir.

Küresel anlamda artan ticaret hacmi ve rekabet doğrultusunda işletmelerin sadece kendi fonksiyonlarını yerine getirmek değil, tedarikçilerden müşterilere uzanan zincirde, her bir aşamada ilgili aktiviteleri birbirine entegre ederek bu zinciri yönetebilmesi gerekmektedir. Tedarik Zinciri Yönetimi olarak isimlendirilen bu felsefede; malzemelerin, hizmetlerin ve ilgili bilgilerin akışını başlangıç noktasından tüketim noktasına kadar müşteri gereksinimlerini en efektif şekilde karşılamak için etkin olarak planlanması, uyarlanması ve kontrol edilmesi ise lojistik kavramını oluşturur. Temel lojistik faaliyetler içerisinde en önemli paya sahip ve zincirdeki birimleri birbirine bağlayan unsur ise taşımacılıktır.

Fayda maliyet analizleri yapılarak, asıl iş süreçleri aksatmayacak şekilde seçilen bilişim teknolojileri işletmeleri daha düşük koordinasyon maliyetleriyle birbirine entegre ederek daha az kaynak gereksinimi ile iş aktivitelerini yerine getirmelerini sağlamaktadır. Zinciri oluşturan birimler gerekli bilgileri düşük maliyetlerle toplayarak analiz edebilmekte, birbirlerinden anlık olarak edinerek hem kendi bünyelerinin, hem diğer işletmelerin iş akışlarının kontrolünü gerçekleştirebilmektedir. Tedarik Zinciri Yönetimi, lojistik ve taşımacılık süreçlerinde her bir aktivitenin yürütülmesini ve optimizasyonunu sağlayan, birbirine entegre edilmiş bilişim teknolojilerinin kullanılması ile bilgiye herhangi bir anda ulaşılarak zinciri oluşturan birimlerin fonksiyonlarında etkin şekilde, ileri düzeyde

planlama yapılabilmekte, karar destek sistemleriyle beklenmedik durumlara karşı esneklik sağlanabilmekte ve süreçler bütünleştirilebilmektedir.

2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ, LOJİSTİK VE TAŞIMACILIK KAVRAMLARI

2.1 Tedarik Zinciri Yönetimi

Günümüz koşullarında geleneksel satın alma ve lojistik süreçleri stratejik bir bakış açısıyla dağıtım ve taşımacılık kavramlarının da bütünleşmesiyle Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY) başlığı altında bir yönetim felsefesine dahil olmuştur. TZY ürünlerin müşterilere en düşük maliyetlerle en iyi hizmet anlayışıyla ulaşmasını sağlar, tedarik zinciri süreçlerinin tek merkezli olarak yönetilmesini sağlamak günümüz sanayi koşullarına uygun değildir.

Literatürde APICS sözlüğü tarafından TZY kavramı şu şekilde tanımlanmaktadır: Tedarikçi ile firma arasındaki, ilk hammaddeler ile tamamlanmış ürünlerin son tüketimi arasında yer alan süreçlerdir, bir başka tanımla ürün ve hizmetlerin müşterilere sunulması için değer zincirini harekete geçiren firma iç ve dışı fonksiyonlardır. [1]

TZY kavramı üretim ve tedarik süreçlerinin her birini mamulün hammadde aşamasından müşteriye ulaşıncaya kadar entegre eden yönetim anlayışıdır, bu anlayışa geri dönüşüm ve malzemelerin tekrar kullanımı anlayışı da eklenerek tanımlı genişletilmiştir. Tedarik Zinciri Yönetimi şirketlerin tedarikçilerinin süreçlerinden, teknolojiye ne kadar faydalandıklarına, rekabet avantajlarını ne kadar artırdıklarına, üretim, lojistik ve malzeme yönetimi fonksiyonlarının koordinasyonunu ne şekilde sağladıklarına odaklanır. [2]

Değer zincirindeki bütün unsurlar entegre olduklarında ve tek bir birim gibi çalıştıklarında TZY şirketlerin performansını artırmaktadır. Bütün bu tanımlar Tedarik Zinciri Yönetimi Kavramında şu amaçları oluşturur:

- Etkin satın alma ve dağıtım fonksiyonları.
- Ticari ortaklar arasında uzun dönemli ilişkilere odaklanma
- Ticari organizasyonlardaki operasyonel optimizasyon süreçleri [2]

2.1.1 TZY Kararları

TZY kararları 2 geniş kategoride sınıflandırılmaktadır: stratejik ve operasyonel. Terimden de anlaşılacağı gibi stratejik kararlar uzun zaman dilimleri için verilmektedir ve tasarım aşamasından itibaren tedarik zinciri politikalarına rehberlik ederler. Operasyonel kararlar kısa dönemlidir ve günlük bazdaki rutin aktivitelere odaklanır ve stratejik olarak planlanmış TZY’ de ürün akışlarını etkin bir şekilde yönetmeye yararlar.

TZY’ de 4 ana karar unsuru vardır: 1) lokasyon, 2) üretim, 3) envanter, 4) ulaştırma (dağıtım) ve bu karar alanlarının her birinde hem stratejik hem operasyonel elemanlar mevcuttur.

2.1.1.1 Lokasyon Kararları

Tedarik Zinciri Yaratmada ilk adım üretim faaliyetlerinin, stok ve tedarik noktalarının belirlenmesidir. Bu faaliyetlerin ve noktaların belirlenmesiyle birlikte ürünlerin son müşteriye akışındaki olası yollar da ortaya çıkar. Bu kararlar müşteriye ulaşmak için temel strateji sağladıkları; kar, maliyet ve hizmet seviyesinde etkide bulundukları için önemlidir. Üretim kısıtlamalarını, ürün ve dağıtım maliyetlerini kapsadığı için bu kararlar sürekli olarak optimize edilmelidir. Lokasyon kararları her ne kadar stratejik olsalar da operasyonel seviyede de etkilidirler. [3]

2.1.1.2 Üretim Kararları

Stratejik karar hangi ürünlerin hangi üretim birimlerinde üretileceğini, tedarikçilerin üretim merkezleriyle olan ilişkilerini içerir. Daha önce de belirtildiği gibi bu kararların kar, maliyet ve müşteri hizmetleri seviyesi üzerinde önemli bir rolü vardır. Kararlar ürün akışlarının hangi faaliyetleri takip edeceğini belirler. Kritik olan nokta üretim birimlerinin kapasitesidir ve büyük ölçüde şirketteki dikey bütünleşmenin derecesine bağlıdır. Operasyonel kararlar detaylı üretim çizelgesine odaklanır, ana üretim planlamasının yapısını, tezgâhlardaki üretimi çizelgelemeyi, ekipman bakımını içerir. [3]

2.1.1.3 Envanter Kararları

Bu kararlar envanterlerin ne şekilde yönetileceğini belirler. Envanterler tedarik zincirinin her aşamasında ham-madde, yarı-mamul, son ürün olarak bulunabilir. Envanter kararlarındaki en önemli nokta tedarik zincirinde oluşabilecek herhangi bir

belirsizlik durumunu kompanse etmektir. Fazla envanter tutulumu envanter değerinin %20'sinden %40 oranına kadar maliyet yaratabilmektedir, bu nedenle tedarik zinciri operasyonlarında etkin bir yönetim kritik rol oynamaktadır. Birçok araştırmacıya göre envanter yönetimi operasyonel bir karardır; sipariş miktarlarının optimal seviyelerinin tespiti, güvenlik stok seviyelerini tespiti kısa dönemde sürekli tekrarlanması gereken proseslerdir. Bu miktarlar müşteri hizmetleri açısından da belirleyici rol oynamaktadır. [4]

2.1.1.4 Taşıma Kararları

Taşıma kararları yukarıda anlatılan kararlara göre daha stratejiktir, çünkü envanter kararlarıyla birebir ilişkilidir. Hava taşımacılığı hızlı ve güvenilirdir, daha az güvenlik stoğu tutulmasını sağlar, ancak maliyeti yüksektir. Demir yolu veya deniz taşımacılığında maliyetler düşüktür ancak şirketler belirsizlik durumlarına arşı daha fazla emniyet stoğu tutma yoluna giderler. Bunun yanı sıra, müşteri hizmet seviyeleri ve coğrafik lokasyonlar bu kararlarda önemli rol oynarlar. Taşımacılık hizmetleri lojistik maliyetlerinin % 30'undan fazlasını oluşturmalarına rağmen etkin bir operasyon süreciyle, rotalama ve çizelgeleme faaliyetleriyle şirketlerin taşımacılık süreçleri efektif olarak yönetilebilmektedir. [4]

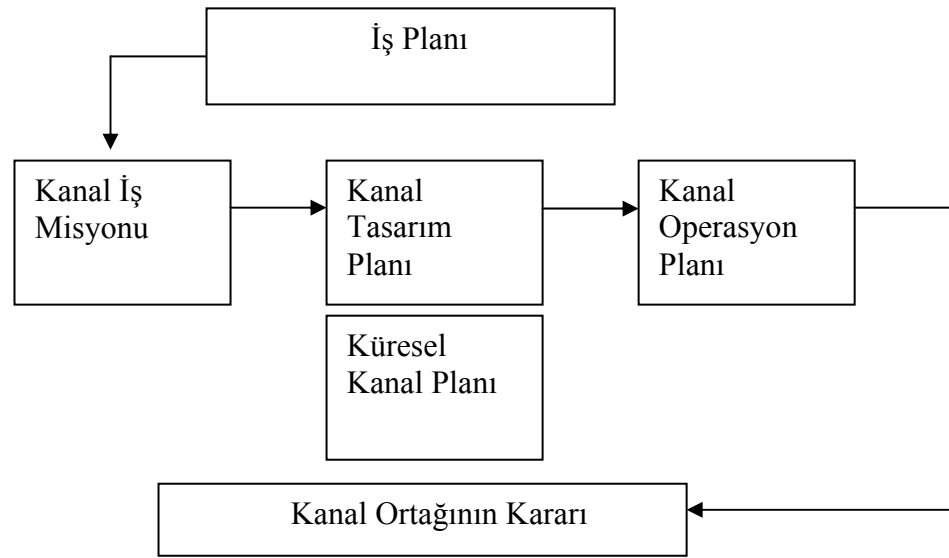
2.1.2 Tedarik Kanal Planlama Elemanları

Yukarıdaki tanımlarda tedarik zincirinin bilginin ve ürünlerin tedarik kaynağından müşteri satışına kadar bir kanal içindeki akışı olduğu tanımlanmaktadır. Tedarik Kanal yönetiminin odak noktası dağıtımdır ve dağıtım bir ürün veya hizmetin tüketilebilmesi için ürün veya hizmeti uygun olan yerlere ulaştırabilmektedir. Etkin kanal stratejileri yürütebilmek için planlamacılar aşağıdaki soruların yanıtlarını bulmaya çalışmalıdırlar:

- Tedarik kaynağının fiziksel yapısı ne olmalıdır?
- Müşteri tarafından talep edilen değeri dağıtmak için optimum kanal yapısı nedir?
- Tedarik kanalından gerçekleştirilmesi gereken pazarlama ve lojistik fonksiyonları nelerdir?
- Katma değer yaratan özellikler (hız, güvenilirlik, fiyat, hizmet, teknoloji) nelerdir?
- Gecikmeler ve katma değerli stratejilerin tedarik kanalı üzerine olan etkileri nelerdir?

- Kanal iş birliğini istenilen seviyede tutmak için ne çeşit iş ilişkileri sağlamak gereklidir?[5]

Aşağıdaki şekilde belirtildiği gibi kanal planlama süreci kanal iş misyonunun belirlenmesiyle başlar. Bu adımın amacı tedarik zincirinin pazarda nasıl rekabet edeceğini tanımlamaktır. Tedarik kanalının doğası ve fonksiyonu sektöre göre değişiklik gösterse de ortak iş misyonlarının amacı en düşük operasyon ve yatırım maliyetleriyle sürekli olarak en iyi hizmeti vermektir. Etkin bir misyon tedarik kanalında beş kritik unsurun (müşteri, hizmet stratejisi, insan kaynakları, ticari ortaklar, bilgi teknolojileri) yüksek rekabet gücüne sahip değer zincirine ne şekilde entegre edileceğini belirlemelidir.



Şekil 2.1: Kanal Planlama Süreci [5]

Kanal planlama sürecinin ikinci aşaması tedarik kanal sisteminin kurulmasıdır. Dağıtım sistemleri ürünün orijinden tüketimine kadar olan sürecindeki akışı sağlarlar. Temel amacı gerçekleştirmek için kanal yapısını tasarlarlarken dikkate alınması gereken iki kritik unsur vardır: İlki ürünün dağıtımının zorluk derecesi, spesifik lojistik fonksiyonlarına ihtiyaç olup olmadığı, lojistik fonksiyonları üzerinde ne kadarlık denetim gerektiği vb. tespit edilmelidir. İkincisi kanaldaki iş ortağına bağlılık derecesidir. Kanal yapısı genişledikçe kritik süreçleri sürdürmek ve riski paylaşmak için iş ortağına olan bağımlılık da artacaktır.

Kanal tasarımı belirlendikten sonra operasyonel planların hız, kalite, düşük maliyetler, yüksek kanal performansı, güvenilirlik unsurlarını sağlayacak şekilde optimize edilmesi gerekmektedir. Bu alandaki son konu toplam tedarik ağı

maliyetlerini(iş gücü maliyetleri, yatırım maliyetleri, ulaştırma maliyetleri vb.) düşürmektir.

Ticaretin küreselleşmesiyle uluslararası çapta rekabetçi strateji izleyebilmek için uygun iş ortaklıkları kurmak amaçlanmaktadır. İntermodal taşımacılık, hükümet uygulamaları, çevresel faktörler gibi stratejik kararlar da küresel kanal planlarında göz önünde bulundurulmalıdır. [5]

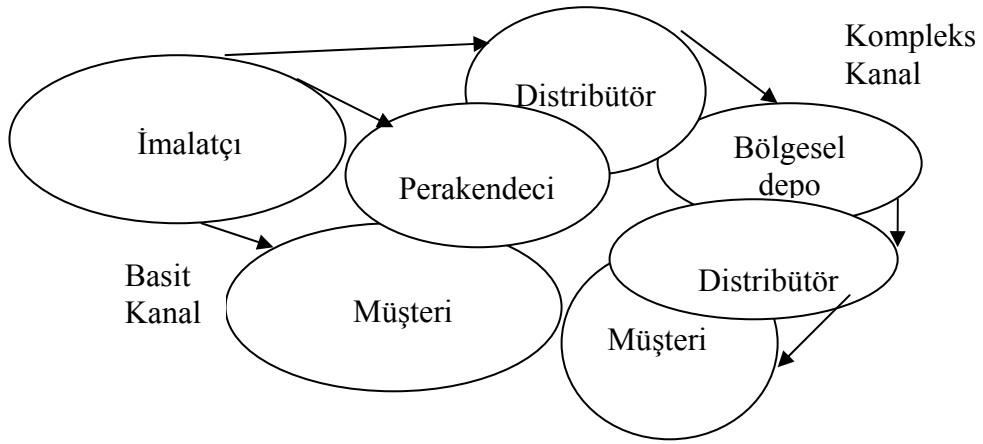
2.1.2.1 Tedarik Zinciri Kanal Yapısı

Kanal, bir serbest pazar sisteminin içinde ürün ve hizmet sahipliliğinin değişiminin gerçekleştirildiği alandır. Bu rekabet ortamı içinde şirketin başarısı belirlenir. Kanal düzenlemelerinin farklılığı ve karmaşıklığı, geniş kapsamlı bir kanal stratejisinin geliştirilmesinde karşılaşılan engellerin tanımlanmasını ve genelleştirilmesini zorlaştırmaktadır. [5]

Fiili uygulamalarda bir pazarlama kanalının oluşturulması için daha önceden geniş boyutlarda planlama ve görüşmelerin yapılması ilk sırada yer alır. Bir strateji uygulandıktan sonra yöneticiler genellikle pazarlama kanalı düzenlemelerinin bir ya da daha fazla özelliğini değiştirebilirler. Buna bağlı olarak, firmanın sürekli iyileştirme arayışında olması nedeniyle pazarlama kanalı düzenlemeleri dinamiktir.

Teknik bakımdan, bir kanal, pazarlama süreci boyunca, ilk sahibinden son sahibine kadar, ürünlere sahip olan ve ürün alışverişini kolaylaştıran işletmelerden oluşan bir gruptur.

Tedarik kanalının yapısı kurumsal ve fonksiyonel yaklaşımlar tarafından değerlendirilebilmektedir. Kurumsal olarak tedarik kanalları ürün ve hizmetlerin alım ve satış süreçlerini gerçekleştiren birbirine bağlı şirketler olarak tanımlanabilir. Diğer taraftan bir tedarik kanalı tek bir kurum tarafından sahiplenilen, coğrafik olarak dağıtılmış depoların oluşturduğu bir grup olarak da tanımlanabilir. Pratikte bir tedarik kanalının çeşitli birimleri tarafından gerçekleştirilen aktiviteleri kurumsal ve fonksiyonel olarak birbirinden ayırmak neredeyse imkânsızdır. Kanal temsilcilerini gerçekleştirdikleri aktiviteleri baz alarak ayırmak üretici, satıcı, perakendeci gibi terminolojileri baz alarak ayırmaktan daha faydalıdır. Böyle bir yaklaşım kanal stratejilerini oluşturan kişilere tedarik kanalının gerçek aktivitelerine odaklanmalarında destek olmaktadır. Aşağıdaki şekil tedarik kanal yapılarının çeşitlerini göstermektedir. [5]



Şekil 2.2: Tedarik Kanal Yapısı Çeşitleri [5]

2.1.3 Kanal Tasarımı

Tedarik zinciri iş planının ilk aşaması olan iş misyonunun belirlenmesinin ardından planlamacılar kanal tasarımına ağırlık vermelidirler. Bu planlama sürecinin sonucu genellikle kanal yapısı tasarımı olarak tanımlanmaktadır. Kanalı rekabetçi amaçlara odaklama işlemi kanal liderliği olarak tanımlanmaktadır ve kanal yapısını tasarlamak için belirlenmiş görevler ve bu konuda liderliği sağlamak da kanal yönetimi olarak tanımlanmaktadır. Kanal ağı yapısına karar vermede şirketler ürün ve hizmetlerini pazar alanının zaman, yer ve dağıtım ihtiyaçlarına göre sıraya koymalıdır. Pazarlama kanalını tanımlamak için aşağıda maddelenen dört unsur dikkate alınmalıdır:

- **Ürün çeşitliliği:** Tedarikçinin ürün ve hizmet çeşitliliği alıcının ürün ve hizmet gereksinimlerini karşılamak için harcadığı zaman ve maliyeti düşürür.
- **Bekleme Süresi:** Bu süre sipariş aşamasından ürün ve hizmetlerin yerine getirilmesine kadar geçen zaman aralığını belirtir. Dağıtım daha hızlı oldukça müşteriler daha az güvenlik stoğu tutarak planlama süreçlerini geleceğe yönlendirebilirler.
- **Lot Büyüklüğü:** Gereksinim duyulan satın alma miktarı büyüklüğü direkt olarak müşteri hizmet seviyelerini etkilemektedir. Daha küçük lot büyüklükleri ve daha hızlı dağıtımla hizmet seviyesi artar. Küçük lot büyüklükleri müşterilerin ödenecek nakit miktarlarını azaltır, depolama ihtiyaçlarını azaltır, hasarlardan kaynaklanan maliyetlerini azaltmalarına yardımcı olur.

- Mesafe Uygunluğu: Hizmet çıktısı kanalın merkezileştirilme derecesini belirtir. Zaman ve yer faydası müşteriler için kritiktir. Satış yeri müşteriye ne kadar yakın olursa uygun tedarikçi araştırması ve ulaştırma maliyetleri o kadar düşer. [5]

Kanal tasarımında dikkate alınacak bir diğer nokta kanala katılanların kabul edilme derecesidir. Kanal elemanları birbirlerine ne kadar bağımlı olurlarsa kritik bilgi ve süreçlerin koordinasyonu ve paylaşım ihtiyacı o kadar yüksek olur. Bağımlılık azaldıkça şirketler kendi rekabet avantajlarını korumak için dikey şekilde entegre edilmiş kanallar etrafında gruplanmaktadır:

- Tek İşli Kanallar: Birçok pazarlama işlemi bir seferlik olarak, tekrarlanmayacak tedarik kanallarında oluşur. İnşaat, uluslararası ticaret, anapara ekipmanlarının satın alımında bu kanallar gözlemlenebilir. Bu durumlarda tedarik kanalları geçicidir ve tek bir süreci gerçekleştirmek için kurulurlar.
- Konvansiyonel Kanallar: Kanal düzenleme kategorisi ayrıca *serbest- akış* kanallı olarak da bilinmektedir. Bu kanal tipinin ana karakteristiği kanal katılımcıları tarafından korunan yüksek bağımsızlık derecesidir. Kanal verimliliğini ağ şeklinde bir tedarik kanalının vazgeçilmez elemanları olarak sağlamak hedeflenmez. Faydalarının yanı sıra bu kanal çeşidinin sakıncaları da vardır. Serbest akışlı kanallar kısa dönemli verimlilik sağlamak ve fırsat kazanmak için çoklu kanallar arasında serbestçe hareket ederek zamanla bağımlı kanal yapılarından daha istikrarsız hale geleceklerdir. İkincisi, kanal düzenlemeleri avantajların yok olduğu gözlemlendiği durumlarda aniden son bulabilmektedir.
- Ağlı Tedarik Kanal Sistemleri: Bu çeşit kanalda kanal birimleri birbirlerine olan bağımlılığı talep etmektedirler. Bu çeşit organizasyonlar kısa dönemli yeteneklerini operasyonel etkinlikleri maksimize etmek için, uzun dönemli kapasitelerini ise ağlı kanal sistemlerindeki ortak şirketlerle yakın ilişkide olmak ve rekabetçi avantajlarını korumak için kullanırlar. Bu kanal düzenleme formunun temel avantajı bireysel işletmelerin belli bir performans seviyesini korumalarını sağlamaktır. [5]

2.1.3.1 Kanal Operasyonları

Entegre tedarik kanalının birincil amacı imalat, dağıtım ve müşteriye teslim süreçlerinin operasyonel aktivitelerini kolaylaştırmaktır. Bu üç kanal sürecinin amacı müşteriye rekabetten etkilenmeyecek tekil değer yaratmaktır. Bu misyonu başarmada

tedarik kanalının şu faktörleri sağlaması gerekmektedir: Üstün müşteri hizmeti, azaltılmış kanal çevrim süreleri, yüksek kanal performansı ve düşük maliyetler. Günümüzde en iyi tedarik kanalları operasyonel mükemmelliği, kaliteyi, sürekli gelişimi, yenilikçi teknolojileri kapsamalıdır.

Katma değerli operasyonların sürekli olması müşteri tarafından talep edilen değerlerin performanslarının kanal boyunca yüksek olmasını gerektirir. Bu değerler elektronik ticaretin de kullanımıyla teslimatın güvenilir olmasını, yüksek ürün/hizmet kalitesini, en iyi fiyat değerini, dağıtım hızını, ürünlerin bulunabilirliğini sağlar.

En iyi müşteri hizmeti sağlamanın yolu ürünün imalat noktasından müşteriye ulaşmasına kadar geçen süreyi kontrol altında tutmaktır. Çevrim zamanlarının etkin yönetilmesi yüksek müşteri hizmeti, daha esnek ve daha düşük maliyetli operasyonel süreçler, envantere bağlanmış daha düşük maliyetler sağlar. Tedarik kanal operasyonu süreçlerini yönetmede çevrim zamanları aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

- İmalat süreci çevrim zamanları: Üretim süreçleri kanal çevrim zamanları yönetiminin giriş kapısında yer almaktadır. İmalatçıların ham maddeleri ve komponentleri son ürünlere çevirme yetenekleri esnek süreçlerin kurulumuna bağlıdır. Bu çevrim zamanını yönetmenin amacı planlama ve çizelgelemeyi geliştirmek, ayar ve işlem zamanlarını düşürmek, müşterinin talep ettiği kadar ürün üretmek, mümkün olan en iyi ürün kalitesini sağlamak, ürünleri tedarik kanalındaki dağıtım noktalarına kısa sürede ulaştırmaktır.
- Dağıtım süreci çevrim zamanları: Bu süre tedarik ağındaki transfer noktalarının sayısına ve coğrafi lokasyonlarına direkt olarak bağlıdır. Ulaştırma hizmetlerinin hızı, tedarik kanalındaki düğümlerin kapasitesi, bilgi transferinin hızı ve doğruluğu bu süreyi yönetirken göz önünde bulundurulmalıdır.
- Müşteri teslimat çevrim süreleri: Bu alandaki çevrim zamanı yönetimi sipariş sürecinin etkin bir şekilde yönetilmesine bağlıdır. Sipariş yönetimi kanalın hem iç tedarik kanal siparişlerini, hem son müşteriye teslim edilen ürünlerin doğru ve tam zamanlı olarak müşteriye ulaştırılmasını içerir. Ürünlerin zamanında dağıtılmasının yanı sıra teslimat çevrim süreci yönetimi ürünlerin teslim alındığı bilgisinin imalat noktasına ulaştırılmasıyla da ilişkilidir.

Tedarik kanal operasyonlarının başka bir kritik noktası performans seviyelerinin gözlemlenmesi ve geliştirilmesidir. Her bir tedarik kanalı spesifik bir performans amacına odaklanabilir. Bu performans kriterleri aşağıdaki gibidir:

- Müşteri tatmini: Bu alanda müşteri teslimatı, ürünün bulunabilirliği, sipariş süreçlerinin kolaylığı, sipariş bilgisi, teslimatın zamanında yapılması, müşteri şikâyetlerinin sayısı, fiyatlandırma gibi metrikler yer almaktadır.
- Kalite: Güvenilirlik, standartlara uygunluk, süreklilik önemli faktörleridir. Diğer metrikler tamamlanmamış siparişler, sipariş içerikleri, zayıf envanter planlama gibi hizmet konularını içerir.
- Mal Faydası: Bu metrik kanalın sahip olduğu her bir fiziksel değer için kazanılan rekabet avantajını değerlendirmeyi amaçlar. Bu kriter öncelikli olarak her bir kanal elemanının mal unsurundan faydalanmaya odaklansa da toplam kanal varlıklarının üretkenliğinin operasyon maliyeti, fiyat gibi kriterler üzerinde direkt etkisi olacaktır.
- Operasyon maliyetleri: Bu kriter alandaki her birimin neden olduğu maliyetlerin ölçümünü içerir. İş gücü maliyeti, ulaştırma, bakım, vergi, bilgi hizmetleri bu maliyetleri oluşturur.
- Çevrim zamanı: Yukarıda belirtildiği gibi operasyon süreçleri arasındaki sürenin ölçümü tüm kanalın rekabetçi durumunu algılamak için kritiktir.
- Verimlilik: Bu son metrik bazı kritik kanal performans kriterlerini ölçümlemeyi hedefler. Bu metrikler birim zamanda üretilen sipariş miktarı, tesisten yapılan ürün yükleme seviyesi, ürün başına birim maliyetler, satış birimi başına ağ maliyetleri gibi.
- Yukarıdaki ölçü kriterleri için verileri toplamak zor olsa da doğru ve tam performans ölçümleri kanal planlamacılarına ağ tasarımı, operasyon ve yatırım için yol gösterici olmaktadır. [5]

2.2 Lojistik Yönetimi

Lojistik; malzeme, hizmet, anapara ve bilgi akışının yönetimi için bir iş planlama çerçevesidir. Günümüz iş dünyasında gereksinim duyulan, artan kompleks bilgi, iletişim ve kontrol sistemlerini içermektedir. [6]

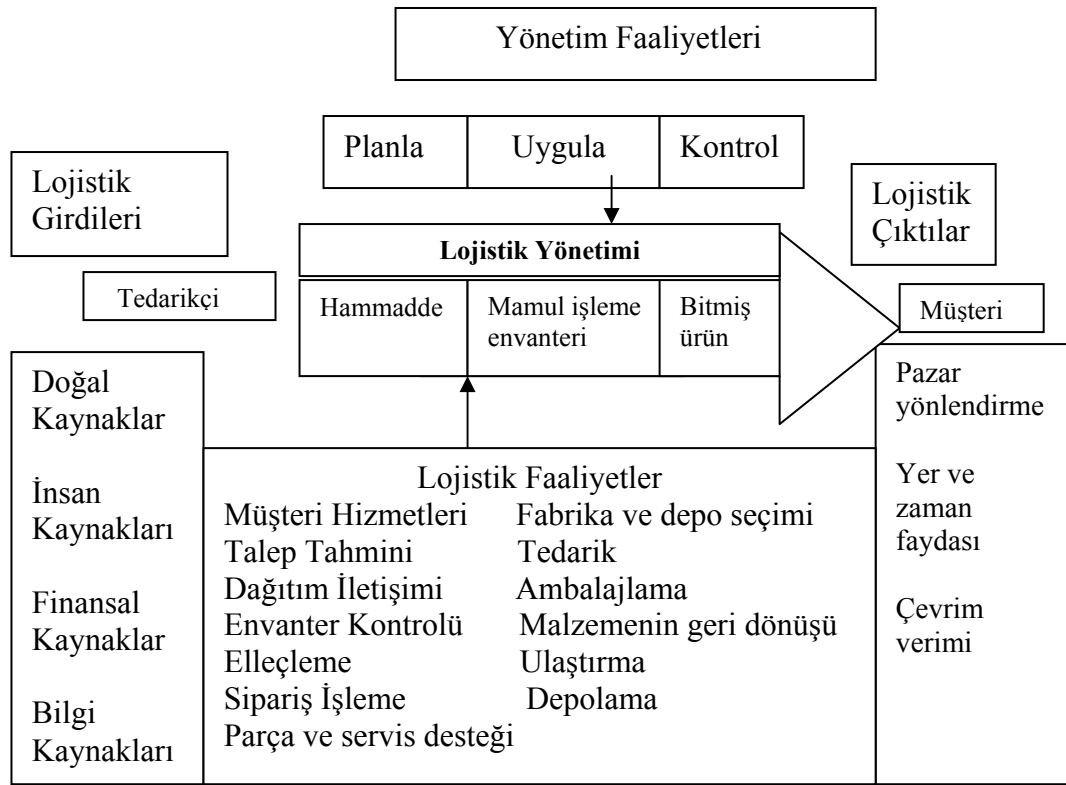
Başka bir tanımla lojistik; malzemelerin, hizmetlerin ve ilgili bilgilerin akışını başlangıç noktasından tüketim noktasına kadar müşteri gereksinimlerini en efektif şekilde karşılamak için etkin olarak planlanması, uyarlanması ve kontrol edilmesidir. Bu tanımda içsel ve dışsal hareketler de göz önünde bulundurulmaktadır. [7]

Lojistik yönetimde hizmetlerin lojistik hizmet olarak tanımlanabilmesinin tek yolu tedarik zinciri yönetimindeki hizmetlerin bilgi akışının, kontrolünün, iyileştirme çalışmalarının lojistik şirket tarafından yerine getirilmesi, müşteriler ve tedarikçiler arasındaki mal ve bilgi akışını içeren faaliyetlerin bütünlüğünün sağlanmasıdır. Lojistik yönetimi kapsamında sadece üreticiler değil, perakendeciler, servis sağlayıcı iş tarafları da göz önünde bulundurulmalıdır; planlama, optimizasyon ve lojistik faaliyetlerinin kontrolü lojistik yönetiminin her aşamasında sağlanmalıdır.

2.2.1 Lojistik Yönetimi Bileşenleri

Lojistik yönetimindeki aktiviteler hammaddeleri, üretim aşamasında ortaya çıkan envanterleri ve nihai ürünleri kapsamaktadır.

Aşağıdaki şekilde lojistik yönetiminin bileşenleri yer almaktadır:



Şekil 2.3: Lojistik Yönetimi Bileşenleri [8]

2.3 Temel Lojistik Faaliyetler

Günlük lojistik faaliyetler aşağıdaki 5 operasyonel unsurun yönetimiyle ilişkilidir:

1. Lojistik ağ tasarımı

2. Operasyon planlama ve uygulama
3. Lojistik ortaklık yönetimi
4. Bilgi teknolojileri yönetimi
5. Lojistik performans yönetimi

2.3.1 Lojistik Ağ Tasarımı

İmalat bölgelerinin, dağıtım antrepolarının, perakende satış merkezlerinin lojistik ağ yapısı ürünlerin müşteriye akışının doğru ulaşmasını, pazarlama ve kanal hareketlerine ait bilginin gerekli yerlere iletilmesini sağlar. Dağıtım faaliyetlerinin sayısı, sıklığı ve coğrafi lokasyonunun firmanın iyi düzeyde ve müşterinin talep ettiği maliyette hizmet vermesi üzerinde etkisi vardır. Farklı tesis tiplerinin her birine ne kadar ihtiyaç duyulduğu, bu tesislerin yerleşimlerinin nerede kurulduğu ve gerçekleştirilen lojistik faaliyetler lojistik stratejisini belirlemede başlangıç noktasıdır. Operasyonel olarak lojistik kanal stratejisi aşağıdaki kritik soruların yanıtlarını belirlemektedir:

- Her bir lokasyonda depolanması gereken envanter seviyesi nedir?
- Envanter ikmal planlaması nasıl gerçekleştirilecektir?
- Müşteri siparişleri ikmal için nasıl tahsis edilecektir?
- Taşıma maliyetleri nasıl ölçümlenecektir?
- Lojistik partnerleri lojistik ağ tasarımında yer alacak mı, alacaksa hangi noktada olacaklar?

Bunlara ek olarak pazarlama kampanyaları, yeni ürünlerin tanıtımı, rakiplerin faaliyetleri, teknolojiye ilişkin değişiklikler gibi unsurlar zamanla ağ tasarımını etkileyecektir. Lojistik planlamacılar müşteri hizmetlerini optimal şekilde sürdürmek ve rekabet avantajı yakalamak için ağ stratejilerini sürekli gözden geçirmelidirler.[5]

2.3.2 Operasyon Planlama ve Uygulama

Lojistik, günlük iş fonksiyonlarının yürütülmesinde kritik rol oynamaktadır. Lojistik aktivitelerinin amacı içsel kaynakların optimizasyonu ve malzeme yönetimi, müşteri ihtiyaçları karşılama konusunda etkin bir şekilde yanıt vermektir. Bu aktiviteler beş operasyon bölgesine ayrılabilir:

- Sipariş Yönetimi: Lojistik tarafından gerçekleştirilen en önemli fonksiyon olduğu söylenebilir. Envanter ikmali, bekleyen siparişler dikkate alınarak müşteri siparişlerinin seyriyle ilişkilidir.
- Üretim ve Tedarik: Normalde diğer departmanların rezervleri, üretim ve envanter toplanması efektif lojistik için esastır. Üretim aileleri ve dağıtım bölgeleri büyüdükçe şirketler çoklu kanallar üzerinden ürün optimizasyonlarının lojistikle koordinasyon içinde yapılması gerektiğini tespit etmiştir.
- Taşıma maliyetleri ve hizmet yönetimi: Bu alandaki ana fonksiyonlar iç ve dış yükleme, taşıma yönetimi, toplam maliyet kontrolü, operasyonda dış kaynak kullanım kararı ve yönetsel hizmetlerin yürütülmesini içermektedir. Bu alandaki etkin planlama faaliyetlerin yerine getirilmesi iç yükleme ve dış yüklemede ürün hareketlerinin, depolamanın ve yıllık bazda taşıma maliyetlerinin düşürülmesini sağlamaktadır.
- Depolama Yönetimi: Tedarik zincirinde envanter yönetimi etkin ve iyi yönetilen depolama teknikleri gerektirir. Bu alanda depoya giriş, çıkış takibi, envanter depolama, malzeme elleçleme, teçhizat kullanımı gibi faaliyetler yürütülür.
- Taşıma Rotalama ve Çizelgeleme: Ürün hareketi lojistiğin temel fonksiyonudur. Bu alandaki faaliyetler taşımacılık kapasitesinden yararlanmak için optimizasyon yapmak, taşıyıcının kapasitesinden daha az taşıma yapmayı elimine etmek, üçüncü parti taşıma şirketlerinin seçimidir.
- Filo Yönetimi: Şirketlerin kendi filolarını kullanmaları fiziksel dağıtım varlıklarını en etkin şekilde kullanmalarını garanti etmeleridir. Amaç hizmet seviyesini koruyarak taşıma araçlarının optimum kullanımını sağlamaktır.
- Yükleme Planlama: Optimizasyonun maksimum seviyede yerine getirilebilmesi için detaylı şekilde yükleme planlaması yapılması gerekmektedir. Bu bölümdeki kritik fonksiyonlar paketleme ve etiketleme, yükleme konsolidasyonudur.
- Özel Fonksiyonlar: Lojistik çeşitli fonksiyonları yerine getirmek için stratejiler ve politikalar geliştirmelidir. Bu alanda ters lojistik kavramı gelişme göstermektedir. Ters Lojistik paketleme malzemelerinin ve diğer atıkların geri dönüşüm için merkezi toplama noktasına geri çekilmesidir. [5]

Bu faaliyetlerin her birinin etkin yönetimi organizasyonel yönetim için gereklidir ve tüm lojistik kanal ağı tedarik zinciri optimizasyonuna ve esnek kaynak yönetimine,

depolamaya, dağıtım potansiyeline entegre edilince faaliyetlerin gerçek anlamda faydası ortaya çıkar.

2.3.3 Lojistik Ortaklık Yönetimi, Dış Kaynak Kullanımı

Dünyada yaşanan gelişmeler, şirketlerin pazara ulaşma hızlarını ve maliyetlerini tekrar gözden geçirmeleri, işletmelerin uzmanlık alanları dışındaki operasyonel süreçlerinde maliyet azaltma isteği dış kaynak kullanımını yaygınlaştıran temel etken olmuştur.

Lojistik hizmetlerini bütün olarak yönetmek için gerekli bilgiye ve kaynağa kendi bünyesinde sahip olmayan pek çok şirket, lojistik proseslerinin tamamını ya da bir kısmını yürütecek firmalardan destek aramaya başlamıştır. Sonuçta, şirketlerin uluslararası nakliye, depolama, stok kontrol, ambalaj, etiketleme, sigorta, gümrükleme ve iç dağıtım gibi faaliyetlerinin devamlılığının sağlanabilmesi için bu faaliyetleri aynı çatı altında toplayarak müşterilerin farklı gereksinimlerine optimum sürelerde, rekabet edebilir maliyetlerle çözüm üretmeyi hedefleyen lojistik şirketleri doğmuştur.

Bilişim ve enformasyon teknolojisindeki gelişmeler lojistik hizmetlerin önemini daha da arttırmasıyla da taşıma, dağıtım, stoklama gibi hizmetleri içeren “Üçüncü Parti Lojistik” (3PL) kavramı ortaya çıkmıştır. 3. parti ortaklar yeni teknolojiler kullanarak hizmet gösterebildikleri ve müşterilerin tedarik zincirlerine entegre edilebildikleri için önemleri artmıştır. Taşıma hizmetleri, depo kiralama, depo operasyonları, küçük dağıtımlar ve katma değerli benzeri süreçlerin yanı sıra Internet ve EDI uygulamalarından yararlanmak üçüncü parti şirketlerin çeşitli gelişmiş hizmetler vermelerini sağlamaktadır. Bu operasyonların yanı sıra 3PL, ürünlerin gözlemlenebilirliği, taşıma şirketinin seçimi, ters lojistik, müşteri ve tedarikçilere Web ve EDI ara yüzleri kullanımı ile siparişlerin pozisyonları hakkında bilgilendirme yapmak, gelişmiş bilgi ve malzeme işleme teknolojileri sunmak gibi hizmetler de gerçekleştirmektedir. [9]

Lojistik hizmetlerinin dış kaynak kullanımı ile yürütülmesinin şirketlere getirileri şu şekilde sıralanabilir:

- Firmaların pazarlama ve dağıtım ağlarının küçük miktarlar için bile her noktaya ulaşmasına olanak sağlar. Bu sayede firmaların pazarda daha hızlı hareket ederek müşterilerine ulaşmasını sağlar.

- Çok kullanıcı depolama hizmetleriyle firmaların stoklama maliyetini azaltır.
- Taşıma, depolama gibi yüksek maliyetli yatırımlardan tasarrufla, şirketlerin kendi faaliyet alanlarına yönelmelerini sağlar.
- Lojistik hizmeti sağlayıcısının yüksek taşıma kapasitesi ve yönlendirme yeteneğiyle taşıma maliyetleri azaltılır.
- Stok seviyeleri minimize edilebilir.
- İnsan gücünden tasarruf sağlanır.
- Kayıp, kaza, çalınma gibi riskler lojistik firmasına devredilmiş olur.
- Dünya çapında yeteneklere ve yeni teknolojiye ulaşılabilir. [10]

Üçüncü parti lojistik hizmeti firmaların ana odak noktalarına konsantre olmalarını sağlayarak firmalara maliyet ve rekabet avantajı sağlasa da pratikte 3PL uygulamaları arz zinciri boyunca gerçekleşen operasyonları ve arz zinciri bütünleşmesini stratejik olarak desteklemekten uzak kalmıştır. Çoğu üçüncü parti operatörü yalnızca taşımacılık ve depolamaya odaklandığı için müşterilerin entegre çözüm isteklerini karşılayamamıştır. Günümüzde organizasyonların kapsamlı gereksinimlerini karşılayabilmek için müşterilerinin özgül isteklerini de içeren geniş çaplı arz zinciri yönetimi çözümlerine ihtiyaç duymaktadır. [9]

Bu eksikliği gidermek için arz zinciri dış kaynak kullanımında tedarikçiler ve firmalar arasında yeni bir ilişkiyi içeren “*Dördüncü Parti Lojistik*” (4PL) kavramı ortaya çıkmıştır. 4PL organizasyonlara arz zinciri çözümlerini değerlendirir, dizayn eder, oluşturur ve işletmesini sağlayarak kendi uzmanlık alanında hizmet sağlamış olur.

Geleneksel olarak üçüncü parti lojistik tedarikçileri uygulama ve yürütme gibi operasyonel konularda odaklanırken, arz zinciri yöneticileri ve danışmanları ise yeniden değerlendirme ve dönüştürme gibi stratejik ve teknolojik destekli arz zinciri çözümleri üzerinde odaklanırlar. 4PL yaklaşımının günümüzde popüler olan dış kaynak kullanımından farkları; bütüncül arz zinciri çözümleri sunması ve tüm arz zincirini etkileyecek bir değer yaratabilmesidir.

Bütüncül bir 4PL arz zinciri çözümü 4 farklı fazı içerir:

- Yeniden keşfetme,
- Dönüştürme,

- Uygulama,
- Yürütme

4PL çözümlerinin en yüksek seviyesi yeniden keşfetme aşamasıdır. Birbirinden bağımsız partnerler arasında işbirliği sağlanması yoluyla arz zinciri planlama ve yürütme aktivitelerinin senkronizasyonu, elde edilebilecek kazanımların kaynağını oluşturur. Bu aşamada 4PL uygulayıcı, yönetsel bilgi ve yeteneklerini kullanarak; arz zincirinin yeniden düzenlenmesini ve katılımcıları da içerecek şekilde entegre edilmesini sağlayarak iş stratejilerinin arz zinciri stratejilerine dönüşmesini sağlar. [10]

4PL ikinci adımı dönüştürme aşamasıdır. Dönüştürme aşamasında, satış ve operasyon planlama, dağıtım yönetimi, satın alma stratejileri, müşteri destek ve arz zinciri teknolojileri gibi arz zinciri fonksiyonları üzerinde odaklanılarak arz zinciri aktivite ve proseslerinin müşterileriyle entegre edilebilmesini sağlanır. [10]

Üçüncü faz olan uygulama aşamasında iş süreci ayarlamaları müşteriler ve servis sağlayıcılar ile firma arasında sistem bütünleşmesi ve 4PL dağıtım takımlarında operasyon dönüşümünü de kapsayan fikir gruplarından oluşur. Uygulama aşamasında “insan” kritik başarı faktörünü oluşturur. İyi dizayn edilmiş stratejilerin ve iş proseslerinin etkin uygulanmaması danışmanlık çözümlerinin başarısızlığını ve proje sonuçları beklentileri karşılayamaması sonucunu doğurabilir. [10]

Dördüncü ve final aşamasını yürütme fazı oluşturur. Bu aşamada 4PL sağlayıcı taşıma yönetimi ve depolama operasyonlarının ötesinde farklı arz zinciri fonksiyonlarının sorumluluğunu almaktadır. Başarı sağlayabilmek için 4PL uygulayıcıları; 3PL sağlayıcıları, IT sağlayıcıları, çağrı merkezi gibi farklı servis hizmeti sağlayan tedarikçilerin uygulamalarını bünyesinde barındırması gerekmektedir. Bu sayede 4PL uygulaması, firmalara farklı servis sağlayıcıları ile çalışma yapma zorluğu yerine tek bir ara yüz sağlamış olur.

Geleneksel yaklaşımlar yalnızca operasyon maliyetleri azaltma ve aktif transferi üzerinde odaklanırken, 4PL yaklaşımı gelir artışı, operasyon maliyetleri azaltma, çalışma sermayesi azaltma ve sabit değer azaltma, müşteri hizmetleri artışı gibi faydalar sağlamaktadır.

Arz Zinciri operasyonlarının senkronize bir şekilde yönetilmesi operasyonel maliyetlerde azalmanın yanı sıra zamanında teslimatların artması ve doğru planlama sonucunda sistemdeki stok seviyelerinin azalması firmaların çalışma sermayelerinde azalma sağlamaktadır. Aynı şekilde 4PL' den yararlanılarak lojistik hizmet sağlayıcının sahip olduğu sabit aktifler şirketlerin aktiflerinde azalma yaratılmasını sağlayabilir. Bunun sonucunda firmalar araştırma geliştirme, ürün geliştirme, satış, pazarlama gibi temel aktivitelerine daha fazla kaynak aktarma fırsatını bulurlar. [10]

Bir 4PL'yi değerlendirmek için gerekli kriterler şu şekilde sıralanabilir:

- Arz zinciri bütünleşme teknolojilerinde ve dış kaynak kullanımı imkânlarında etkili olmalı.
- Global kaynaklara erişebilme yeteneğine sahip olmalı.
- Arz zinciri stratejisi, proseslerin yeniden dizaynı, teknolojik bütünleşme ve yönetim alanlarında etkin olmalı.
- Bünyesinde iş süreçleri yönetimi ve dış kaynak kullanımı konularında tecrübeli arz zinciri profesyonelleri barındırmalı.
- Çok sayıda ve farklı alanlarda bulunan servis sağlayıcıları yönetebilme ve organize edebilme yeteneğine sahip bulunmalı.
- Organizasyonel değişim gereksinimlerini karşılayabilmelidir.

Olumlu yönlerin dışında uygulamada dördüncü parti lojistik sağlayıcılar ile çalışmak konusunda firmalar çekingen davranabilmektedirler. Bunun temel nedenlerinden birisi firmaların verileri paylaşmakta isteksiz davranmasıdır. Bunun yanı sıra özellikle perakendecilerin bu yaklaşımı maliyet öncelikli görmeleri dördüncü parti lojistik firmaları için zorluklara neden olmaktadır. Dördüncü parti lojistik firmaları müşteri isteklerini karşılamak ve gerçek zamanlı arz zincirini yönetebilmek için büyük bir IT yatırımı yapmak zorundadırlar. Bu nedenle dördüncü parti servis sağlayıcılar müşterileri ile uzun vadeli kontratlar gerçekleştirerek özellikle IT yatırımlarını amorte etmeye çalışmaktadır. [10]

2.3.4 Bilgi Teknolojilerinin Kullanımı

Günümüzde lojistik yönetimi kanal yönetimine bilgi teknolojilerinin entegre edilmiş formu olarak algılanabilmektedir. En kritik noktalardan bir tanesi yüklemenin gözlemlenebilirliği ve müşterilerin faaliyetler konusunda anlık olarak

bilgilendirilebilmesidir. Ürünler ve faaliyetler hakkındaki bilgi sadece tedarikçi ve alıcılar arasında değil ağ yapısındaki diğer ticari ortaklar tarafından da edinilebilmektedir. Yükleme faaliyetlerinin bilgi teknolojileri yardımıyla gözlemlenememesi gecikmelere ve güvenlik envanterinin artmasına neden olmaktadır. Tedarik zinciri ve lojistikte gözlemlenebilirlik envanter ve bilgiye faaliyetlerin herhangi bir anında herhangi bir yerde ulaşabilmektir, böylece lojistik planlamacılar sorunlara anında müdahale edebileceklerdir. [5]

Bilgi teknolojilerinin kullanıldığı başka bir kritik unsur lojistik planlamacıların tedarik zincirinin farklı noktalarındaki faaliyetlerine müdahale edebilmeleridir. Aşağıda bilgi teknolojilerinden ne şekilde faydalandığı anlatılmaktadır. Üçüncü bölümde bilgi teknolojilerinin kullanımına dair daha detaylı bilgi verilecektir

Gözlemleme: Tedarik Zincirindeki faaliyetler hakkında gerçek zamanlı bilgi sağlamayı, envanter seviyeleri, açık siparişler, üretim ve faaliyetleri takip edebilmeyi sağlar.

Bildirme: Tedarik kanal planlamacılarına gerçek zamanlı istisnai durumların bilgisini geçmeyi ve tedarik zincirinde değişen durumlara göre etkin kararlar vermeyi sağlar.

Benzetim: Kolay ve hızlı tedarik kanal modellemesi ve benzer durumlarda uygun aksiyonu almayı sağlayan araçlar mevcuttur.

Kontrol etme: Kanal planlamacılarına kolay ve hızlı bir şekilde bir önceki kararı veya durumu değiştirebilmeleri için destek olur. Örneğin üretimi hızlandırmak ya da daha az maliyetli taşıma tipini seçmek.

Ölçümleme: Mevcut kanal ilişkilerinin performanslarını değerlendirmek için gerekli ölçü birimlerini ve performans amaçlarını tanımlamak ve gelecekteki performans için gerçekçi beklentiler edinmek. [5]

Bu uygulamalar lojistik planlamacılarına sipariş ve yükleme fonksiyonlarında destek, iş akış kontrolü, alarm mekanizması, fiyat politikaları gibi konularda destek olmaktadır. Son teknoloji ile entegre bir şekilde işleyen bu fonksiyonların hepsi lojistik kararlarının doğru şekilde verilmesini amaçlamaktadır.

2.3.5 Lojistik ve TZY' de Performans Ölçümü

Etkin lojistik performansı müşteri tarafından gerekli görülen değerlerin başarılı bir şekilde yerine getirilmesini gerektirir. Lojistik performansı üç ölçüden oluşmaktadır.

İlki *lojistik üretkenliktir*, verimlilik standartları sağlar, lojistik maliyetlerin optimizasyonunu, lojistik hizmet seviyelerinin iyileştirilmesini sağlar. İkincisi *lojistik hizmet performansıdır*, müşteri hizmet amaçlarını karşılamak için lojistik fonksiyonlarını gözlemler, örneğin ürünün bulunabilirliği, sipariş çevrim süresi, lojistik sistem esnekliği, teknolojiyen faydalanabilirlik, satış sonrası hizmet desteği boyutu gibi. Son performans bileşeni *lojistik performans ölçüm sistemleridir*, gerçek ölçümlerin içeriğini detaylandırır. Bu ölçümlerin sağlıklı olması için veriler kanal TZY sistemlerinden, veri ambarlarından edinilmektedir.

Lojistik aşağıdaki yedi kritik performans unsurunu dikkate almaktadır:

Hizmet: Günümüzde TZY müşteri tarafından belirlenen değerleri yaratmaktır. Değer zinciri müşterilerin ihtiyaç duyduğu ürün, hizmet çözümlerini müşterilerin kendilerinin düzenleyebilmelerini sağlamaktır. Etkin kanal operasyonları her bir müşteriye özel olan gereksinimlerin karşılanmasını sağlamalıdır. [5]

Hızlı Yanıt: Hızlı yanıt; bir firmanın müşterinin taleplerini belirtilen zaman içinde teslim ederek müşteriye tatmin edebilme isteğidir. Bilgi teknolojisi, lojistik işlemlerin mümkün olan en son ana kadar ertelenmesini ve ardından talep edilen envanterin hızla teslim edilebilmesi yeteneğini artırmıştır. Böylece eskiden olduğu gibi çok büyük miktarlarda çok büyük miktarlarda envanter stoklanmasına son verilmiştir. Hızlı yanıt verebilme yeteneği kavramı, tahminler ve envanter stoklamaya dayalı önceden davranma tutumu yerine müşteri taleplerini, gelen sevkıyat talepleri temelinde karşılama tutumunu daha önemli hale getirmiştir. Zaman bazlı sistemde genellikle envanter, kesin talepler bilinmeden ve işlemler kararlaştırılmadan hareket ettirilmediği için operasyonel yetersizlikte tolerans aralığı daha düşük olur. [11]

Varyansın Azaltılması: Müşteri siparişinin beklenen zamanda gelmesindeki bir gecikme, üretimde beklenmeyen bir aksama, müşteriye zarar görmüş olarak ulaştırılan mallar veya yanlış bir yere yapılan teslimat vb. bozukluklar, operasyonlarda aksaklıklara yol açar. Bu olası varyansların azaltılması hem dahili hem harici operasyonlarla ilgilidir. Lojistik sistemin tüm alanları bu aksaklıklardan etkilenir. Varyansı tolere etmek için çözüm, güvenlik stoğu tutmak veya ek olarak yüksek maliyetli nakliyat araçlarını kullanmaktır. Artık, masraflı ve belli riskleri olan bu uygulamaların yerine, durumsal lojistik kontrol sağlayan bilgi teknolojileri kullanılmaya başlanmıştır. Bu nedenle tüm lojistik işlemlerin ana amacı bu varyansları en aza indirmektir. [11]

Minimum Envanter: Envanterin ihtiyaç duyulduğunda kullanılabilmesi ile birlikte yüksek devir hızı, envantere bağlanan aktiflerin verimli olarak kullanılabildiğini gösterir. Amaç, en düşük toplam lojistik maliyeti elde edebilmek için müşteri hizmeti hedefleriyle de uyumlu olarak envanter yayılımını en düşük düzeye indirmektir. Minimum envanter amacını başarmak için lojistik sistem dizaynı ayrı ayrı her yerleşimin değil, tüm işletmenin toplam envanteri ve envanter devir hızını kontrol etmelidir. [11]

Hareketlerin Konsolidasyonu: Lojistik maliyetlerin en önemlilerinden birisi taşıma maliyetidir. Taşıma maliyeti, ürün tipi, nakliyat büyüklüğü ve uzaklık ile doğrudan ilişkilidir. Küçük siparişleri hızlı bir şekilde nakliye eden bir lojistik hizmet daha üstündür, ancak daha yüksek maliyetlidir. Genel bir kural olarak, taşınan mal ne kadar fazla ise ve yol ne kadar uzunsa taşınan malın birim maliyeti o kadar düşük olur. Bu nedenle yapılacak taşımaların birleştirilmesi yani hareket konsolidasyonu istenen bir durumdur. Bunun için de küçük miktarda taşınacak malların gruplandırılması için farklı programlar kullanılır. Tüm tedarik zinciri kapsayan düzenlemelerle bu tür programlar düzenlenmelidir. [11]

Kalite Yönetimi: Toplam Kalite Yönetimi sadece imalatla değil, tüm tedarik zincirinde uygulanması gereken bir felsefedir. Aslında kalite gereksinimi lojistik faaliyetleri için diğer işletme faaliyetlerine göre daha önemlidir. Lojistik faaliyetleri genellikle taşıma envanterleri ve büyük coğrafi bölgelerdeki hizmetlerle ilişkilidir. [5]

Kalitesiz çalışmalarda lojistik operasyonların tekrar başa alınması ve tekrarlanması gereklidir. Lojistik sürekli TQM iyileştirilmesi sağlamak ve geliştirmek için en öncelikli alandır. [11]

Ürün Hayat Çevrim Desteği: Yukarıda da belirtildiği gibi çevresel faktörler ters lojistik fonksiyonlarında bir artışı desteklemektedir. Ters lojistik süreçleri iade edilmiş ürünlerin yeniden üretim süreçlerine dahil edilmesini, onarımını veya ürünün ortadan kaldırılmasını içerir. Operasyonel ihtiyaçlara yanıt vermek için lojistik planlamacıların detaylı bir şekilde ürün iadelerini, ürünlerin yeniden çevrimini, şirketlerin ürün performansı, kullanım kolaylığı, ürün kusurları, müşteri beklentileri bilgilerini yönetmek için ilgili uygulamalardan yararlanmaları gerekmektedir. [5]

2.4 Taşımacılık Yönetimi

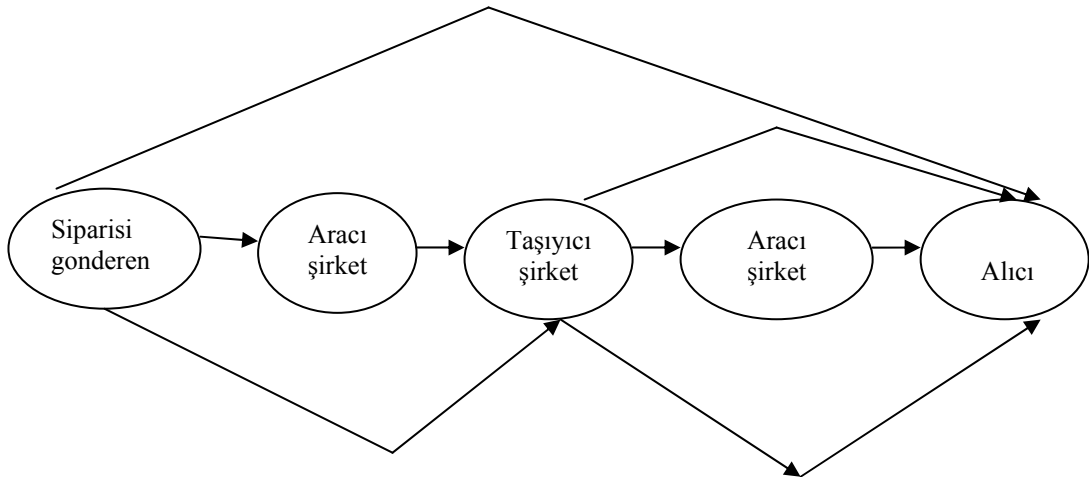
Lojistik terimi ilk olarak ulaştırma faaliyetlerini çağırırsa da bu faaliyetler lojistiğin sadece bir kısmını oluşturur. Taşımacılık faaliyetleri üretim, depolama ve tüketim faaliyetleri arasındaki bağlantıyı sağlar.

Etkin ulaştırma metotlarının varlığı ticaretin ve lojistiğin küreselleşmesine bağlı olarak 20. yüzyıl lojistiğinin bel kemiğidir. Küresel lojistiği desteklemek için ulaştırma endüstrisinin temel gereksinimleri maliyet ve transit sürelerin azaltılması, zamanında teslimat, düşük çeşitlilikte transit süreler, farklı ulaştırma modlarının konsolidasyonu, minimum gecikme, hasar, kayıplar vb.dir. [12]

Aşağıdaki şekilde görüleceği gibi bir ürünün orijinden teslimat noktasına ya da siparişi gönderen birimden alıcıya kadar çeşitli şekilde taşınma seçenekleri vardır:

- Ürünleri alıcıya göndermek için kendi ulaştırma ekipmanlarını kullanmak
- Direkt olarak bir nakliyeciyi aracılığı ile göndermek
- Direkt olarak bir aracı acenteyle (aracı)göndermek

Bir aracı şirket taşıma bedelini genellikle çeşitli nakliyecilerden alır, konsolide eder ve kendi ekipmanını kullanarak ya da bir nakliyeciyi aracılığı ile ürünlerin ulaştırma süreçlerini tamamlar. [12]



Şekil 2.4: Ulaştırma Sistem Yapısı[12]

2.4.1 Ulaştırma Maliyeti ve Ulaştırma Modları

Eğer bir işletme üçüncü parti ulaştırma faaliyetlerinden yararlanıyorsa lokasyonlar arası bir ünite ürün taşıma maliyeti tarife kavramını ortaya çıkarır; sağlanan hizmet, katılan değer, taşınan mesafe bu maliyeti oluşturur. Taşıma maliyeti lojistik için önemlidir, taşımanın her modunda temel kriterdir.

Genel görüŖe gore pahalı yakıt, araç ve personel masrafları taşımacılık faaliyetlerinin maliyetlerini yükseltmektedir, ancak taşıma maliyetleri bu faktörlere rağmen etkin operasyonlar ve ekipman kullanımıyla düşürülebilmektedir. Büyük çaptaki ulaştırma şirketleri etkin ve pahalı ekipman kullanımını sağlayabilmekte ve büyük işletmelerle çalışarak rekabet güçlerini koruyabilmektedirler. Pratik olarak işletmeler ürünlerin ulaştırma modlarına kendileri karar verebildikleri takdirde taşıma maliyetleri üzerinde etki edebilmektedirler. Karar aşamasında hangi ulaştırma modunu kullanacaklarına, kendi taşıma araçlarını mı yoksa üçüncü parti taşıma araçlarını mı kullanacaklarına, hangi taşıma rotalarını seçeceklerine karar vermelidirler. Her işletme bu sorularla yüz yüze gelir ve verecekleri yanıtlar birçok kritere göre farklılaşır. [9]

2.4.1.1 Ulaştırma Modları

Ulaştırma modu kullanılan ulaştırma tipini tarif eder. Temel olarak beş seçenek vardır; karayolu, demir yolu, deniz taşımacılığı, hava taşımacılığı ve boru hattı taşımacılığı. Her modun farklı bir karakteristiği vardır ve seçim yaparken taşınan ürünün tipi, lokasyonlar, mesafe gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.

Tren yolu: Tren yolu ağır ve yüksek hacimli ürünlerin uzun yolda taşınmasında tercih edilir. Tren ulaştırma hizmetleri farklı şekillerde organize olabilir. Tek bir işletmenin ürünlerini taşımak yerine birçok işletmenin ürünlerini aynı anda taşır; bu şekilde maliyetler düşük olur.

Tren yolu taşımacılığının avantajı altyapı yetersizlikleri olmadığı takdirde yüksek taşıma kapasitesi ve düşük birim maliyetleridir. Lokasyonlar arası ray hattı kurulduğu takdirde başka bir işletmenin paralel bir ray hattı kurması olanaksızdır ve bu durum işletmeye rekabet avantajı kazandırmaktadır.

Tren yolu taşımacılığının temel dezavantajı esnek olmayışıdır. Bütün tren hizmetleri aynı ray hattı kullanılacağı için çizelgelenebilmelidir ve bu durum ulaştırma esnekliğini kısıtlamaktadır. Başka bir dezavantaj trenlerin sadece belirli sabit rotalarının olması ve başka herhangi bir noktada ürünlerin boşaltılamamasıdır. Bu noktada işletmeleri tren terminallerinin yakınına kurmak çözüm olabilir, ancak taleplerin tesis yatırımını dengeliyor olması gerekir. [9]

Kara yolu: Kara yolu hemen hemen tedarik zinciri yönetiminin her aşamasında yer almaktadır ve en yaygın olarak kullanılan ulaştırma modudur. En büyük yararı

esnekliği ve her noktaya olan ulaşımı sağlayabilmesidir, maksimum hız sınırlandırması olmasına rağmen kapı teslim taşımayı sağladığı için tercih edilmektedir. Kara yolu ulaştırmasında yaygın kara yolu ağlarından yararlanılmaktadır. Tren yolunda olduğu gibi işletmeler kendi ekipmanlarını kullanmak zorunda değildirler, ayrıca katı zaman çizelgelerine dayalı olmayan bir çizelgelemeyle uyulabilmektedir. Kabul edilir sınırlar dâhilinde büyük yükler taşınabilmekte ancak ağırlık ve boyut kriterleri de göz önünde bulundurulduğundan genellikle kısa mesafeler için uygun olmaktadır. Kara yolu taşımacılığı genellikle hammaddeden ziyade son ürünler için uygun olmaktadır. [9]

Deniz: Tedarik zinciri süreçlerinin çoğunda deniz taşımacılığı yapılmaktadır; dünya ticaretinin % 90' ı deniz taşımacılığı ile yapılmaktadır; ancak liman şehirlerine sahip ülkeler bu durumun avantajından yararlanmaktadırlar. Deniz taşımacılığında düşük birim maliyetler, büyük hacimli ve ağır ürünlerin uzun mesafelere taşınması avantajdır.

En büyük dezavantajı uygun limanlarda olmak için esnekliğin olmayışıdır. Tedarikçilerden müşterilere kadar olan süreçte başka bir taşıtırma modunu kullanmak zorunludur. [9]

Hava: Düşük birim maliyetlerden dolayı deniz taşımacılığı özellikle uluslararası taşımacılıkta önemli bir yere sahiptir ancak ürünlerin yavaş taşınıyor olması her zaman kabul edilebilir bir etken değildir. Ürünlerin hızlı taşınması zorunlu olduğu durumlarda alternatif olarak hava taşımacılığı dikkate alınmalıdır. Hava nakliye süreçlerinde ürünlerin temini ve dağıtımında zaman kaybı yaşanabilmekte ve bu durum hava nakliyesi faydalarını azaltabilmektedir. Ayrıca hava taşıma maliyetlerinin yüksek oluşu ve bu maliyetleri düşürmek için alternatif olmayışı dezavantaj olarak sayılabilir. [9]

Boru Hattı Taşımacılığı: Temel olarak gaz ve yağ taşımacılığı için bu taşıma modundan faydalanılmaktadır. Büyük miktarlardaki ürünleri uzak mesafelere taşımak için bu mod tercih edilir. Sadece belirli ürünlerin taşınması, yavaş oluşu ve esnek olmayışı dezavantajlarıdır. [9]

2.4.2 Taşımacılık Sürecinde Performans ve Kalite Ölçümü

İşletme taşımacılık sürecini dış kaynak kullanımı ile gerçekleştiriyorsa performans ölçütü tatmin edici hizmettir, buna taşıeron değerlendirme denmektedir. İşletmeler

performans değerlendirmeyi genellikle subjektif olarak gerçekleştirmektedirler, ancak yapılması gereken performansın her bir kompleks bileşen için yapılması gerekmektedir. Bu çalışmanın sistematik olması için taşımacılıkta performans unsurunu oluşturan faktörler bir puanlama listesine işlenmeli, bu faktörler kabul edilebilir standartlarda gerçekleştiriliyor mu gözlemlenmelidir. Taşımacılıkta en önemli performans kriterleri üçüncü parti taşıma şirketinin güvenilirliği, zamanında teslimat yapması, taşıma ücretinin rekabetçi olup olmadığıdır. Eğer üçüncü parti taşıma şirketi bu kriterleri yeterli düzeyde sağlayamıyorsa işletme pazar araştırması yaparak yeni tedarikçi arayışına geçmelidir. [9]

İşletme taşıma sürecini kendi ekipmanlarıyla gerçekleştiriyorsa performans ölçümü taşıma, sefer ve güzergâh bazlı karlılık analizlerine dayanır. İşletme taşıma bazında reel maliyetleri ve karlılıkları hesaplayarak hangi taşımalar, hangi müşteriler ve hangi lokasyonlar için daha karlı olduğunu gözlemlemeli ve kar marjı yüksek faktörlere eğilmelidir. Kalite değerlendirmesi için müşterilerine belirli periyotlarda memnuniyet anketi uygulamaları yaparak ortaya çıkan sonuçları şirket içinde ve üçüncü parti ortaklarıyla değerlendirmeli, tatmin sağalmayan unsurların performans ve kalitesini iyileştirmelidir.

2.5 TZY, Lojistik ve Taşımacılıkta Maliyet Unsurları ve Analizleri

Bir işletmenin tüm lojistik süreçleri tedarik zinciri kanal, envanter, taşımacılık yönetimlerinin optimal düzeyde yürütölmesi adına tüm kaynak gereksinimleri hesaplanarak sürdürölmelidir. Lojistik planlamacılar belirli bir planlama dönemi için yıllık bazda stratejik planlar kurmalı, belirli periyotlarla stratejilerini gözden geçirmeli ve ekonomik dalgalanmalar, darboğazlar gibi faktörleri göz önünde bulundurarak aylık planlama kararları alabilmelidirler. Lojistik planlama sürecinin çıktısı işletmenin satış planlarını destekleyecek toplam envanter, taşıma, depolama vb. maliyetlerin kontrol altına alınmasıdır. Satış planları doğrultusunda pazarlama departmanı müşteri taleplerini etkin olarak yönetebilmeli, lojistik departmanı da yeterli envanter düzeyi, dağıtım kapasitesi faktörleri maliyet analizleriyle dengeleyebilmelidir.

Daha önce de belirtildiği gibi birçok aktiviteden oluşan tedarik zinciri faaliyetlerinin maliyetlerini düşürmenin yolu bu aktiviteleri tek bir entegre fonksiyon olarak ele

almaktır. Entegre lojistik kavramında toplam maliyet aşağıdaki gibi formülize edilebilir:

Toplam Lojistik Maliyeti = Taşıma maliyetleri + Depolama Süreci maliyetleri +Envanter Maliyetleri + Diğer genel giderler [9]

Geleneksel bakışta bu maliyetlerin tümü bağımsız maliyetler gibi görülürdü. Örneğin taşıma maliyetlerinin düşmesi otomatik olarak toplam maliyetin düşmesi demektir. 1960’larda işletmeler lojistik süreçlerine sistem yaklaşımıyla bakmaya başladılar ve aktiviteler arasındaki ilişkilere odaklandılar. Bu yaklaşımla bir aktivitenin maliyetinin düşmesi başka bir aktivitenin maliyetini artmasına neden olurdu. Örneğin hava yolu taşımacılığı alternatif kara taşımacılığından çok daha pahalıydı, ancak daha hızlı taşınması stok miktarları ve depolama ihtiyaçlarını azalttığı için daha avantajlı konumdaydı. [9]

Aşağıda lojistik faaliyetlerinden kaynaklanan maliyetler detaylandırılmaktadır:

Taşıma Maliyetleri: Bu maliyet unsurunda karar noktası taşımanın şirketin kendi filosuyla mı, dış kaynak kullanımıyla mı, yoksa her iki şekilde de mi taşınacağıdır.

1. Kendi Filosunu Kullanmak: Genellikle büyük çaptaki organizasyonlarda tercih edilen bu yöntemde işletmeler kendi ekipmanlarını kullanmaktadırlar. Esneklik, kontrol, iletişim kolaylığı, etkin dağıtım çizelgelemesi gibi avantajları vardır. Ayrıca müşterilerle kurulacak uzun dönemli ilişkiler için güvenilirlik kazandırmaktadır. Kendi ekipmanlarını kullanmak üçüncü parti lojistik işletmeleri aracılığıyla taşımaktan daha ucuz olduğu zaman tercih edilmelidir, bunun anlamı işletmenin kendi araçlarını özelleşmiş bir taşıma şirketi gibi yönetmesidir. [5]
2. Üçüncü Parti Taşıyıcılar(3PL): Taşımacılık sektöründe özelleşmiş işletmeler diğer organizasyonlara kendi ana iş süreçlerine odaklanmaları ve güvenilir taşıma süreçleri gerçekleştirmek adına destek olmaktadır. Uzman operatörler, daha kaliteli hizmet ve düşük maliyetler işletmelerin kendi ekipmanlarını kullanmalarından daha avantajlıdır. Küçük yükler birleştirilerek destinasyonlar arasında daha az sefer yaparak, ya da dönüş yükleri olarak maliyetleri düşük tutabilmektedirler.

Taşıma sürecinin hangi iş tarafı ile gerçekleştirileceğini seçerken aşağıdaki faktörleri göz önünde bulundurmak gerekmektedir.

Operasyon Maliyeti: Farklı durumlarda işletmenin kendi ekipmanları kullanması ya da üçüncü parti taşımacılık şirketlerinden yararlanması daha ucuz olabilir ve işletmelerin bu karar aşamasında iki yöntem arasında belirgin bir avantaj farkı olmalıdır.

Anapara Maliyeti: Anapara her zaman kıttır ve işletmenin kendi araçlarını kullanması çekici görünse de bir işletme için ekipmanlara yatırım yapmak zordur. Ekipman yatırımları için uzun dönemli fizibilite çalışmaları yapılarak karar alınmalıdır.

Müşteri Hizmeti: İşletmeler mümkün olan en iyi şekilde müşteri hizmeti sağlayacak şekilde taşıma süreçlerini gerçekleştirmelidirler. Bazı durumlarda üçüncü parti taşıma şirketleri tüm gereksinimleri karşılayamadığında işletmeler kendi ekipmanlarını kullanmak durumunda kalırlar.

Kontrol: İşletmeler kendi ekipmanlarını kullandıklarında taşıma süreci üzerinde daha etkin kontrol sağlayabilmektedirler. Ancak bu kontrol pahalı olabilmekte ve işletmeler üçüncü parti taşıma şirketlerini tercih edebilmektedirler.

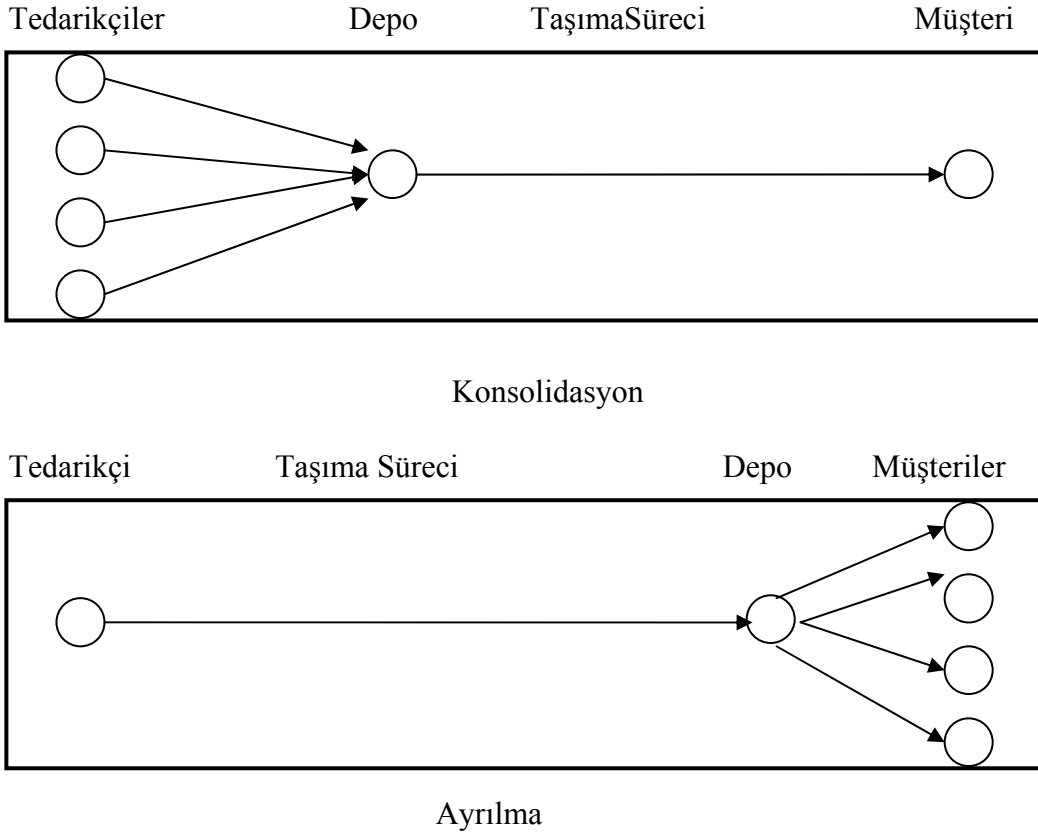
Esneklik: Özel bir filonun yapısı ve operasyonları rijittir ve değişen durumlara göre hızlı düzenlemeler yapmak mümkün değildir, talepte ani bir artış ya da azalma olursa kısa bir süre için işletme filosunun büyüklüğü değiştirilemez, üçüncü parti işletmeler bu düzenlemeleri çok daha hızlı yapabilmektedirler.

Yönetimsel Yetenekler: Taşımacılık süreçlerini yönetmek özelleşmiş yetenekler gerektirir ve ancak büyük taşıma şirketlerinde yönetim bilgi ve deneyim birikimiyle etkin taşıma performansı sağlayabilmektedirler.

Taşıma süreçlerinin kim tarafından gerçekleştirileceğine dair son karar alınırken tüm bu faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Genele bakılırsa en büyük işletmeler bile kendi ekipman sayılarını azaltmakta, üçüncü parti taşımacılık şirketlerinden yararlanmaktadırlar.

Depolama Süreci Maliyetleri: Geleneksel şekilde depolar ürünlerin uzun süre muhafaza edileceği yerler olarak görülmektedir. Günümüzde işletmeler malzemeleri tedarik zincirinde hızlı bir şekilde taşımaya çalıştıkları için depoların rolü değişmiştir. Uzun süreli depolama rolleri azalmış, diğer süreçleri de desteklemek için uygun lokasyonlar olmuşlardır. Örneğin malzemeleri sınıflandırmak, paketlemek ve dağıtımları konsolide etmek için en uygun yer haline gelmişlerdir. Konsolide edilen

dağıtım süreçleriyle taşıma maliyetlerinde azalma olmuştur. Depolar aynı zamanda konsolidasyonun tersini de gerçekleştirmektedir. Bir tedarikçi belirli bir bölge için tüm talebin teslimatını tek bir seferde yapabilir. Aşağıdaki şekilde konsolide edilmiş ve bir noktadan ayrılan birimlerin dağıtım süreçleri örneklenmektedir.



Şekil 2.5: Taşıma Maliyetlerini Düşürmek için Depo Kullanımı [5]

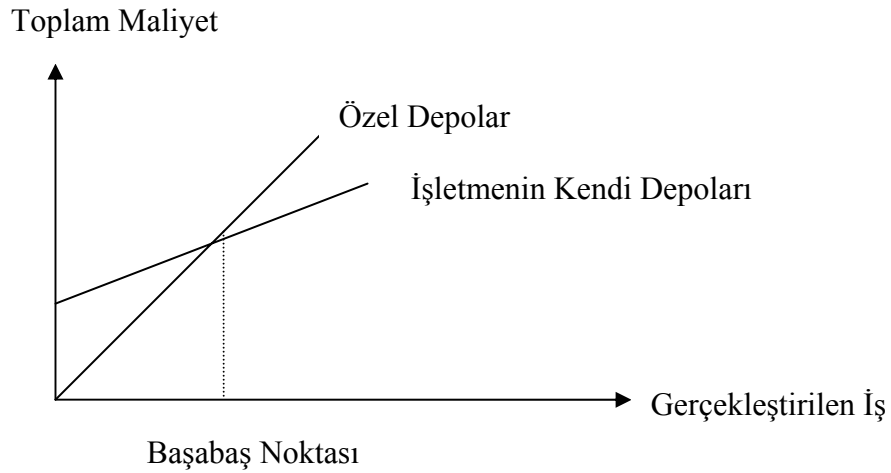
Büyük ölçüdeki işletmelerin çoğu depolama süreçlerini kendi depolarıyla gerçekleştirmektedirler. Küçük işletmeler için kendi depolarını kullanmak hem zor hem de pahalı olacağından özelleşmiş depolama şirketlerinin depolarından yararlanmaktadırlar. İşletmelerin kendi depolarından ve depolama şirketlerinden yararlanma kararlarında maliyet, esneklik, kontrol gibi faktörleri göz önünde bulundurmaları gerekmektedir. Özelleşmiş depolama şirketleriyle çalışmanın avantajları aşağıdaki gibi maddelenebilmektedir:

- Değişen talepler doğrultusunda esneklik sağlayabilmek,
- İşletmelerin sahip olmadığı deneyimlerle süreçleri etkin gerçekleştirebilmek,
- Son teknolojilere erişim,

- Büyük anapara yatırımlarını engelleyerek yatırımın hızlı bir şekilde dönüşünü sağlamak,
- Daha geniş coğrafyalara erişimi sağlamak,
- Depolama maliyetlerini düşürmek için ölçek ekonomisi kullanmak,
- Yükleri diğer işletmelerin yükleriyle konsolide ederek taşıma maliyetlerini düşürmek,
- Yüksek kalite ve etkin hizmet sağlamak

Özelleşmiş işletmelerin sağladığı avantajlar kontrol eksikliği ile dengelenebilmelidir. Özelleşmiş depolar ölçek ekonomisi sağlayacak kadar etkin ve büyük olabilir, ancak bu işletmeler kar sağlamalı ve maliyetlerinden daha yüksek gelir elde etmelidirler. Bu maliyetleri dengelemek için uzun dönemli analizler yapılmalıdır.

İşletmenin kendi depolarını ya da özel depoları kullanması “yap veya al” prensibi bakış açısıyla da görülebilir. İşletmenin kendi depoları daha yüksek sabit maliyetlere, ancak daha düşük birim işleme maliyetlerine sahipken özel depolar daha düşük sabit maliyetlere ve daha yüksek değişken maliyetler sahiptir. Temel soru özel bir deponun aynı hizmeti daha düşük maliyetle sağlayıp sağlayamayacağıdır. Aşağıdaki şekilde işletmenin kendi deposu ve özel depolar arasındaki başa baş analizi yer almaktadır.



Şekil 2.6: Özel Depo/İşletmenin Kendi Deposu İçin Başa Baş Analizi [5]

Bir depo işletmesinde maliyetlerin çoğu sabittir, örneğin kira, amortisman, genel giderler vb. stok yatırımları gibi sabit maliyetlerin çoğu yönetim politikaları tarafından belirlenir. Asıl değişken maliyetler yerleşim detaylarından, ürün yükleme

boşaltma sürelerinden ürünleri yerleştirmek için gereksinim duyulan zamandan kaynaklanmaktadır. Etkin bir depo tasarımı ile hızlı operasyon süreci, kısa teslimat süreleri maliyetlerin düşürülmesini sağlamaktadır.

Envanter Yönetimi Maliyetleri: Bir işletmede envanter yönetimi oldukça kritiktir çünkü stok tutma maliyeti yıllık bazda stok maliyetinin ortalama %25'idir. Tam zamanında üretim (JIT) felsefesiyle maliyetleri minimize etmek stok minimizasyonu ile aynı gibi görünse de bu durum mutlaka doğru değildir. Örneğin bir işletme hiç stok tutmazsa hiç envanter maliyeti yoktur, ancak bu durum satış da olmadığı anlamına gelir ve bu durum müşteri portföyü kaybetmek gibi bir maliyete neden olur. [5]

Tüm stok maliyetleri aşağıdaki dört bileşenin maliyetleri toplamından oluşmaktadır:

1. Birim Maliyetler: Birim ürünün elde edilmesinden kaynaklanan maliyettir. Ürün birden fazla tedarikçiden elde edilebiliyorsa ürün başına birim maliyeti hesaplamak zorlaşabilir, bu durumda ortalama birim maliyetler hesaplanmalıdır. Eğer işletme ürünü kendisi üretiyorsa güvenilir bir birim maliyeti güvenilir bir şekilde hesaplamak gerekmektedir.
2. Yeniden Sipariş Verme Maliyetleri: Bu maliyet siparişi verilmiş bir ürünün onarımını, kalite kontrol, test, ürün gözlemlene gibi maliyet unsurlarını içermektedir. Pratikte bu maliyeti hesaplamak için satın alma departmanları yeniden sipariş verme maliyetlerinin yıllık toplamını yeniden sipariş verilen ürün sayısına bölerek hesaplamaktadır.
3. Depoda Tutma Maliyetleri: Bir birim malzemeyi bir birimlik zaman periyodunda tutmanın maliyetidir. Ardiye ücreti, elleçleme, sigorta gibi bedeller de bu maliyete yansıtılır. Ürünlerin uzun süre depoda tutulmasından dolayı kullanılmaz hale gelerek katma değer yaratmaması da bu maliyetlerdendir ve yaşam çevrimi kısa olan ürünlerde bu maliyetler yüksektir. Tedarik Zincirinde bu ürünler ne kadar hızlı taşınırsa depoda tutma maliyetleri o kadar düşük olacaktır.
4. Kıtlik Maliyeti: Bu maliyetler ürünlere ihtiyaç duyulduğu anda tedarik edilmediği takdirde oluşur. Kıtlik maliyetleri genellikle geniş çaplıdır ve firmanın prestij ve itibar kaybına, potansiyel satışlarının azalmasına neden olur. Üretim için ham madde kıtlığı üretim akışının bozulmasına, bakım periyotlarının yeniden zamanlanmasına, istihdamın azaltılmasına neden olur.

Envanter maliyetleri için hesaplama yapmak zor olabilir, ancak kıtlık maliyetleri de belirgin maliyet problemleri arasında yer alır, örneğin firmanın itibar kaybetmesi direkt maliyet gibi gözükmemektedir. Birçok işletme kıtlık maliyetlerini fazla bulmaktadır, bu nedenle bu maliyetleri önlemek önemlidir. Başka bir deyişle işletmeler kıtlık maliyetlerine katlanmak yerine stok tutarak daha düşük maliyetlere sahip olmayı tercih etmektedirler. Özellikle belirsizlik durumlarında stok tutma maliyetlerinde artış olmaktadır. [5]

Diğer Genel Giderler: Lojistik faaliyetlerinde yukarıda bahsedilen maliyetlerin dışında kalan personel giderleri, amortisman giderleri, şirket giderleri, bilgi teknolojilerine ayrılan bakım giderleri gibi unsurlardan oluşur.

2.6 TZY, Lojistik ve Ulaştırma Kavramlarının Tarihsel ve Teknolojik Açıdan Gelişimi

Rekabet koşullarının artması nedeniyle şirketler rekabetçi güçlerini korumak için TZY ve lojistik politikalarını iyileştirmek durumunda kaldılar. Endüstriyel gelişimler, toplam maliyet analizi, müşteri ilişkileri konseptinin, bilişim teknolojilerinin, gelişimi lojistik fonksiyonlarda önemli değişimlerin yaşanmasını sağladı.

1960 ve 1970' lerde şirketler yaratıcılık ve müşteri sadakatine odaklanan detaylı pazarlama stratejilerine, tedarik zincirinin tümüne odaklanmak yerine fonksiyonları optimize etmeye odaklanarak hem fiziksel dağıtım, hem satın alma süreçlerinde değişiklikler gerçekleştirmişlerdir. 1960'larda temelleri atılan MRP (Malzeme İhtiyaç Planlaması) modellerinin araştırıldığı ve geliştirildiği dönem olmuş ve 1970'lerin sonunda entegre fiziksel dağıtım ve tahmin metodlarına bağlı olarak belirsizlikle malzeme yönetimi etkin hale getirilmiştir. [13]

1980'lerde üretim esnekliği arttıkça şirketler müşteri ihtiyaçlarının karşılanması için tedarikçilerden sağlanan hizmet ve mamullerin etkisi olduğunun farkına varmışlardır. Bilginin öneminin daha çok fark edilmesi ve bilgiye ulaşılabilirlik müşteri hizmetlerinin çeşitliliğini artırmış ve işletmeler bu konuya yoğunlaşmaya başlamışlardır. 1960 ve 1980 arası dönemde dış kaynak kullanımı kısıtlı şekilde yapılarak temel lojistik faaliyetlerin tümü ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir.

1990'larda işletmelerin ana faaliyet kolları dışında kalan taşıma, depolama, stok yönetimi, dağıtım gibi hizmetleri etkin dış kaynak kullanımı ile gerçekleştirmeye

başlamaları önemli bir gelişim oluşturmıştır. Birleşme dönemi olarak da isimlendirilen bu dönemde temel lojistik faaliyetler Malzeme Yönetimi ve Fiziksel Dağıtım başlıkları altında gruplanmıştır. Bu yaklaşım farklı fonksiyonları koordine eden yazılımların birbirlerine entegre edilerek etkin planlama yeteneklerinin gelişimini sağlamıştır. Bilişim teknolojilerinin kullanılmaya başlanması ve Elektronik Veri Değişimi (EDI) teknolojileri ile birlikte her türlü ürün, hizmet ve bilgi akışı başlangıç noktasından son noktaya kadar olan tedarik zinciri içerisinde etkin ve verimli şekilde planlanarak uygulanmaya başlanmış, zincirdeki içsel ve dışsal fonksiyonlar kontrol altında alınmıştır. [13]

1990' lardan günümüze kadar yöneticiler, tedarikçilerden alınan mal ve hizmetlerin, firma müşterilerinin ihtiyaçlarını karşılama yeteneği üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu fark etmişlerdir. Yöneticiler aynı zamanda kaliteli mal üretmenin de tek başına yeterli olmadığını anlamışlardır. Ürünleri müşteriye ne zaman, nerede, nasıl ve istenen miktarda, maliyet-etkin bir yöntemle ulaştırmak yeni başarı yöntemi olmuştur. Bütün bu gelişmeler sonucunda, firma yöneticileri yalnızca kendi firmalarını yönetmenin yeterli olmadığını farkına varmışlardır. Böylece, kendilerine girdi temin eden yukarı yöndeki bütün firmaların yer aldığı ağın ve aynı zamanda son müşteriye ürünleri ulaştıran ve satış sonrası hizmetleri veren aşağı doğru bütün firmaların yer aldığı ağın bütününün yönetiminde yer almaları gerektiğini anlamışlardır. [14]

1990'lı yıllara kadar bilişim teknolojilerindeki gelişmeler temel planlama ve gerçekleştirme yazılımlarında olmuştur. Bunlar Kurumsal Kaynak Planlaması (Enterprise Resource Planning, ERP), İleri Planlama Sistemleri (Advanced Planning Systems, APS), Sipariş Yönetimi Sistemleri (Order Management Systems, OMS), Depolama Yönetim Sistemleri (Warehouse Management Systems, WMS), Üretim Uygulama Sistemleri (Manufacturing Execution Systems, MES) ve Nakliye Yönetim Sistemleri'dir (Transportation Management Systems, TMS). Her biri kendi açısından tedarik zinciri unsurları ile ilgilidir.

Bu dönemden son birkaç yıla kadar olan süreçte güncel geliştirme çalışmaları söz konusu yukarıda belirtilen yazılım tiplerinin bağlanması ve bütünleştirilmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Amaç bağımsız safhalar yerine bütün olarak tedarik zinciri ile ilgili çalışan paket programlar oluşturmak olmuştur.

Günümüzde ise iş süreçlerini planlamaya ve yönetmeye yarayan temel yazılım mantığı, tam olarak bütünleşmiş tedarik zinciri yönetimi paket programlarının üretilmesine dayanmaktadır. Bunlar, tedarik zincirinde zaman, maliyet ve iş gücüne ihtiyaç duyulmaması için gerekli bütün planlama ve uygulama fonksiyonlarını gerçekleştirmektedir. Bu gelişmelerle birlikte tahmin ve çizelgelere, faaliyetlerin dinamik bir biçimde yönetimine dayanan yazılımlar geliştirilmektedir.

2.7 Bilişim Teknolojilerinin TZY, Lojistik ve Ulaştırma Sektörlerinde Sağladığı Rekabet Avantajı ve Yaşanan Değişimler

Bilişim teknolojileri sanayi ve hizmet sektörlerinin birçok alanında köklü değişiklikler yaratmış ve bunun sonucu olarak da geline aşamada rekabetin kurallarını değiştirmiştir. Bilişim teknolojilerinin yaygın kullanımı ile ortaya çıkan yeni durumda rekabet avantajı elde etme ve süreklileştirmenin dayanaklarında değişimler olmuştur. Bilgi teknolojileri, iş dünyasının iş yapma usulleri, örgütlenme tarzları, üretim biçimleri, dağıtım gibi sadece işletmelerin iç işleyişlerini değil, bunun da ötesinde rekabet ortamında var olabilmek için gerekli başarının temel dayanaklarını da değiştirmektedir.

İşletmelerin iç işleyişlerinde ve pazarda optimum performans göstermeleri ne kadar entegre çalıştıklarına bağlıdır, bu anlamda bilişim teknolojileri bütünleşme konseptinin merkezinde yer almaktadır. Kabul edilebilir müşteri bütünleşme yetenekleri için bir işletmenin iş ortaklarıyla açıkça haberleşebilmesi, bir ekip şeklinde problemlere çözüm üretebilmesi, verileri elektronik olarak değiştirebilmesi, planlama, dağıtım süreçlerini dinamik olarak çizelgeleyebilmesi gerekmektedir. Bu faaliyetlerin maliyetleri yüksek olsa da uzun vadede bu işlemleri gerçekleştirecek kaynaklara ayrılacak anaparanın bilişim teknolojileri (IT) altyapılarına yatırılması mantıklıdır. Bilişim teknolojileri TZY konseptine etkin bir şekilde implemente edildiği takdirde tedarik zincirinin tüm partnerleri arasındaki bilgi bütünleşmesi, daha düşük operasyon maliyetleri, daha yüksek müşteri katma değeri sağlamaktadır, bu nedenle işletmeler bilgi paylaşımını rekabetçi stratejilerinin ayrılmaz bir parçası olarak görmektedirler. [15]

MRP sistemlerinin gelişmesiyle birlikte hangi ürünlerin stoklanması, siparişlerin ne zaman işletmeye alınması, ne kadarlık ürün siparişi verilmesi gerektiği belirlenmeye başlamış ve envanter tutma, yeniden sipariş verme maliyetlerinde belirgin azalmalar

olmuştur. Depolardaki tüm ürünlerin tedarikçi bilgilerini, lokasyonlarını, ilişkili bilgilerini tutan, benzetim yaklaşımı ile depoların yerleşimlerini, ürünlerin raflara olan yerleşimini sağlayan bilişim teknolojileri bu işlemler için gereken zamanı kısaltmıştır.

EDI teknolojilerinin gelişimiyle birlikte bir arada bir araç olmaksızın verilerin paylaşılabilmesi sağlanarak işletmeler stok kontrol sistemlerini direkt olarak tedarikçilerinin sipariş işleme sistemlerine entegre edebilmeyi sağladılar. Bilginin etkin şekilde transfer edilmesi elektronik satın alma süreçlerini desteklemiştir.

Tedarik Zincirinde malzeme siparişlerin verilmesi ve teslimatı arasındaki sürenin kısa olması müşteri hizmet seviyesinde etkindir. İdeal olan bu sürenin sıfıra yaklaşmasıdır. *Senkronize Malzeme Hareketi* ile bilginin tedarik zincirinin her kısmına aynı anda ulaşması sağlanır, böylece işletmeler ürünlerin zincirde hareket etmesi için mesaj beklemek yerine malzeme hareketini koordine ederler. [9]

Tedarik Zinciri Yönetiminde kilit rolü oynayan lojistik faaliyetlerde de bilişim teknolojilerinin gelişimi ile birlikte önemli değişiklikler olmuştur. Lojistik sektöründeki en belirgin değişim teknolojinin etkin şekilde kullanılmaya başlanmasıdır. Bu durum ürünlerin hareketinde direkt olarak gözlemlenebilmektedir. Taşınan ürünlerin elektronik olarak tanınması, taşıyıcıların uydu aracılığıyla takip edilebilmesi ve etkin iletişim sağlanması bilişim teknolojilerinin getirileri arasındadır. Önceleri firmalar lojistik faaliyetlerini gerçekleştirmek için fiyat talebi, satın alma siparişi, sipariş doğrultması, taşınma dokümanları, teslimat detayları, faturalar gibi somut olarak çıktısı alınarak işletmeler arasında taşınması gereken dokümanlara ihtiyaç duyarlardı, bu durum da zaman ve nakit kaybına neden olurdu. [9]

Lojistik faaliyetlerin temel unsuru olan taşımacılık sektöründe de bilgi teknolojilerinin kullanımı ile şirketler taşımacılık yönetim süreçlerini etkin şekilde planlar ve koordine eder duruma gelmişlerdir. Sipariş seçiminden teslimat ve performans yönetimine kadar olan her süreci efektif bir şekilde yönetebilmeye başlamışlardır. Maliyet analizleriyle birlikte katma değer sağlayan taşıma rota ve taşıma modlarına karar vererek ortaya çıkacak fırsat maliyetlerini de engelleyebilir konuma gelmişlerdir. Taşımacılık Yönetim Sistemleriyle (TMS) aşağıda maddelenen fonksiyonlar yerine getirilebilmektedir:

- Taşımacılık Uygulaması: Taşıma şirketi ile ilgili süreçleri otomatize ve optimize etmek, taşıma bedeli, modu ve teklif için karar merkezi olarak görev almak.
 - Taşımacılık Planlaması: Taşıma ağı tasarımı, simülasyon analizleri, filo, parsel yönetimi, gelişim için fırsatları belirlemek.
 - Taşımacılığın Yürütülmesi: Rota planlamadan yükleme kadar olan, ekipmanın hareket halindeki tüm süreçlerini yönetmek, konfirmasyon süreci, navlun denetim ve ödemelerini takip etmek.
 - Gözlemlenebilirlik ve Raporlama: Gerçek zamanlı taşıma bilgisi statüsüne erişim, maliyet analizi, taşıma sonrası analiz, takip süreçlerini gerçekleştirmek.
- [5]

Ticari ortaklar ve lojistik hizmet sağlayıcılar lojistik ağı webine gerçek zamanlı olarak bağlandıklarında şirketler serbestçe nakliyecileri, transit süreleri, fiili maliyetleri, teslimat bilgilerini gerçekçi bir şekilde edinebilmektedirler. TMS'ten gerçek anlamda fayda sağlamak için bu yazılımların işletmenin iş süreçleri ve TZY sistemleriyle entegre çalışması gerekmektedir. Örneğin TMS yazılımlarını Depo Yönetim Sistemleriyle (WMS); başka bir deyişle talep yönetimini ve envanter sistemlerini entegre ederek planlamacılar tedarik kanalındaki bilgiye ulaşarak bu bilgiyi karar destek aracı olarak kullanabilirler. Örneğin; bir TMS yazılımını bir WMS yazılımıyla entegre ederek planlamacılar ürünlerin alındığı ve yükleme noktasına taşındığı anda taşıyıcıyı atayabilirler.

İnternet teknolojilerinin bir TMS yazılımına uygulanmasıyla birlikte taşıma şirketleri lojistik e-market ortamlar üzerinden bilgi paylaşabilmektedirler. Yazılım bütünleşmeleri şirketler konsolidasyon, maliyet optimizasyonu, dinamik planlama ve rotalama ile birlikte ekipmanın optimal şekilde kullanımı, iş ilişkilerinde performans ölçümü sağlayabilmektedirler.

3. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ, LOJİSTİK VE TAŞIMACILIKTA BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ

Bu bölümde Tedarik Zinciri Yönetimi, lojistik ve taşımacılıkta bilgilerin toplanması, analizi, işlenmesi, takibi ve dağıtımında kullanılan bilişim teknolojileri anlatılmakta, teknolojilerin birbirleriyle ilişkilendirilmesi yapılmaktadır.

3.1 Otomatik Tanımlama Sistemleri

Otomatik tanımlama sistemleri (AIS) makinelerin nesneleri tanımlarını sağlayan çeşitli teknolojilere verilen isimdir. Otomatik tanımlama otomatik veri tutma teknikleriyle eşleştirilerek özellikle lojistik faaliyetlerde nesnelerin tanınmasını, tanınan nesneler hakkında edinilen bilginin iş gücü ihtiyacı duyulmadan bilgisayara aktarılmasını sağlar. Otomatik tanımlama sistemlerinin amacı verimliliği artırmak, veri giriş hatalarını azaltmak, mevcut iş gücünün daha katma değerli süreçler için çalışmasını sağlamaktır. Lojistik faaliyetlerde sıklıkla kullanılan otomatik tanımlama sistemleri barkod sistemleri ve RFID teknolojisidir.

3.1.1 Barkod Sistemleri

Barkod otomatik veri toplama olarak bilinen süreçte kullanılan hızlı, kolay ve doğru veri girişini sağlayan metottur. Barkodlama ürünlerin manuel veri giriş sistemlerinde olamayacağı kadar hızlı ve etkin gözlemlenebilmesini, endüstride verilerin gerçek zamanlı olarak alınmasını ve aktarılmasını sağlar. İşletmelerin faaliyetleri ve bilgileri gerçek zamanlı ve doğru şekilde edinerek somut kararlar almalarını destekler. [16]

3.1.1.1 Barkodlama Yapısı

Barkodlama, verileri evrensel olarak tanınmış mors kodlarına benzer şekilde belli bir semboloji çerçevesinde kodlama tekniğidir. Kodlanmış veriler parti numarası, seri numarası, tedarikçi numarası, miktar gibi bilgileri içerir. [16]

Semboloji barkodların taşıdıkları mesajları içerir. Bir sembolojinin spesifikasyonu mesajın tek basamaklarının/karakterlerinin, ayrıca çizgiler ve boşlukların başlangıç

ve bitiş noktalarının kodlanmasını sağlar. Evrensel olarak kabul edilmiş 100'den fazla barkod sembolojisi vardır, ancak düzenli olarak kullanılan barkod sembolojileri birkaç tanedir. [16]

Barkod sembolojileri iki temel şekildedir, lineer veya iki boyutlu olabilir. Lineer barkod sembolojisi tek koyu çizgilerden ve çeşitli genişlik ve yükseklikteki beyaz alanlardan oluşur. Aşağıdaki şekilde lineer barkod örneği gösterilmektedir. [17]



Şekil 3.1: Lineer Barkod [17]

İki boyutlu barkod sembolojisi matris formatında düzenlenebilir, lineer barkod sembolojisine benzerdir ancak daha küçük alanda daha çok bilgi depolanabilir. [17] Aşağıdaki şekilde iki boyutlu barkod örneği gösterilmektedir.



Şekil 3.2: İki Boyutlu Semboloji [17]

3.1.1.2 Barkodlama Teknolojisi Gereksinimleri

Otomatik veri toplama için temel seviyede bir barkod sistemi dört temel bileşenden oluşur. Bunlar barkod yazıcısı, parça takibi için etiket, toplanan verileri için bir tarayıcı ve bir veri tabanıdır.

Barkod Yazıcısı: Bu bileşen parçalarla ilgili verileri izlemek için kullanılan barkod etiketlerini oluşturur. [17]

Barkod Etiket: Barkod etiketini bir parçaya tutturarak izleme sağlamak otomatik tanımlamanın ilk aşamasıdır. Bir parça etiketi metin, grafik veya barkod bilgisi kombinasyonu içerebilir. [17]

Tarayıcı: Veri toplama aşaması barkod etiketinde tutulan bilginin doğru şekilde tarayıcılar tarafından okunması işlemidir. Tarayıcılar bilgiyi insanlardan çok daha hızlı ve güvenilir şekilde okur, böylece hata oranları önemli ölçüde azalır. Barkodların verileri manuel veri girişlerine göre ortalama 100 kat hızlı gerçekleştirdiği saptanmıştır. [16]

Tarayıcılar ayrıca barkodun içinde tutulan bilgiyi tarayıcıya bağlı bilgisayar sistemlerinin anlayabileceği sinyallere dönüştüren dekoderler olarak rol oynarlar. Tarayıcının güvenilir şekilde verileri okuyabilmesi için barkod etiketleri kaliteli bir şekilde yazılmalıdır, tedarik zincirinde barkodların yanlış okunmasından dolayı aksaklıklar ortaya çıkar. [17]

Veri Tabanı: Mevcut barkod uygulamaları, ilişkili veri tabanı aracılığıyla barkoddan parça ile ilgili bilgiyi etkin şekilde edinilebilecek şekilde tasarlanır. Bilgisayar sistemi tarayıcıdan gönderilen bilgiyi toplar ve yorumlar, barkodun referans noktası bilgisini parça üzerindeki detaylı veri dosyasına gönderir. Bu veri dosyaları ürünle ilgili açıklamayı, fiyat, envanter miktarı gibi bilgileri tutar. Bu dış veri tabanı olmadan barkod uygulamalarının bir anlamı yoktur. [17]

3.1.1.3 Barkod Teknolojisinin Avantajları

Bir işletmede uygun donanımlar ve yazılımlarla birlikte kurulduğunda barkod uygulamaları önemli avantajlar sağlar. Bu uygulamaların en önemli avantajları aşağıda maddelenmektedir:

Doğruluk: Manuel veri girişlerinden, etiketlerin yanlış okunmasından kaynaklanan hataları azaltarak süreçlerde verimliliği artırmaktadır. Dikkat edilmesi gereken nokta yukarıda da belirtildiği gibi tarayıcının doğru bilgiyi aktarabilmesi için çıktı kalitesinin yüksek olmasıdır. [17]

Kullanım Kolaylığı: Uygun donanımlar ve yazılımlarla birlikte işletmede optimal lokasyonlara kurulduğunda otomatik veri toplama sürecini efektif olarak gerçekleştirirler. [17]

Standardizasyon: Standardize barkod sembolojileri barkod bilgilerinin evrensel olarak algılanması ve kabul edilmesini sağlar. [17]

Zamanında Geri Besleme: Barkod teknolojisi gerçek zamanlı veri sağlayarak bu verilere dayalı anlık kararlar alınabilmesini sağlar. [17]

Artan Verimlilik: Barkod uygulamaları birçok manuel aktivitenin ve görevin otomatize edilerek bir işletmede insan kaynağının farklı süreçlerde kullanılmasını ve verimliliğin artmasını sağlar. İmalat süreçleri takip edilerek işletmenin kalite standartlarının artması sağlanır. [17]

Artan Karlılık: Artan etkinlik(gelişmiş iş akışları, hata oranlarında azalma ve artan müşteri memnuniyeti) işletmelerin karlılıklarını artırmasını sağlar. [17]

3.1.2 Radyo Frekanslı Tanımlama Sistemleri (RFID)

Tedarik zincirindeki nesneleri tanımanın birçok yolu vardır ve kullanılan teknolojilerin tedarik zinciri performansı üzerindeki etkisi büyüktür. Barkod sistemleri günümüz tedarik zinciri yönetiminde nesnelerin tanımlanmasında önemli bir rol oynamaktadır, ancak bu teknoloji daha yeni teknolojilerle kıyaslandığında her zaman en iyi yöntem olarak gözükmemektedir.

Tedarik zincirinde üretimi teslimatla bağlayan dağıtım merkezlerinin etkin bir şekilde yönetilebilmesi, tüm sistemin performansının artırılabilmesi için bu noktalarda daha etkin teknolojilerin kullanımına gereksinim duyulmuştur. Barkod sistemlerine alternatif olarak daha yüksek güvenilirliğe sahip olan RFID teknolojileri kullanılmaya başlamıştır. RFID teknolojileri radyo frekans dalgaları kullanarak nesneler üzerindeki etiketlerde yer alan bilgileri tanımayı sağlayan sistemdir. [18]

Akıllı Etiketler: Akıllı etiketler RFID uygulamalarının yaygınlaştırılmasında kilit rol oynar. Ürünlerin, parçaların üzerine yapıştırılan akıllı etiketler verilerin okunması ve algılanmasında kolaylık, hız ve esneklik sağlar. Akıllı etiketler pilot uygulamalarda simülasyon amaçlı olarak çeşitli alanlara yerleştirilerek en düşük proje maliyeti saptanır. Akıllı etiketler RFID teknolojilerinin perakende sektörüyle uyumlu yürütülmesinde kullanılır. Akıllı etiketler RFID etiketlerinin paketlenmesinde uygun ve ekonomik bir yol sağlayarak dağıtım sürecinin düzgün işlemlerini sağlar. Sadece etiket veya sadece barkod uygulamalarına göre daha içerikli veri sağlarlar. Barkodları ve direkt olarak okunabilen bilgileri birleştirerek etkinliği artırır. Talep doğrultusunda çoklu sayıda çıktıları alınabilir ve önceden kodlanabilirler. Akıllı kartlar ısı, nem, toz gibi etkenlere karşı dayanıklıdır; üretim ortamları için uygundur. [19]

RFID teknolojisi bölüm 4’te detaylı olarak anlatılmaktadır.

3.1.3 RFID ve Barkod Uygulamalarının Karşılaştırılması

RFID uygulamalarının barkod uygulamalarından daha avantajlı olduğu gibi bir ifade doğru değildir. İki teknoloji birbirinden farklıdır ve iki uygulamanın birbirinden üstün olduğu durumlar vardır. Barkod ve RF etiketler arasındaki en önemli farklardan biri barkod teknolojisinde baskılı bir etiket optik bir okuyucu tarafından

okunurken, RFID teknolojisinde yarı iletken bir etiketin radyo frekans teknolojisi kullanılarak sorgulanmasıdır. Bir barkod okuyucusu, barkodu okuyabilmek için barkodu görmelidir, RFID uygulamalarında görüş sınırı kısıtlaması yoktur. RFID etiketleri bir okuyucunun sınırları dahilinde olduğunda okunabilir. Barkod uygulamalarındaki bir eksiklik etiketin yırtılması, kirlenmesi, düşmesi durumlarında görüntülenme durumları olmamasıdır. RFID uygulamalarında etiketlerin zarar görme ve okunmama olasılığı düşüktür. Standart barkodlar sadece benzer ürün gruplarını tanıır, benzeri olmayan nesneleri tanımaz. [20]

3.2 Takip ve İzleme Sistemleri

Teknolojinin ve mobil araçların gelişimiyle birlikte iş uygulamalarında birçok yenilik yaşanmaktadır. Takip ve izleme sistemleri birçok işletmenin benimsediği, en yaygın bilgi teknolojisi bazlı iş uygulamalarından biri olmuştur. Bu sistemlerin özellikle orta ve büyük ölçekli taşıma işletmelerinde, aracı şirketlerde, kamuya ait işletmelerde maliyetleri düşüren, müşteri memnuniyeti sağlayan katma değerli uygulama alanları yarattığı gözlemlenmektedir. Araç, konteyner, palet bazında uygulanabilen takip sistemlerinde başarı sağlanabilmesi için bilgi bütünleşmesi başarısı önem kazanmaktadır. [21]

Takip ve izleme birbirini tamamlayan süreçlerdir. Aşağıdaki bölümlerde anlatılacağı üzere takip sistemleri izleme sistemlerine pozisyonlandırma bilgisi sağlar, izleme işleminde önceden belirlenmiş çizelgeye uyulup uyulmadığı tespit edilir.

Takip ve izleme sistemleri arasındaki fark; takip sistemlerinin farklı tanımlama, pozisyonlandırma ve iletişim teknolojilerinden yararlanarak bir taşıma sürecinin spesifik noktalarına odaklanması, izleme sistemlerinin ise zincire bir bütün olarak bakarak çizelge doğrultusunda taşıma statüsünü (pozisyon, durum) belirlemesidir. Takip sistemleri pozisyonlandırma işlemine daha teknik yaklaşırken, izleme sistemleri taşıma sürecindeki tüm araçların yönü, istenen lokasyona geliş saati, rotadan sapma gibi özelliklere odaklanarak fonksiyonel bilgi edinmeye odaklanır. [22]

Aşağıdaki bölümlerde takip ve izleme sistemi kapsamında kullanılan teknolojiler ve çeşitli iş uygulamaları detaylandırılmaktadır.

3.2.1 Akıllı Ulaştırma Sistemleri (ITS)

Günümüz ulaştırma operasyonlarında bilişim ve iletişim teknolojilerinin, kablosuz ağ sistemlerinin yaygın kullanılmasıyla birlikte önemli gelişmeler yaşanmıştır. Mobil ortamdaki kullanıcılar lokasyonlarını değiştirirken herhangi bir noktadan herhangi bir zamanda çeşitli bilgilere ulaşabilmektedirler.

Akıllı Ulaştırma Sistemleri (ITS), başka bir deyişle Telematik bilgi teknolojilerinin kablosuz ağ sistemleri çerçevesinde ulaştırma süreçlerine araç ve bireysel kullanım bazında uygulanmasıdır. Temel lojistik faaliyetler içinde önemli bir yer tutan taşıma süreçlerinde artan trafik, yüksek operasyon maliyetleri, taşıma süreçlerinde ortaya çıkabilecek gecikmeler ulaştırma sistemlerinde bilgi teknolojilerinin gelişimini desteklemiştir. ITS teknolojileri mevcut bilgiyi tanımlamakta, analiz ve test etmekte, taşımacılıkta maliyetleri azaltmakta ve verimliliği artırmaktadır. [23]

ITS aktivitelerine yönelik ilk adım 1960'lı ve 1970'li yıllarda atılmış, günümüze kadar Amerika ve Avrupa'da bu sistemlere yönelik çeşitli programlar geliştirilmiştir. Geliştirilen programların ortak özelliği teknik olarak entegre edilmiş ve gelişmiş koordinasyon sağlayan yapılar olmayı amaçlamalarıdır. [24]

ITS teknolojilerinin ulaştırma sektöründe kullanılmasıyla birlikte gerçek zamanlı trafik kontrolü, dinamik rota yönlendirmesi gibi araştırma konuları ortaya çıkmıştır, ancak bilgi akış sisteminin ve etkileşimlerinin fiziksel sistemle açıkça modellendiği yaklaşımlar sınırlı sayıda kalmıştır. [23]

3.2.1.1 ITS Teknolojileri

ITS taşıma sistemlerinin etkinliğini ve verimliliğini artırmak için gelişmiş teknolojileri entegre eder. Bu teknolojilerin taşıma sistemlerine uyarlanması inşaat mühendisliği, endüstri mühendisliği, makine mühendisliği gibi bilim dallarının koordineli şekilde çalışmasıyla gerçekleştirilir.

Başlıca ITS teknolojileri bilgi işleme, iletişim, sensör ve bilgisayar teknolojileridir. Bu teknolojiler veritabanlarında, yazılımda, ağ yapılarında, sensörlerde, çağrı cihazlarında, barkodlarda, akıllı kartlarda, GPS teknolojilerinde, EDI teknolojilerinde kullanılır. ITS teknolojileri bilgi toplama, bilgi işleme, bilgi iletme ve bilgi kullanma fonksiyonları altında gruplanmaktadır. Bu doğrultuda Şekil 3.3'te ITS teknolojilerinin kategorizasyonu yer almaktadır.

Bilgi toplamada kullanılan ITS teknolojileri aşağıda maddelenmektedir:

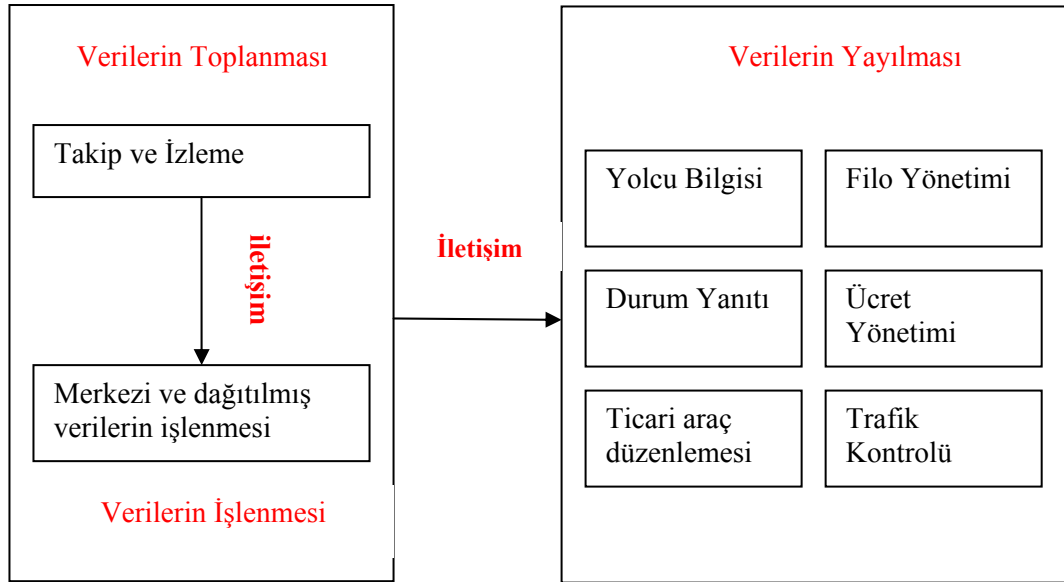
- Döngü detektörleri(loop detector)
- Canlı video görüntüleri
- Görüntü işleme teknolojileri
- Otomatik araç lokasyonu
- Sensörler

Bilgi işleme ve bilgi kullanma fonksiyonlarında kullanılan ITS teknolojileri aşağıda maddelenmektedir:

- Renk Kodlama
- Dijital Haritalar

Bilgi iletme fonksiyonlarında kullanılan ITS teknolojileri aşağıda maddelenmektedir:

- Teletext
- Trafik Haritaları
- Araba radyoları
- Hücresel Telefonlar
- Dedike Kısa Mesafe İletişim(DSRC) [25]



Şekil 3.3: ITS Teknolojilerinin Kategorizasyonu [26]

Başlıca ITS uygulamaları aşağıdaki gibi kategorize edilmektedir:

- Gelişmiş Toplu Taşıma Sistemleri
- Gelişmiş Trafik Yönetim Sistemleri

- Gelişmiş Yolcu Bilgilendirme Sistemleri
- Elektronik Ücret Toplama Sistemleri
- Ticari Araç Operasyonları Sistemleri [26]

Temel lojistik faaliyetlerin bel kemiği durumundaki taşımacılık süreçlerinde ITS teknolojilerinden biri olan Filo Yönetim Sistemlerinden yararlanılmaktadır. Filo Yönetim Sistemleri aşağıdaki sistemlerin bütününden oluşmaktadır:

- İletişim Sistemleri
- Otomatik Araç Lokasyonu Sistemleri(AVL)
- Transit Operasyonlar Yazılımı
- Coğrafik Bilgi Sistemleri (GIS)[26]

1. İletişim Sistemleri: Transit süreç operasyonlarının etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesi güçlü bir iletişim alt yapısına ve araç bazlı iletişim teknolojilerine dayanır. İletişim teknolojileri hem ham, hem saf verinin ve sesin transit araçlar ve operasyon merkezleri arasında iletilmesini sağlar. Transit iletişim sistemleri kablosuz teknolojiler ve uygulamalardan oluşur. Filo Yönetiminde kullanılan iki yönlü ses radyo sistemi birçok transit operasyonun temelini oluşturur. [26]

2. Otomatik Araç Lokasyonu Sistemleri(AVL): AVL sistemleri her bir aracın gerçek zamanlı pozisyonunu ölçümleyerek edinilen bilgiyi merkezi bir lokasyona ileten bilgisayar bazlı araç takip sistemleridir. Talebi daha etkin karşılayabilmek adına aracın lokasyonunu belirlemek, acil durumlarda lokasyon koordinatlarını sağlamak başlıca kullanım alanıdır. AVL sistemlerinde bulunan lokasyon teknolojileri aşağıdaki teknolojileri en sık olarak GPS ve GPRS teknolojilerinin kullanımı ile sağlanmaktadır. [26]

GPS Teknolojileri: GPS dalga bazlı, kendini pozisyonlandırabilen bir sistemdir. GPS teknolojileri 1970’li yıllarda A.B.D Savunma Bakanlığı tarafından uygulamaya alınmıştır. Günümüzde GPS yirmi dört adet uydunun desteğiyle çalışmaktadır. Bütün uydular pozisyonunu ve gönderme zamanını da içeren sürekli radyo sinyali gönderirler. Özel bir GPS alıcısı en az üç uydunun sinyallerini pozisyon algılamak için kullanır. Pozisyon uydular tarafından gönderilen sinyallerin toplanarak ölçülmesi sonucu aracın lokasyonu hakkında bilgi elde edilir. [21]

GPS Teknolojileri İş Uygulamaları: Takip ve izleme sistemleri GPS uygulamalarıyla işletmelerin araç filolarını ve operatörlerinin hangi lokasyonda

olduğunun bilgisini edinmelerini sağlar, bu verilerin desteklemesiyle dinamik araç rotalama işlemleri de yapılabilmektedir. Araçların GPS sistemleriyle donatılmasıyla sürücünün lokasyonuna göre dinamik filo sevkıyatı gerçekleştirilebilmektedir. GPS teknolojisi yedi adet uydudan yararlanarak aracın lokasyonunu gösterir, lokasyon koordinatları mobil ağ (çoğunlukla GSM) kullanarak Internet üzerinden bir çağrı merkezine gönderilir. Çağrı merkezi aracın lokasyonunu belirleyerek rotayı gerçek zamanlı olarak optimize eder ve değiştirilmiş sürüş yönleri sürücünün mobil terminaline gönderilir. [21]

GPS teknolojileri uygulamaları aşağıda maddelenmektedir:

- Taşımacılık şirketleri GPS teknolojilerini sadece araçların lokasyonlarını izlemek için değil, araçların taşıdığı ürünlerin içerikleri konusunda da bilgi tutarak olası envanter değişiklikleri ve lokasyonlar için esneklik sağlamak amacıyla da kullanılmaktadırlar.
- Araç filolarına yerleştirilen GPS ekipmanı belirli bir zaman aralığında kat edilen mesafeyi, belli bir lokasyondaki hızı operasyondaki çalışanlara aktarır, böylece araç filolarının etkin yönetilmesini ve işgücünün optimal şekilde kullanılmasını sağlamaktadır.
- Farklı mobil ağ standartları kullanarak müşterilere araçların tahmini varış süreleri hakkında otomatik bilgi aktarımı sağlanmaktadır.
- GPS teknolojileri gerçek zamanlı trafik verileriyle entegre edilerek trafik sıkışıklıklarına karşı yeniden rotalama yapmayı desteklemektedir.
- Araçların çalınma, kaza durumlarında sinyaller yardımıyla kolaylıkla bulunmasını sağlamakta, özellikle büyük araç filolarında sigorta giderlerinin azaltmaktadır. [21]

GSM/GPRS Bazlı Takip Sistemleri: Takip sistemleri için diğer bir uygulama GMS/GPRS bazlı takip sistemleridir. GSM tüm dünyada kullanılan, standardize edilmiş protokollerden oluşan mobil haberleşme yapısıdır. Lojistik sektörünün küresel bir yapıda olmasına bağlı olarak işletmelerin çoğuna GSM frekans bantlarını kapsayan kablosuz modüllere sahip olunması önerilmektedir. [27]

GPRS devamlı bağlantı sağlayarak hızlı ve düşük maliyetli veri iletişimi sağlayan teknolojidir. Bu teknoloji ile uyumlu cihazlar, donanım ve yazılımlar kullanılarak takip gerçekleştirilebilmektedir.

Takip ve Filo Yönetim sistemlerinde GSM/GPRS teknolojilerinin mevcut kaynakların daha etkin kullanımını sağladığı gözlemlenmektedir. Araç/konteyner takibinde yağ seviyesi, sıcaklık gibi gerçek zamanlı operasyonel veriler sağlayarak gerekli önlemlerin alınması sağlanır, mevcut kaynakların daha etkin kullanılmasını desteklenir. Müşteriler araçların ve taşınan ürünlerin mevcut lokasyonları ve durumlarıyla ilgili gerçek zamanlı bilgiye sahip olurlar. Değerli ve tehlikeli ürünlerin takibi yapılarak çalınma/hasar vb. durumlarda bilgi alınarak müdahale edilir. [27]

3. Transit Operasyonlar Yazılımı: Araç bazlı filo yönetim sistemlerinden edinilen veri merkezi bilgisayar sistemlerine aktarılır ve transit operasyonlar yazılımı tarafından işlenir. Bu yazılım operatörlerin filo performansını gözlemlemesini, kaza durumlarından haberdar olmasını ve müdahale etmesini sağlar. Bu yazılımlar ve raporlama sistemleri otomatik coğrafik kodlama, haritalandırma, gerçek zamanlı çizelgeleme işlemlerini gerçekleştirir. Transit operasyon yazılımları genellikle bir GIS platformu kullanarak rota planlama optimizasyonu sağlar ve bir AVL sistemi ile birleştirilebilir.

Transit operasyon yazılımlarının avantajları aşağıdaki gibidir:

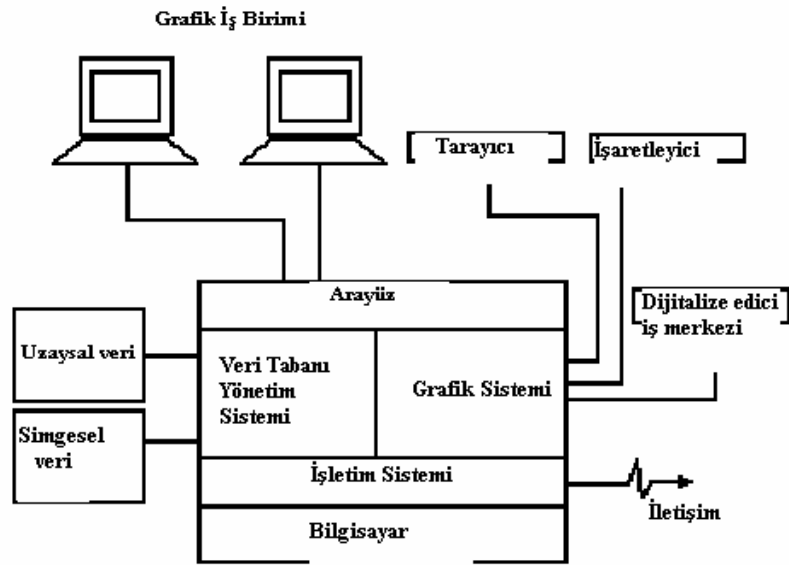
- Mevcut kaynakların optimum kullanımını sağlar.
- Araçların yeniden çizelgelenmesini ve yeniden rotdanmasını sağlar.
- Operasyonel verimliliğin değerlendirilmesini destekler.
- Acil durumlarda yanıt vererek çizelgeleme güvenilirliğini artırır ve operasyon verimliliğini artırır.
- Optimizasyonlar sayesinde operasyon maliyetlerinin azalmasını ve müşteri ilişkilerinin iyileştirilmesini sağlar. [28]

4. Coğrafik Bilgi Sistemleri (GIS): Coğrafik bilgi sistemleri (GIS) transit operasyonların mevcut durumlarının görsel bir şekilde sunulmasını sağlar. Coğrafik veri tabanlarının lokasyon koordinatları kümesi aracılığıyla ilişkili olmasını sağlayan bir çeşit komputere veri tabanı yönetim sistemidir. Bir başka deyişle GIS araçların takibinin yapıldığı haritaları oluşturan üründür.

Bu teknolojinin diğer bilgi sistemlerinden ayırt eden en belirgin özellik; bilgileri hem grafik katmanlar hem de kavramsal tablolar şeklinde sunabilmesidir. Sayısal haritalarda farklı bilgi türleri farklı katmanlarda ifade edilebildiği gibi kavramsal tablolarla ilişki kurularak ileri düzey bilgi bütünleşmesine de gidilebilmektedir.

Örneğin, anayollar, demiryolları, sokak, vb. detaylar ayrı ayrı katmanlarda ifade edilerek aralarında ilişki kurulabilmektedir. Diğer yerleşim merkezleri de aynı mantıkla katmanlar halinde gösterilmektedir. Bu katmanlardaki bilgiler, anlamlı sorgulama filtrelerinden geçirilerek sayısal haritalar üzerinde istenilen analizlerin yapılması ve elde edilen sonuçların görsel hale getirilmesi mümkün olabilmektedir. [29]

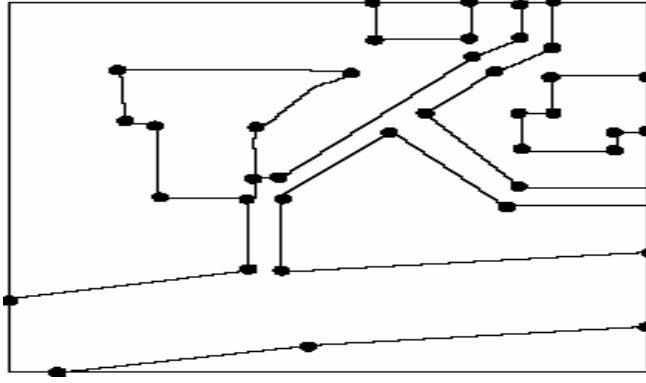
GIS veri tabanı yönetim sistemi, grafik sistemi, ara yüz ve işletim sistemi olmak üzere dört kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımlar bir iletişim ağı aracılığıyla birbirlerine bağlıdır. Aşağıdaki şekilde bir GIS sisteminin yapısı yer almaktadır:



Şekil 3.4: Bir GIS Yapısı [30]

Uzaysal ve simgesel olarak aracın lokasyon bilgisi alınır, bir veri tabanı yönetim sisteminde toplanır, işletim sistemi, grafik sistemi aracılığıyla ara yüz üzerinden bir dijital harita üzerinde aracın lokasyonunun işaretlenmesi sağlanır.

Aşağıda rotalama ve çizelgeleme sürecinde GIS uygulamalarıyla araçların vektörel olarak haritaya aktarıldığı temel bir şekil yer almaktadır.



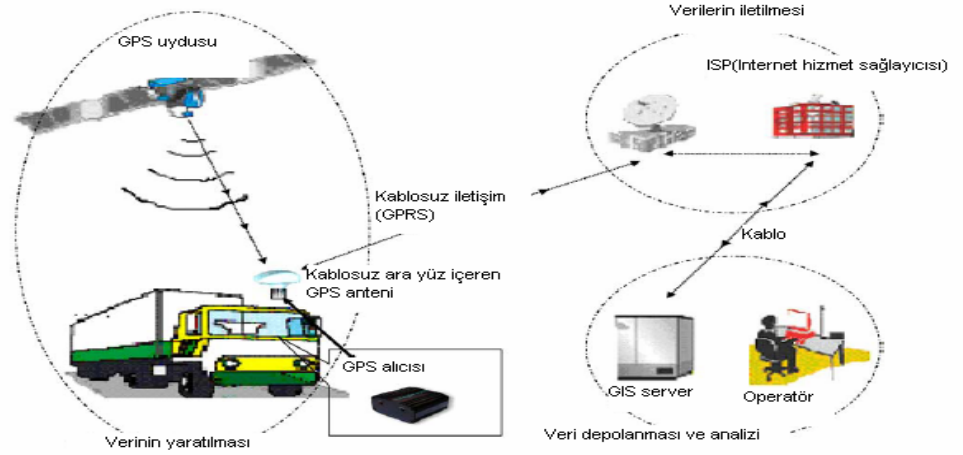
Şekil 3.5: Bir GIS Uygulamasıyla Aracın Vektörel Olarak Haritada Gösterimi [30]

GPS uygulamalarının kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte aracın belirli zaman aralıklarıyla okunan lokasyon bilgisi merkezdeki veri tabanına gönderilir, GIS sinyalleri değerlendirilerek aracı harita üzerinde bir sembol şeklinde gösterir. Araç planlamadan sorumlu kişi aracın lokasyonunu takip ederek filoyu denetim altında tutar. Yol durumu, trafik durumu gibi bilgiler anlık olarak alınabildiğinde aracın rotası modifiye edilerek gecikmeler engellenebilir, araç çizelgesi yeniden optimize edilebilir.

Ayrıca; GIS uygulamaları ERP yazılımlarındaki envanter kontrol sistemlerine de entegre edilerek ürünlerin gideceği adres lokasyonlarında, spesifik rotada olup olmadığının bilgisini sağlar. [31]

GIS rotalama ve çizelgeleme yazılımlarıyla takip ve izleme sistemi yazılımlarıyla entegre edilerek maliyetleri düşürmeyi hedeflemeye odaklanır, verilerin geliştirilmesini, operatörlerin taşıma sürecini modellemesini ve planlamasını, rota planlamasını, analiz etmesini ve rotayı yeniden yapılandırmasını, en önemlisi etkin kararlar vermesini sağlar.

Aşağıdaki şekilde AVL'nin bir araç ve konteyner takip sistemi olarak kullanıldığı bir model yer almaktadır. Aracın lokasyonunu, hızını, ürünlerin teslim süresini içeren gerçek zamanlı bilgi bir GPS sistemi tarafından ölçülür, kablosuz bir GPRS sistemi tarafından Internet hizmet sağlayıcı (ISP) aracılığıyla her 2–3 saniyede bir kontrol merkezine aktarılır. Merkezde yer alan GIS, bilgileri analiz etmek için kullanılmaktadır. Normal dışı araç hareketleri, atıl zamanların uzunluğu ve düşük hız GIS tarafından tanımlanan parametreler sayesinde algılanabilmektedir.

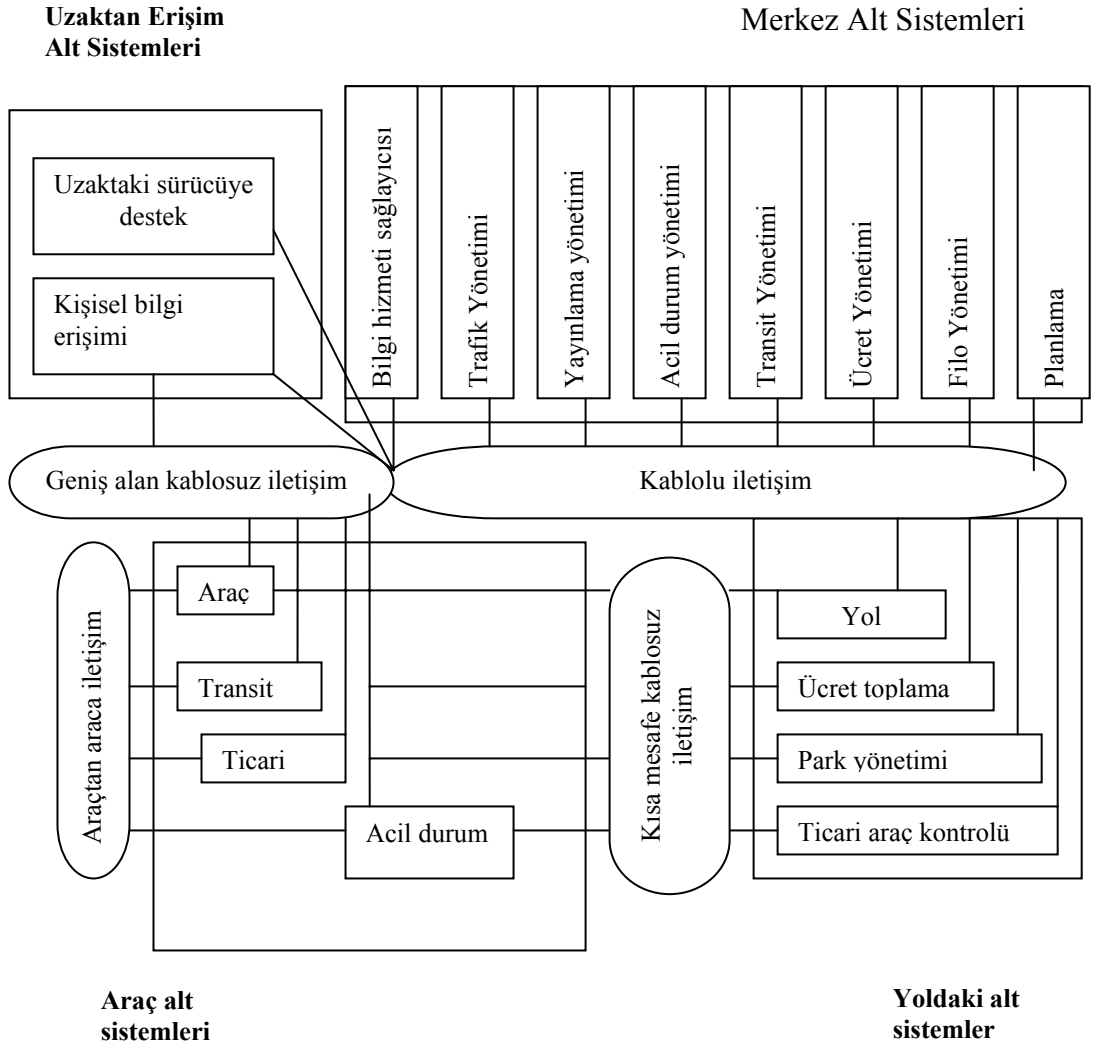


Şekil 3.6: Araç/Konteyner Takip Sistemi [32]

3.2.1.2 ITS'nin Teknik Altyapısı

Birçok teknolojinin bütünleşmesi her bir ITS teknolojisinin diğeriyle uyumlu şekilde çalışmasını gerektirir. ITS teknolojilerinden tam anlamıyla yararlanmak için sistem altyapısının etkin bir şekilde oluşturulması önemlidir, tüm ITS fonksiyonları arasındaki bütünleşmeyi sağlar.

Aşağıdaki şekilde bir bütün olarak örnek bir ITS altyapısı gösterilmektedir.



Şekil 3.7: ITS Alt Yapısı [24]

3.2.1.3 ITS Uygulamaları

ITS uygulamalarının her biri birden fazla alternatif teknoloji tarafından desteklenebilir. Başlıca ITS uygulamaları aşağıda belirtilmektedir:

- **Rota Yönlendirmesi:** Bu sistemler belirli bir destinasyona ulaşmak için en uygun rotayı seçmeyi, taşıma süresini minimize etmeyi sağlar. Bu bilgiler talep durumunda sağlanır ve her bir rotadaki trafik sıkışıklığı seviyesi, trafikteki kısıtlamalarla ilgili bilgi, park alanları ile ilgili bilgiyi içerir. [25]
- **Trafik Kontrolü:** Bu sistem optimal sinyal kontrolü kullanımı ile sadece trafik sıkışıklığı durumlarının kötüye gittiği durumlarda değil, bir bütün olarak karayolu ağlarının tümünde kullanılır. Ayrıca bu sistem sürücülere araçtaki ekipmanlar ve değişken mesaj sinyalleri aracılığıyla rota kılavuzluğu sağlar.

Trafik kontrolü sistemi trafik sensörlerini, değişken mesaj sinyallerini, alan ekipmanları ve trafik kontrol merkezleri arasındaki iletişimi kapsar. [33]

- Otomatik Araç Operasyonu: Bu sistem fren sistemi ve gaz pedalı, tekerlek gibi ekipmanlar üzerinde kontrol sağlayarak otomatik olarak kontrol edilen sürüş destek fonksiyonlarına dayanır. Otomatik araç operasyon sistemleri aracı diğer araçlardan uygun bir mesafede tutarak güvenli bir hızda hareket etmeyi mümkün kılar, sürücünün iş yükünü azaltarak trafik kazalarında önleyici rol oynar. [25]
- Ticari Araç Uygulamaları: Bu sistem her bir özel hizmet aracı için geçiş izni uygulamalarını ve ofis içi uygulamaların elektronik olarak işlenerek bir veri tabanına aktarılmasını, geçiş izninin talep edildiği rotalardaki bilgiyi ve geçiş izni isteyen araçlar tarafından seçilen gerçek geçiş rotasıyla ilgili bilgiyi sağlar.
- Sürücüye Destek Sağlama: Otomatize edilmiş sistemler aracın performansını artırarak sürücünün aracı daha güvenli kullanmasını sağlar. [34]
- Kamuya Ait Taşıma Yönetimi: Bu sistem kamu taşıma operatörlerine trafik durumuyla ilgili çeşitli veriler sağlayarak taşıma operasyon ve yönetimini destekler. [34]
- Otomatik Acil Durum Bildirisi: Otomatik acil durum bildirisi hızlı ve uygun bir şekilde ilk yardım aktivitelerinin uygulanmasını, kaza durumlarında yolların tamirat işlemlerinin etkin şekilde gerçekleştirilmesini sağlar. [25]
- Uyumlu Trafik Sinyal Kontrolleri: Çok sayıda aracın başlıca yollardan geçebilmesi için hızı algılayarak trafik sinyali dalgaları yaratabilirler. [25]
- Elektronik Ücret Toplama: Bu sistem sürücülerin ücret toplama merkezlerinde durmadan geçiş ücretlerini otomatik olarak toplamayı, yol operatörlerinin işgücü gereksinimini azaltmayı, fiyatlandırma işlemlerinin implementasyonunu kolaylaştırmayı sağlar. [25]

Bu sistem ülkemizde ve dünyada çok sayıda köprü ve otoyolda uygulanmaktadır.

3.2.1.4 ITS Uygulamalarının Avantajları

ITS etkinliği, verimliliği, güvenliği, enerji tasarruflarını ve çevresel kaliteyi artırarak taşıma sistem operasyonlarını geliştirir. ITS yol şeritleri başına kapasiteyi artırarak ya da bir işi gerçekleştirmek için gerekli olan araç sayısını azaltarak yol inşası ihtiyaçlarını minimize etmek için yeni yaklaşımlar sunar. [24] Bununla birlikte taşıma sistemlerinin bilgi teknolojileriyle desteklenmesiyle kişilerin daha etkin kararlar almasını sağlar.

ITS uygulamalarının başlıca avantajları kaza durumlarında, araç operasyonlarında, gecikmelerde, maliyetlerin azalmasında gözlemlenir. Örneğin, ITS sürücülere yola çıkılmadan önce ve yol boyunca trafiğin durumuyla ilgili bilgi sağlar. Gecikme durumlarına ve kazalara karşı uyarılmış olarak sürücüler rota ve planlarında değişiklik yapabilirler. Ayrıca ITS trafik kazalarının sayısını azaltarak, kazalara erken müdahale edilmesini, yol ücretlerinin otomatik olarak toplanmasını sağlayarak yoldaki tıkanıklığı azaltır. GPS gibi teknolojilerden faydalanarak ticari araçların verimliliğini artırır.

Tüm takip ve izleme sistemleri göz önünde bulundurularak bu sistemlerin avantajları aşağıdaki gibi maddelenebilir:

- Haberleşme giderlerinin azalması,
- Rekabet avantajının artması
- Filo Yönetiminin, rotalama ve çizelgeleme işlemlerinin efektif olması,
- Araçların hızlarının, rotalarının anlık olarak takip edilebilmesi,
- Müşterilerin bilgilendirilebilmesiyle müşteri memnuniyetinde artış sağlanması,
- Araçlardaki yüklerin takibi ve yeni yüklerin sipariş anında en yakındaki araçlara yönlendirilmesiyle esnekli sağlanması,
- Güvenliğin arttırabilmesi,
- Ürünlerin talep edilen noktalara varış sürelerinin belirlenebilmesi

3.3 Lojistik Yazılımlar

Artan iş hacmi, bilişim teknolojilerindeki gelişimler ve elektronik ticaretin yaygın kullanımı tedarik zinciri ve lojistik fonksiyonlarının yürütülmesi ve koordinasyonunda önemli değişiklikler sağladı. İnternet teknolojileri veri değişimini büyük ölçüde, hızlı bir şekilde karşılamaya başladı. İşletmelerin depo ve müşterilerdeki envanter seviyelerini, sipariş modeli verilerini takip edememeleri, taşınan ürün ve taşıma ekipmanları gibi lojistik süreçlerinin önemli değerlerini yeterli ölçüde izleyememeleri lojistik yazılımların gelişimine neden olmuştur. Temel lojistik faaliyetlerdeki tüm süreçleri entegre eden yazılımlar geliştirilerek taşıma, yükleme ve boşaltma sürelerinin azalmasına bağlı daha düşük maliyetler, artan yükleme ve envanter doğruluğu, azalan sipariş temin süreleri sağlanmıştır. İşletmeler optimize lojistik yazılımları aracılığıyla lojistik süreçlerinde gerekli değişiklikleri sağlayabilmişlerdir.

Bilişim teknolojileri ve Internet kullanımının gelişimiyle işletmeler depolama süreçlerini temelden değiştirdiler. Internet teknolojileri depo görevlilerinin siparişleri daha kolay almalarını ve siparişlerle ilgili envanterleri daha etkin şekilde takip edebilmelerini sağlamıştır. Tüm avantajlarının yanı sıra bilişim teknolojilerinin getirdiği dezavantaj düşük sipariş verme maliyetlerine bağlı olarak depolar daha sık ve küçük partilerde siparişlerle çalışmaya başladılar, bu durum da siparişleri ekonomik yükleme planlarına göre düzenleme zorunluluğu getirdi. Ayrıca işletmeler sık verilen siparişler ve envanter taşıma maliyetleri arasında seçim yapmak durumunda kaldılar. Artan taşımacılık maliyetleri azalan envanter tutma maliyetlerini sağladı, taşınan ya da depolanan ürünün büyüklük, hacim gibi özellikleri envanter tutma maliyetlerindeki düşüşün taşıma maliyetlerindeki artışı karşılayıp karşılamadığını belirleyebilir konuma geldi. [35]

İşletmeler tedarikçi ve müşterilerdeki envanter seviyelerini takip etmek, müşterilerinin sipariş süreçlerini gözlemlemek için “*Depo Yönetim Sistemleri*”ni, ekipmanların lokasyon ve pozisyon bilgilerine ulaşmak için “*Taşıma Yönetim Sistemleri*” ni kullanmaya başladılar. Sipariş dağıtımının çizelgelenmesinden önce sipariş iptal vb. bilgilerini öğrenerek, gerçek zamanlı yeniden çizelgeleme işlemleri yapabilme, daha etkin yönetim kararları alma konumuna geldiler.

3.3.1 Depo Yönetim Sistemleri

Depo Yönetim Sistemi (WMS) yazılımları operasyonel gereklilikler, bir ürünün tesiste nereden alındığı, aynı destinasyona giden diğer ürünlerle gruplanabilirliği, uzun süreli depolama yapmadan en erken ne zaman taşınmasının yapılabileceği, sipariş yönetim ve konsolidasyonu gibi unsurlar üzerine odaklanır. Birçok araştırmacı envanter yönetimine operasyonel perspektiften bakar; tedarik zincirinde çekme stratejisi mi, itme stratejisi mi izleneceği, sipariş verme işlemi için optimal sipariş seviyelerinin tespiti, her bir stok lokasyonundaki emniyet stok seviyelerinin takibi olarak bakar, stok seviyeleri önemlidir çünkü müşteri hizmet seviyelerinin birincil belirleyicileridir. [36] WMS’ nin bakış açısına göre ürün karakteristiklerini(boyut, lokasyon, destinasyon) bilmek yükleme sayısını azaltarak kar sağlamaktır. [35]

Etkin envanter yönetimi işletmelerin tedarik zinciri maliyetlerini düşürmeleri ve müşteri hizmet seviyelerini azaltmaları için tek yok değildir, Taşıma Yönetim

Sistemi(TMS) ürünlerin fiziksel akışını gözlemleyerek tedarik zincirindeki unsurları bir arada tutmayı sağlar.

Depo Yönetim Sistemlerinde planlama ve çizelgeleme, çalışma sürelerinin tutulması üretim, lojistik, dağıtım gibi süreçlerde kritiktir, çünkü insan kaynağı gereksinimi bir işletme için önemli ve vazgeçilmez bir unsurdur. İşgücü bir dağıtım merkezinin operasyon maliyetlerinin en büyük bileşenini oluşturur. Dağıtım operasyonlarındaki operasyon maliyetlerini azaltmak için bazı işletmeler bu kritik kaynağı İşgücü Yönetim Sistemleriyle (LMS) optimize etmeye odaklanmaktadır. LMS ile gerçekçi performans standartları kurularak işgücü kaynaklarının işletmedeki dağılımı optimize edilir, optimal bir çizelgeleme süreci için bu standartlar planlanan aktivitelerle karşılaştırılır.

Etkin bir LMS implementasyonu ile bir dağıtım merkezi tüm işgücü potansiyelini kullanabilir. Depodaki iş gücü verimliliğinde küçük çaplı bir iyileşme bile işletmenin karlılığında iyi sonuçlar getirir. Bir LMS yazılımı bir dağıtım merkezindeki işgücü verimliliğinin ölçülmesi ve değerlendirilmesi temel olarak aşağıdaki unsurlarla sağlamaktadır:

- Geçmiş verilerle karşılaştırma yaparak direkt ve endirekt iş gücü aktivitelerinin raporlanması.
- Standart iş gücü gereksinimleriyle işletmedeki işgücü aktivitelerini karşılaştırılması.
- Bireysel ve ekip performansını gözlemleyerek ödüllü ücret sistemlerinin desteklenmesi.
- İş gücü planlama süreçlerinde kritik faktörlerin belirlenmesi. Zaman kartlarının ortadan kalkmasıyla çalışma sürelerinin manuel hesaplanmasının ortadan kalkması.
- Talepteki ani değişikliklere göre personelin gerekli lokasyonlara kaydırılabilmesi.
- Katma değerli iş gücünün yönetime anlamlı bir şekilde raporlanabilmesi, analiz edilebilmesi ve kritik bilgilerin takibi için denetim yapılabilmesi.
- Personelin çalışma sürelerinin direkt takip edilebilmesiyle sağlıklı bordro sistemlerinin kurulabilmesi. [37]

LMS teknolojilerinin gelişimiyle birlikte dağıtım merkezlerindeki işgücü dağılımı sağlıklı olarak gerçekleştirilebilmektedir. Yöneticiler işgücünden optimal fayda sağlamak için taktik (maliyet azaltan) ve stratejik (müşteri sayısı artıran) kararlar almalı, iş gücü maliyetlerinin hesaplanmasında oluşan hatalar ve müşterilere dolaylı yoldan çıkarılan fazla maliyetlerin neden olduğu müşteri ilişkileri problemlerine karşı tedbirli olmalıdır:

3.3.2 Taşıma Yönetim Sistemleri

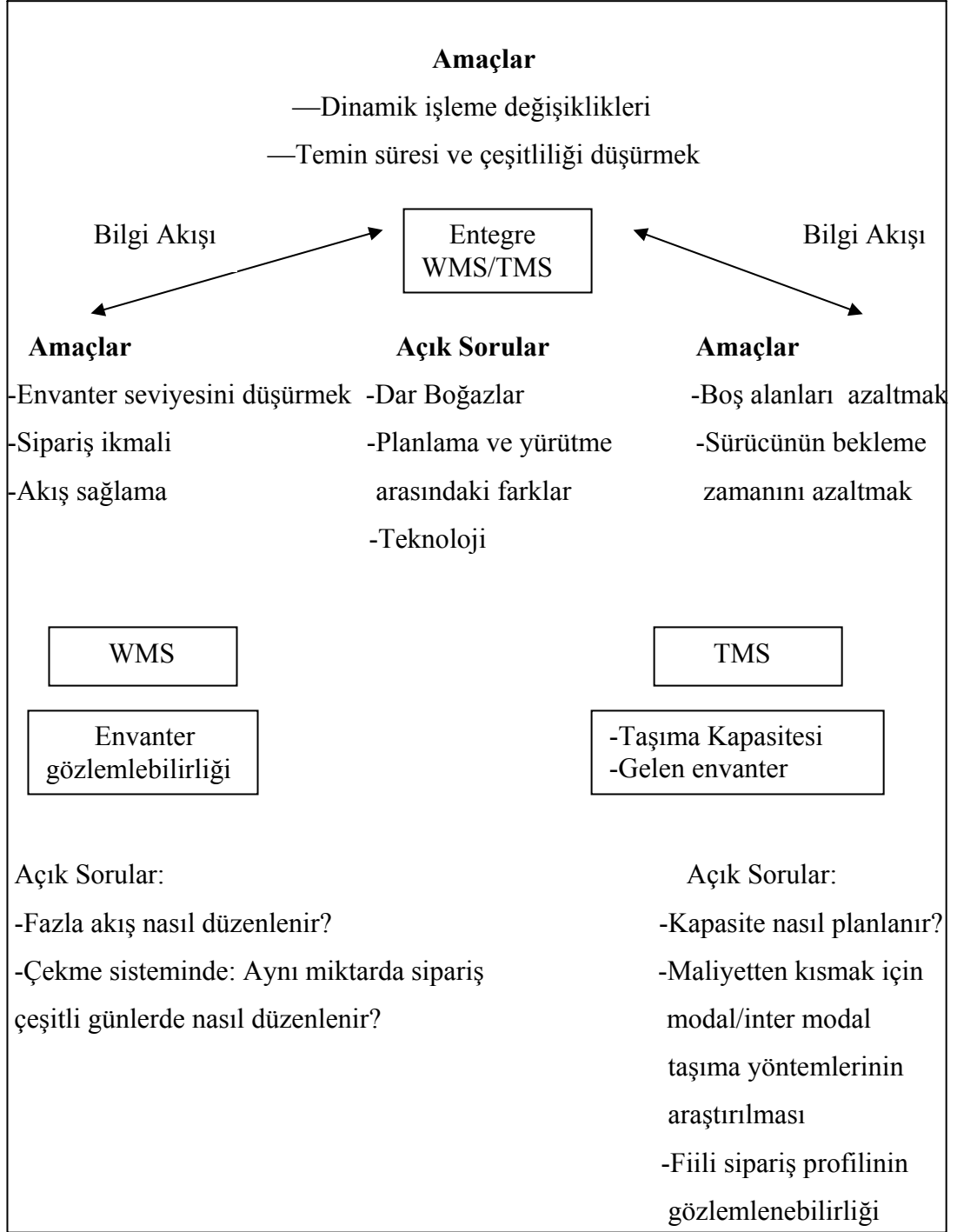
Taşıma Yönetim Sistemleri iki alanda karar destek aracı olarak kullanılır: planlama ve optimizasyon, taşıma faaliyetlerinin yürütülmesi. Planlama ve optimizasyon çalışmaları süresince taşıma modu seçimi, taşıma konsolidasyon işlemleri, yükleme süreçlerinin koordinasyonu bu sistemlerle sağlanır. Yürütme ve operasyon modlarında kullanıldığında rotalama, çizelgeleme, navlun takipleri işlemleri bu sistemlerden takip edilir. TMS implementasyonu ile işletmenin tüm lojistik maliyetlerinin %30-%60' ını oluşturan taşıma maliyetlerinde %10-%40 düşüş sağlandığı ölçümlenmiştir. [38]

Günümüz lojistik yazılımlarından sadece gerçek zamanlı veri sağlayabilmeleri değil, tedarik zincirinde verileri entegre edebilmeleri, değişen koşullar altında yanıt verebilmeleri için gerçek zamanlı karar vermeyi desteklemeleri gerekmektedir. Tedarik Zinciri süreçlerinin yürütülmesinde WMS ve TMS yazılımlarının her ikisinin de kullanılması ve sistemlerin entegre çalışmasıyla tedarik zincirindeki ürün akışlarının takibini yapılması daha sağlıklıdır. Bilgi değişimiyle envanterlerin gözlemlenebilirliği, karar destek sistemlerinin daha çok veriye dayalı olması, mevcut müşteri memnuniyet seviyelerinde kalınarak operasyonel maliyetlerin düşmesi sağlanmıştır. Bir tedarikçinin son müşterine düşük maliyetlerle iyi hizmet sağlaması için tedarikçinin kendi tedarik zincirlerini küçük maliyet toleranslarıyla yönetebiliyor olması gerekir, aksi takdirde son müşteriye sağlanan hizmet bedeli yüksek olacaktır. [35]

Tedarikçiler ve müşterilerin kabul edilebilir fiyatlarda uygun miktarlarda ürün siparişi verebilmeleri ve taşıyabilmeleri gerekmektedir. WMS ve TMS yazılımlarının bütünleşmesi tedarikçilerin operasyonel maliyetleri düşürebilmelerini kolaylaştırmalı, son müşteri için düşük maliyetler sağlayabilmelidir. İnternet teknolojilerinin kullanımı ve bilişim teknolojilerinin sağladığı getiriler, müşterilerin

daha sık ve küçük partilerde sipariş vermeleri WMS ve TMS yazılımları arasındaki bütünleşme gereksinimini güçlendirmektedir.

Aşağıdaki şekil SAP yazılımında mevcut olan entegre TMS ve WMS yazılımlarını göstermektedir:



Şekil 3.8: WMS, TMS ve Entegre WMS/TMS Sistemleri İçin Amaçlar ve Açık Sorular [35]

Bir sipariş gerçekleştirme süreci ERP yazılımından transfer edilen sipariş grubu ile başlayıp sipariş yönetim sistemine akmasıyla başlar. Siparişler WMS sistemine paketleme, konteyner ihtiyacını belirleme, planlama faaliyetlerini gerçekleştirmek üzere akar. Aynı zamanda TMS zaman kazanarak siparişlerin yükleme sıralarını, optimum taşıma maliyetleri ve taşıma modunu belirler ve birden çok fazla tesisten

alınacak ürünlerin senkronize bir şekilde taşınmasını planlar. Aynı zamanda yapılan yüklemeler envanter ve dokümantasyon maliyetlerinin düşmesini sağlar. [35]

Planlanan siparişler WMS' ye geri döner ve ürünlerin depodan alınması süreci başlatılır. Bu arada TMS uygun taşıyıcıların çizelgelenmesi işlemini gerçekleştirir. TMS ürünler işletmeden ayrılmadan etiketleme ve dokümantasyon işlemlerini gerçekleştirir. Sipariş teslim edildiğinde TMS ödemeleri ve siparişin pozisyonunu takip eder. Taşıma sonrası bilgilerin analizi taşıyıcının güvenilirliğini tespit etmeye yarar. [35]

Verileri etkin şekilde paylaşmak için taşıyıcılar bilgi toplama ve dağıtma süreçlerinin bir parçası olmalıdırlar. Otomatize veri toplama sistemleriyle (ADC) ve gelişmiş yükleme bildirimleriyle (ASN) müşteriler ürünlerinin ne zaman yüklendiğinin bilgisini edinebilirler. Yükleme noktasında barkodların okunması ile doğruluk raporlanabilmektedir. [35]

Karar destek sistemleri bu entegre sistemlerin bir parçası olarak yavaş yavaş gelişmektedir. Geniş çaptaki tedarik zincirlerini analiz ettikleri için entegre sistemler sipariş giriş anında ürünlerin bulunurluk kontrollerini yapar. [39] Gelecek tahminlerine dayalı olarak işletmeleri tedarik zincirinin her aşamasındaki ürünlerin vadelerini belirleyebilirler. Ayrıca işletmeler çoklu taşıma modlarını, taşıyıcıları, tarifeleri, siparişleri birleştirmek için alternatif rotaları belirleyebilirler.

3.3.2.1 WMS ve TMS Bütünleşmesinin Potansiyel Getirileri

WMS ve TMS yazılımlarının bütünleşmesinden birçok avantaj elde edilmelidir. Mevcut durumda iç ve dış yüklemeler için sipariş temin süreleri işletmelerde talep ve tedarik belirsizlikleri emniyet stokları miktarını artırarak maliyete neden olmaktadır, bu nedenle de envanter maliyetlerinin %20-%40'ına denk olan envanter tutma maliyetleri tedarik zinciri envanterlerinin etkin yönetimini gerektirir. [35]

Entegre WMS/TMS sistemi sipariş temin süresi varyasyonlarının azalmasını, büyük envanter stoklarının tutulmasının önlenmesini sağlamaktadır. Entegre sistem gerçek zamanlı gözlemlenebilirlik sağlayarak rotada veya siparişlerde olan değişiklikler karşı esneklik sağlayarak daha acil müşteri taleplerinin karşılanmasını gerektirir.

Tedarikçi tarafında entegre WMS/TMS tarafından sağlanan gerçek zamanlı bilgi ,gelen siparişlerin konsolidasyonu ve daha etkin yönetimiyle temin sürelerinin

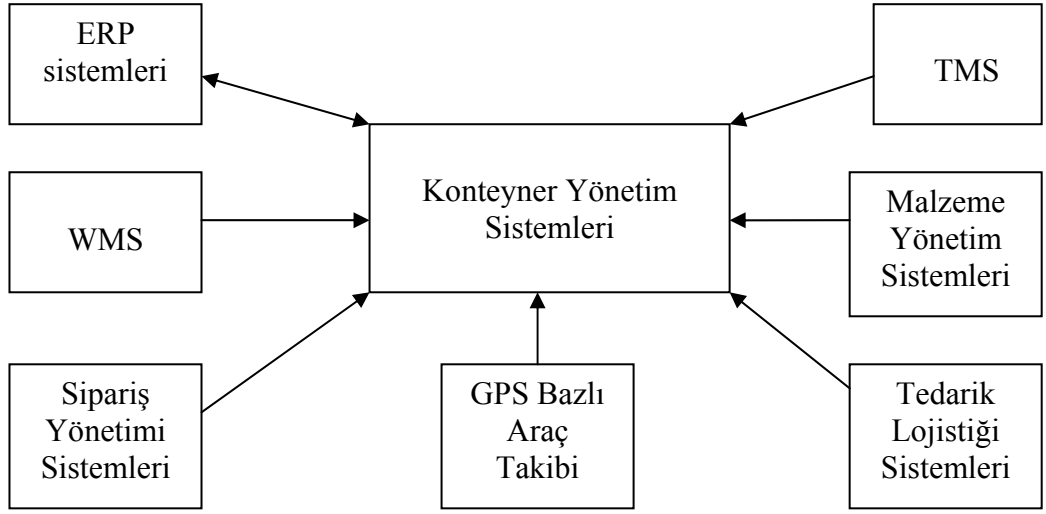
çeşitliliğini azaltabilir. Genişletilmiş tedarik zinciri izlendiği için entegre WMS/TMS sistemi doğru ASN' ler yaratarak gelen ürünlerin ön tahsil ve çapraz sevkiyat işlemini gerçekleştirir. Bir WMS/TMS sistemi geleneksel TMS fonksiyonlarını kullanarak bir taşıma için maliyet efektif modları (kara, hava, tren vb.) belirler. [35]

Çok tesisli bir işletmede entegre sistem siparişleri toplamak için en uygun lokasyonu belirler, taşıma maliyetlerini optimize eder ve müşteri hizmet seviyesini maksimize eder. JIT modeline göre depolama ve üretim yapan müşterilerin siparişleri tam zamanlı olarak izleyebilmesi de kritiktir. Envanterlerin takip edilebilirliği ve gerçek zamanlı bilgilere ulaşma ile birden fazla tesisten alınan ürünün aynı lokasyona senkronize bir şekilde ulaştırılması envanter ve dokümantasyon maliyetlerini azaltmaktadır.

3.3.3 Konteyner Yönetim Sistemleri (CMS)

Artan küreselleşme ve ticari ilişkilerdeki gelişme ile birlikte CMS yazılımları özellikle büyük çaptaki işletmeler için kaçınılmaz olmuştur. Bu yazılımlar tedarik zinciri ERP sistemlerinin göz ardı ettiği takip ve izleme sürecine odaklanmaktadır. Otomatik tanımlama sistemleri ve sensör teknolojileriyle entegre edilerek atıl durumda olan konteynerlerin takibi sağlanmakta, liman ve terminallerdeki envanterler takibe alınmakta, konteynerlerin lokasyon ve statü bilgileri bilinmektedir. [40]

Konteyner Yönetim Sistemleri (CMS) tedarik zinciri süreçlerinde, tüm lokasyonlarda konteynerlerin takibini ve içeriklerini, hızlı ve etkin şekilde sağlayan yazılımlardır. İmalatçıların, üçüncü parti lojistik sağlayıcılarının, acentelerin, taşıyıcıların konteynerler, konteyner hareketleri ve içerikleri üzerinde kontrol kurmasını sağlar. Konteyner Yönetim Sistemlerinin aşağıdaki şekilde görüleceği gibi diğer uygulamalarla entegre olması gerekmektedir. Aşağıdaki şekilde bu bütünleşme gösterilmektedir:



Şekil 3.9: CMS' nin Diğer Sistemlerle Bütünleşmesi[41]

Takip ve izleme özelliği göz ardı edildiğinde en temel kullanımıyla müşteri talepleri doğrultusunda taşınacak konteynerlerin ağırlık bilgileri, taşınacak ürünlerle ilgili özellikler, (tehlikeli yük, yanıcı yük, değerli envanter vb.), güzergâh bilgileri CMS sistemine işlenir. Bir taşıma yönetim sistemi (TMS) ile entegre edilerek çizelgelenen konteynerlere planlamacılar tarafından uygun araçlar atanır. Böylelikle hem konteynerlerin, hem araçların etkin şekilde çizelgelenmesi sağlanır.

Özetlenecek olursa Konteyner Yönetim Sistemleri aşağıda maddelenenleri yerine getirmektedir:

- Liman ve terminallerdeki konteynerlerin Web bazlı olarak takip edilmesi.
- Konteynerler terminalde yerleştirildiği ve terminalden taşıma süreci için alındığında hem sahanın, hem konteynerin statülerinin takip edilmesi.
- Konteyner sahasında konteynerler ve envanterlerin gözlemlenerek taşıma süreci başlayacağında ilgili personel ve ekipmanlara görevlerin atanabilmesini sağlar.
- Boşta duran konteynerlerin takibinin yapılmasıyla taşıma sayılarının artması, müşteriye dolu giden konteynerin tekrar yüklenecek dolu taşımasının yapılması sağlanır.
- İş gücü yönetim sistemleriyle (LMS) entegre edilerek şoför iş gücünün de etkin şekilde çizelgelenmesi sağlanır.
- Müşterilerin ya da üçüncü parti işletmelerin WMS ile entegre edilerek envanterlerin depodaki yerleşimi için girdi sağlar.

- Üçüncü parti işletmelerle gerçek zamanlı bütünleşme sağlanarak fatura, irsaliye gibi belgeler otomatik olarak yaratılır. Ödeme süreleri kısaldığından karlılık artar.
- Güzergâh, müşteri, konteyner tipi, araç vb. kriterler açısından CMS sistemlerindeki raporlama araçları yardımıyla karlılık analizleri yapılarak kriterler üzerinde optimizasyon çalışmaları daha efektif bir şekilde gerçekleştirilir.

3.4 Tedarik Zinciri Yönetimi Yazılımları

Tedarik Zinciri Yönetiminde bilişim teknolojilerinden faydalanmak zincirin süreçleri arasında etkin bir koordinasyon sağlamakta, gereksinim duyulan maliyetleri ve süreyi azaltmakta, istenilen bilgiyi anında sunarak analiz edilmesini sağlamakta, müşterilere katma değerli IT(bilişim teknolojileri) bazlı hizmetler sunarak uzun dönemli iş ilişkileri yaratmaktadır; bu nedenle sektördeki çok sayıda işletme bilişim teknolojilerine yatırım yapmaktadır.

3.4.1 TZY Yazılımlarının Amaçları

TZY yazılımlarıyla ulaşılmak istenen amaç doğru bilginin toplanması, analiz edilmesi, zincirdeki iş ortaklarıyla paylaşılmasıdır. Bu amaçlar aşağıda açıklanmaktadır:

- Üretimden teslimata, satın alma noktasına kadar zincirin her noktasında ürünle ilgili bilginin toplanması, iş ortaklarına gözlemlenebilirlik katmak.
- Tek bir kontak noktasından sistemdeki herhangi bir veriye ulaşmak.
- Tüm tedarik zincirindeki bilgiye dayalı olarak iş süreçlerini planlamak, analiz etmek.
- Tedarik zinciri iş ortaklarıyla belirsizliği yönetmek, riski paylaşmak gibi amaçlarla iş birliği gerçekleştirmek. [42]

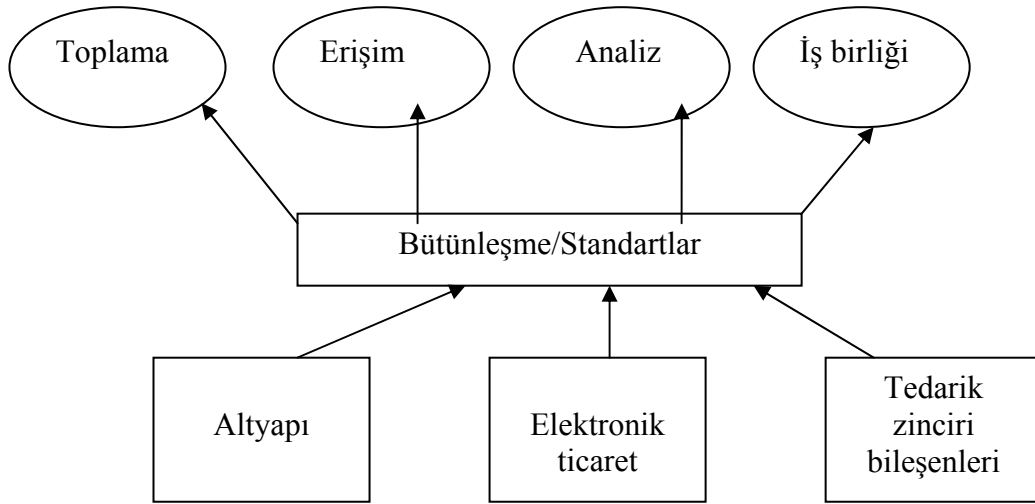
Tedarik Zincirinde IT’ nin temel hedefi gerçek verilere dayalı olarak planlamanın, takibin ve analizin yapılmasıdır. Zincirdeki her bir iş ortağı ürünle ilgili tüm bilgileri edinebilmektedir. Aşağıda her bir amaç detaylandırılmaktadır:

- Bilginin Toplanması: Perakendeciler ve tedarikçiler imalatçılardan gelecek siparişlerinin statülerini bilmek istemektedir. Bu durum zincirdeki diğer işletmelerin bilgi sistemlerine erişim gereksinimi doğurmaktadır. Etkin tedarik

zinciri kararlarının verilebilmesi için ürünler ve malzemelerle ilgili lokasyon bilgisi, ürünlerin hareket bilgisi, ürünlerin çizelgeleri, üretimin durdurulması, ertelenmesi gibi bilgiler gereklidir. Örneğin Federal Express müşterilerin gönderdiği paketlerin lokasyon bilgisini teslimat süresince müşterilerine veren bir takip sistemiyle bu amacı gerçekleştirmektedir. [43]

- Veriye Erişim: Müşterilerde, tedarikçilerde, üreticilerde imalat, dağıtım vb süreçlerin takip edildiği farklı sistemler kullanılabilmektedir. Gerekli verilerin bu sistemler arasında etkin şekilde transfer edilmesi ve iş taraflarının ihtiyaç duydukları verilere gerçek zamanlı olarak erişme hakkına sahip olması gerekmektedir. [43]
- Tedarik Zinciri Verilerine Dayalı Analiz: Tüm zincirde satın alma, üretim, dağıtım gibi süreçlerin daha etkin şekilde gerçekleştirilebilmesi için edinilen veri birikiminden yararlanmak esastır. Siparişleri gerçekleştirmek için en efektif yolun bulunması, hangi ürünlerin hangi depolarda tutulması gerektiğinin, depoların nerde konumlandırılması gerektiğini tespiti gibi kararlar bu verilerin analizinden yola çıkılarak edilmelidir. [43]
- Tedarik Zinciri Ortaklarıyla İş Birliği: Bir işletmenin tedarik zinciri iş ortaklarıyla iş birliği yapması başarı için kaçınılmazdır. Tedarik zincirindeki role bağlı olarak müşterilerin sistemlerine bağlanmak, tedarikçilerin kendi sistemlerine bağlanmasını sağlamak gerekmektedir. Son yıllarda tedarikçilere daha etkin iş birliği kurmak ve efektif çalışmak odak noktası olduğu için Tedarikçi İlişkileri Yönetimi (SRM) kavramı önem kazanmıştır. Tedarik zincirinin diğer bir tarafında müşteri ihtiyaçlarının daha iyi anlaşılması ve daha etkin yönetilmesi için Müşteri İlişkileri Yönetimi (CRM) yazılımları entegre edilmektedir. [43]

Aşağıdaki şekilde amaçlara ulaşılmasına yönelik yapı gösterilmektedir. Bu amaçların gerçekleştirilmesinde tüm amaçların aynı anda, birbirlerine bağımlı bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekmez; işletmelerin önceliklerine, sektörlerine göre değişkenlik göstererek paralel bir şekilde gerçekleştirilebilirler.



Şekil 3.10: Tedarik Zinciri Yönetiminin Amaçları [43]

Aşağıda tedarik zincirindeki yapılar maddelenmektedir:

- Standardizasyon: IT standartları sistemlerin birlikte çalışmasını sağlayan unsurlardır.
- IT Altyapısı: İşletme içinde veya dışında sistemlerin veri tabanı ve iletişim kapasitelerinin tam anlamıyla çalışmasını sağlayan bir altyapı olmaksızın belirtilen amaçların bazıları gerçekleştirilemez.
- Elektronik Ticaret: Son yıllarda elektronik ticaret bilişim teknolojilerinin en yaygın kullanıldığı alan olmuş, çok sayıda işletme tarafından uygulaması gerçekleştirilmiştir. Sadece işletme içindeki etkinliği artırmakla kalmayarak tedarik zinciri ortaklarıyla olan işbirliğini de desteklemektedir.
- Tedarik Zinciri Bileşenleri: Bu bileşenler tedarik zinciri planlamasıyla direkt ilişkili, kısa ve uzun dönemli karar destek sistemleri gibi çeşitli sistemleri kapsamaktadır.
- Bütünleşme: Tedarik zincirinde bilgi teknolojileri uygulama amaçlarının gerçekleştirilmesi için önceliklerin nasıl düzenlenmesi gerektiği, kısa ve uzun dönemli olarak ne çeşit yatırımlar yapılması gerektiği saptanarak amaçlar gerçekleştirilmelidir. [43]

3.4.2 Tedarik Zinciri Yönetimi Sistem Bileşenleri

ERP sistemleri tüm iş fonksiyonlarını bir araya getirerek işletmelerin daha etkin yönetilmesini sağlasa da optimizasyon kapsamında olan; neyin ne zaman, nerede ve

kim tarafından yapılması gerektiği gibi sorulara tam olarak yanıt verememektedir. Bu noktada planlamacıların üretim karakteristikleri, taşıma maliyetleri, envanter maliyetleri gibi kritik unsurları optimize edebilmeleri için Karar Destek Sistemleri(DSS) araçlarına gereksinimleri doğmaktadır. Örneğin bir işletmenin en yüksek maliyeti taşıma maliyetleri ise ilk DSS uygulaması filo rotalama sistemleri veya şebeke tasarımı olacaktır. [43]

Tedarik Zinciri Yönetiminde bilişim teknolojileri kapsamındaki yazılımlar aşağıda maddelenen süreçleri gerçekleştirmektedir:

- **Stratejik Ağ Tasarımı:** Planlamacıların depoların lokasyon, sayı, büyüklüklerini tespit etmesi, hangi depoların hangi müşteriye hizmet vermesi gerektiğini saptaması, optimal dış kaynak kullanım stratejisini belirlemesi, en uygun dağıtım kanalı stratejisinin uygulanması sağlanır. Amaç dış kaynak kullanımı, üretim, taşıma, depolama ve envanter kullanımı faaliyetlerini göz önünde bulundurarak maliyetleri düşürmektir. [43]
- **Tedarik Zinciri Ana Planı:** Karlılığı artırmak ve tedarik zinciri kapsamındaki maliyetleri azaltmak için tedarik zinciri kaynaklarının etkin şekilde tahsis edilerek üretimin, dağıtım aktivitelerinin ve depolamanın koordinasyonu sağlanır. [43]
- **Operasyonel Planlama:** Bu sistemler kısa dönemli planlama aralıkları için üretim, dağıtım, envanter ve taşımacılıkta etkinliği artırmaya yöneliktir. Planlama sürecinde odak tek bir fonksiyondur; örneğin üretim fonksiyonu gibi. Ayrıca bu sistemler diğer fonksiyonlarla olan bütünleşme yetersizliğinden, analizlerin detaylı yapılmasından ve kısa dönemli uygulandıklarından dolayı tam anlamıyla optimize edilmemiş, fizibil stratejiler yaratmaktadır. Operasyon planlama sistemleri aşağıdaki faktörleri içermektedir:
 - ❖ Talep planlama: Bu sistemler geçmiş verilere dayanarak istatistik yöntemleriyle talep tahminleri gerçekleştirmektedir. Sistemi kullanan kişiler promosyon, yeni ürün tanıtımı gibi aktivitelerin analizini gerçekleştirirler.
 - ❖ Üretim çizelgeleme: Tedarik zinciri ana planı ve talep tahminlerine dayalı olarak detaylı üretim çizelgeleri yapılması saplanır. Tüm üretim kısıtları göz önünde bulundurularak kısıt bazlı fizibilite analizleri yapılır.

- ❖ **Envanter yönetimi:** Ortalama talep ve talep çeşitliliğine dayalı olarak tedarik zincirindeki faaliyetler için envanter planları yapılır, istatistiksel yöntemlerden yararlanır.
- ❖ **Taşımacılık Planlaması:** Müşteri dağıtım çizelgeleri, araçların bulunurluğuna bağlı olarak taşıma rota ve çizelgelerinin yapılması sağlanır. Çok sayıda taşıma planlama seçeneğinin varlığına bağlı olarak bu sistemler filo planlama, taşıma modu seçimi, rotalama ve dağıtım planlama konularında çeşitlilik göstermektedir. Kullanılan metotlar çoğunlukla sezgiseldir. [43]
- **Operasyonel Yürütme:** Bu sistemler bir işletmenin süreçlerini yerine getirebilmesi için veri, kullanıcı erişimi ve altyapı sağlar. Kullanıcılar ve süreçlerle birlikte gerçek zamanlı olarak güncellenmektedirler. Aşağıdaki beş faktör operasyonel yürütme sistemlerini oluşturmaktadır:
 - ❖ **Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP):** Birçok işletmenin bel kemiği olarak ortak bir veri tabanında üretim, insan kaynakları, finans vb. süreçlerini toplayarak işletme kaynaklarını en etkin şekilde kullanarak yerine getiren sistemlerdir. ERP sistemleri birçok sistemle bütünleşik bir şekilde çalışabilmektedir.
 - ❖ **Müşteri İlişkileri Yönetimi:** Bu sistemler müşterilerle sürekli kontak halinde olarak siparişlerini, ihtiyaçlarını daha iyi takip etmeyi ve müşterilerin gereksinim duyduğu verileri gerçek zamanlı olarak sağlamaktadır.
 - ❖ **Tedarikçi İlişkileri Yönetimi:** Tedarikçilerin sistemleriyle bir ara yüz aracılığıyla entegre edilerek iş birliği sağlayan sistemlerdir.
 - ❖ **Tedarik Zinciri Yönetimi:** Dağıtım, depolama vb. aktivitelerinin takibi yapılarak performans analizleri gerçekleştiren sistemlerdir.
 - ❖ **Taşıma Sistemleri:** Taşınan ürünlerin takibini sağlayan sistemlerdir. Bu sistemlerde de rotalama yapılabilmekte, ancak yukarıda anlatılan taşıma planlama sistemlerindeki kadar geniş çaplı olmamaktadır. [43]

3.4.3 TZY Yazılım Uygulamaları

Tedarik Zinciri Yönetimi yazılım uygulamaları yukarıda da anlatıldığı gibi tedarik, üretim, taşıma, dağıtım ve satış gibi malzeme akışıyla ilgili süreçlerin geleceğe yönelik planlama ve çizelgeleme aktivitelerinin optimizasyonuna odaklanmaktadır.

Bu gelişmiş planlama ve çizelgeleme sistemleri lineer programlama, sezgisel programlama, kısıt bazlı programlamadan karar destek sistemlerinden yararlanarak optimizasyon gerçekleştirmektedir.

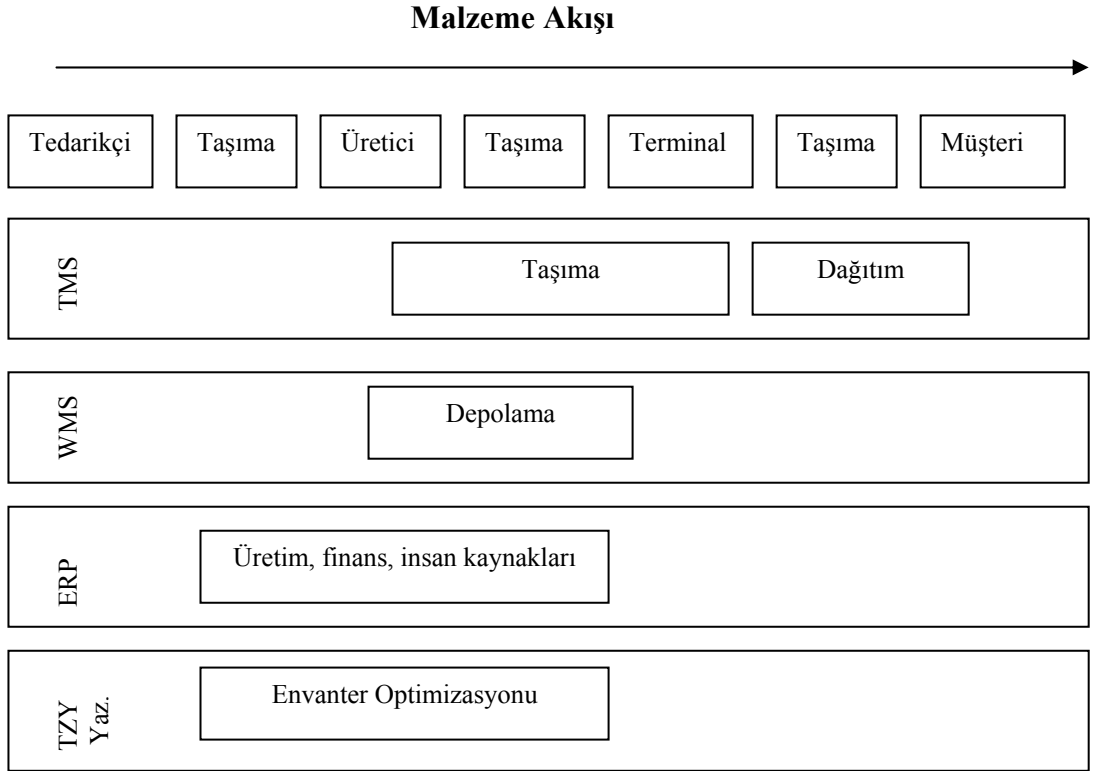
Tedarik zinciri süreçlerindeki işletmelerin büyük bir kısmı spesifik yazılımlar geliştirmek yerine pazarda kendini kanıtlamış uygulamalar kullanmaktadır.

Aşağıda en sık uygulanan yazılımlar açıklanmaktadır:

- **i2 Teknolojileri** çok sayıda işletmeyle veri yapılarını göz ardı ederek veri alış verişi
- **PeopleSoft** İşletme Kaynak Optimizasyonu (ERO) uygulamasıyla planlama ve gerçek zamanlı çizelgeleme yapmaktadır. [45]
- **Oracle tedarik** zinciri çözümleriyle sipariş yönetimi, üretim, ürünün hayat çevrimi gözlemlemesi, planlama ve yürütme işlemlerini aynı çatı altında toplar. [46]
- **SAP** tedarik zincirini planlayan ve çizelgeleyen uygulamasıyla gerçek zamanlı karar desteği ve ağ optimizasyonu yapmaktadır. [47]
- **J.D. Edwards** tedarik zincirinin tümünde stratejik, taktik ve operasyonel seviyede geniş çaplı bir çözüm sunmaktadır. [48]
- **Manugistics** çeşitli optimizasyon çözüm metotlarını entegre ederek tedarik zinciri uygulaması gerçekleştirmektedir. [49]
- **Viewlocity** işletmelerin tedarik zinciri süreçlerini daha etkin yönetebilmeleri, müşteri ve tedarikçilerine daha etkin ulaşabilmeleri adına tek bir platform bazlı bir yapı sunmaktadırlar. [50]

Tedarik Zinciri yazılım uygulamalarının temel avantajları aşağıda maddelenmektedir:

- Tedarik zinciri envanter ve lot büyüklüğü optimizasyonu ile çevrim zamanlarının kısalması
- Malzeme akış analizleri ile ürün maliyetlerinin düşmesi
- Siparişlerin birlikte taşınması ile taşıma maliyetlerinin azalması
- Müşterilere yapılacak teslimat sürelerinin hesaplanabilmesi ve hizmet seviyesinin artırılabilmesi.



Şekil 3.11: Lojistik ve Tedarik Zinciri Yazılımlarının Bütünleşmesi[51]

3.5 Tedarik Zinciri ve Lojistikte İleri Planlama Sistemleri

Günümüzde ürün ve hizmetlerin oluşturulmasında, geliştirilmesinde ve dağıtılmasında önemli değişiklikler yaşanmaktadır. Hızlı, doğru, esnek kararlar verebilmek iş süreçlerinin kilit fonksiyonu haline gelmiştir. İleri seviyedeki planlama sistemleri işletmeler için bu ihtiyacı karşılar duruma gelmiştir.

Lojistik ağlarda planlama sistemleri üç hiyerarşik seviyede bulunmaktadır: stratejik, taktik ve operasyonel.

Taktik seviyede planlama kapasite, stok, iş gücü, finansal durum gibi kısıtlarla ilişkili olarak maliyetleri düşürerek üretim ve dağıtım fonksiyonlarını yerine getirmektedir.

3.5.1 Planlama Sistemleri

Lojistik ve TZY’ de ileri planlama sistemlerinin gelişimi ve uygulamaya alınmasına kadar geçen sürede çeşitli planlama uygulamalarından yararlanılmıştır.

1. İstatistiksel Envanter Kontrol (SIC): Envanter seviyelerini kontrol etmek adına çok sayıda matematiksel formülden, geçmiş verilerden yararlanılarak planlama

yapmaya dayanır. Envanter yönetimi için kullanılan bu yöntemin bilgisayar uygulamalarına aktarılması kolaydır. [52]

2. Malzeme İhtiyaç Planlaması(MRP): MRP uygulamaları envanter yönetimi kapsamında çok sayıda verinin işlenmesine yönelik olarak kullanılır. Çizelge doğrultusunda planlamacı ürünlere hangi noktada ne kadar gereksinim duyulduğunu belirler. [52]
3. Dağıtım Kaynakları Planlaması (DRP): Belirli bir dönem için planlamacı hangi miktarların hangi noktada temin edeceğini, teslimat zamanını MRP uygulamalarıyla belirler. Dağıtım ağı merkezi ardışık envanter noktalarından oluşur; örneğin merkezi dağıtım merkezi, depolar gibi. Bu ağda çeşitli aktivitelerin koordinasyonu önemlidir. MRP uygulamaları dağıtım ağlarındaki envanter yönetiminde de kullanılmaktadır. [52]
4. Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP): Daha önce de belirtildiği gibi ERP uygulamaları bir işletmenin üretim, lojistik, finans gibi fonksiyonları arasındaki bilgi akışını kolaylaştırmakta, gerekli verilerin bilgisayar ortamına bir kere aktararak operasyonların konsolide edilmesini sağlamaktadır. Örneğin bir sipariş girişiyle birlikte fabrikada üretim planı gerçekleştirilir, dağıtım ve teslimat planları yapılır. Depoda siparişlerin stoklardan karşılanıp karşılanamayacağına karar verilir. Süreçlerin sonunda raporlama ile doğru zamanda doğru bilgi yönetime iletilir. [52]

3.5.2 İleri Planlama Sistemleri (APS)

Malzeme ihtiyaç planlaması, kurumsal kaynak planlaması uygulamalarıyla üretim ve lojistik faaliyetlerinin performansının artışı sağlanmaktadır, ancak optimal düzeyde yeniden çizelgeleme, ürünlerin yeniden lokasyonlandırılması gibi faktörler göz ardı edilmektedir; APS ile bu eksiklik giderilmektedir. Bir APS sistemi tüm tedarik zinciri kapsamında zincirden gerçek zamanlı bilgi edinerek müşterilere hızlı ve güvenilir, fizibil bir çizelge sunmayı sağlar. APS implementasyonu ile birlikte daha iyi çıktı süreleri, daha kısa teslimat süreleri, etkin yönetilen envanter seviyeleri, yüksek müşteri memnuniyeti elde edilir.

İleri planlama sistemlerinin birçok işletme tarafından benimsenmesinin en önemli nedeni komplike tedarik zinciri ağlarındaki süreçlerin kolaylıkla ve kısa zamanda planlanabilir olmasını sağlamasıdır.

Bir diğerk nedeni ise iş birliğı içindeki işletmeler tedarik zincirlerini bu sistemler aracılığıyla birlikte yönetebilmektedirler, böylelikle sadece üretim ya da sadece dağıtım gibi tek bir fonksiyon üzerinde odaklanmazlar. Ayrıca anlık olarak değışen koşullar doğrultusunda dinamik bir yapıya sahiptirler. [53]

İşletme içinde ve işletme dışında planlama faaliyetlerini gerçekleştirmek için geliştirilen APS tasarımında optimize bir plan sunulurken aşağıda maddelenen çeşitli kısıtlar göz önünde bulundurulur.

- Talep edilen malzemelerin bulunabilirliğı
- Müşteri hizmet seviyesi gereksinimleri(teslim tarihleri)
- Emniyet stok seviyeleri
- Maliyet
- Dağıtım gereksinimleri, sıralama

3.5.2.1 İleri Planlama Sistemleri Çözümleri

Stratejik, taktik ve operasyonel seviyede planlama yapmayı sağlayan ileri planlama sistemleriyle aşağıda açıklanan durumlar ve süreçler için planlama yapılır:

- Stratejik ve Uzun Dönemli Planlama: İstatistiksel verilerden, kısıtlardan yararlanılarak hangi tedarikçilerle çalışılması gerektiğı, birbiriyle çakışan amaçların nasıl gerçekleştirileceğı, yatırımın geri dönüş süresinin en kısa zamanda sağlanması için mevcut kaynakların nasıl kullanılacağı belirlenir.
- Tedarik Zinciri Ağ Tasarımı: Bu çözüm tedarikçi, müşteri, üretim merkezleri, dağıtım merkezleri, depolardan oluşan ağ içinde kaynakların optimal kullanımını sağlar. Tasarım yapılırken müşteri taleplerini optimal şekilde karşılamak adına olasılıklar denenerek tedarik zincirindeki birimlerin nerede konumlandırılması gerektiğı belirlenir. Tedarik zinciri tasarım araçları spesifik bir lokasyonda daha fazla stoğun neden olduğu maliyetler ve taşıma maliyetleri arasındaki dengeyi sağlamak için kullanılır.
- Talep Tahminleri ve Talep Planlama: İstatistiksel yöntemlerden ve geçmiş verilerden yararlanılarak geleceğe yönelik talep tahminleri yapılır. Yapılan tahminlerden elde edilen bilgilere dayalı olarak talebin üretimden daha az olduğu dönemlerde promosyon vb. gibi işlemler gerçekleştirilerek denge sağlanır.

- **Envanter Planlama:** Müşteri hizmet seviyesinin beklenen düzeyde olması için teslim edilecek ürünlerin optimal seviyeleri, emniyet stok seviyeleri ve lokasyonları belirlenir.
- **Tedarik Zinciri Planlaması:** Tedarik zinciri planlaması zincirdeki her bir lokasyondaki süreçlerle, ürün seviyeleriyle, kritik ürünlerle ilgili kısıtları dikkate alarak planlama yapılması anlamına gelir. Bu uygulamalar üretim ve dağıtım birimlerinin senkronize bir şekilde çalışmasını sağlayarak üretim, dağıtım ve taşıma kaynaklarının optimal kullanımını sağlar.
- **Dağıtım Planlaması:** Reel taşıma maliyetleri ve ürünlere tahsis edilen alanlar dikkate alınarak envanterlerin dağıtımı için fizibil bir plan yapılarak talepler karşılanmaya çalışılır.
- **Taşıma Planlaması:** Taşıma maliyetlerini minimize etmek için taşıma bedelleri karşılaştırılmaktadır. Ayrıca işletme içinde ve dışında malzeme akışını optimize etmek için taşıma maliyetlerini azaltarak araç filolarının etkin kullanımını sağlar. Bu uygulamaların diğer bir işlevi yükleme süreçlerini konsolide ederek taşıma rotalarını optimize etmektir.
- **Yükleme Çizelgelemesi:** Ürünlerin teslim tarihleri doğrultusunda çizelgeleme yapılarak siparişleri yüklemek için optimal metot ve çizelgeleme süreçlerini destekleyen uygulamalardır. [52]

Tedarik Zinciri Yönetiminde temel lojistik faaliyetler içinde en önemli rolü oynayan taşıma süreçlerindeki ileri planlama sistemleri araç rotalama ve çizelgeleme sistemleri başlığı altında incelenmektedir.

3.5.2.2 Araç Rotalama Sistemleri

Tedarik zinciri yönetiminde önemli bir yeri olan dağıtım yönetimi kapsamında optimizasyon ve karar destek sistemleri araç rotalama sistemleri uygulamalarında yoğun şekilde kullanılmaktadır. Ürünlerin en kısa zamanda doğru lokasyonlara mevcut kaynaklarla ulaştırılmasını sağlamayı hedefleyerek, kısıt bazlı programlama algoritması içeren yazılımlar, GIS, GPS, veri tabanı yönetim sistemi gibi teknolojiler kullanılarak statik ve dinamik bir şekilde araç rotaları belirlenmekte, ERP sistemleriyle konsolide edilebilmektedir. Araçların etkin şekilde yönetilmesi ve dinamik olarak rotalanabilmesi için bu teknolojileri entegre eden Araç Rotalama Sistemleri (VRS) geliştirilmiştir. Araç sayısının, taşıma miktarının az olduğu

durumlarda statik olarak basit bir planlama yaparak araç çizelgeleme işlemi gerçekleştirilebilirken, çok sayıda araçla fazla sayıda taşıma yapmak gerektiğinde araçların yeniden rotalama ve çizelgeleme işlemlerini gerçekleştirecek bir Araç Rotalama Sistemi kullanımı vazgeçilmezdir.

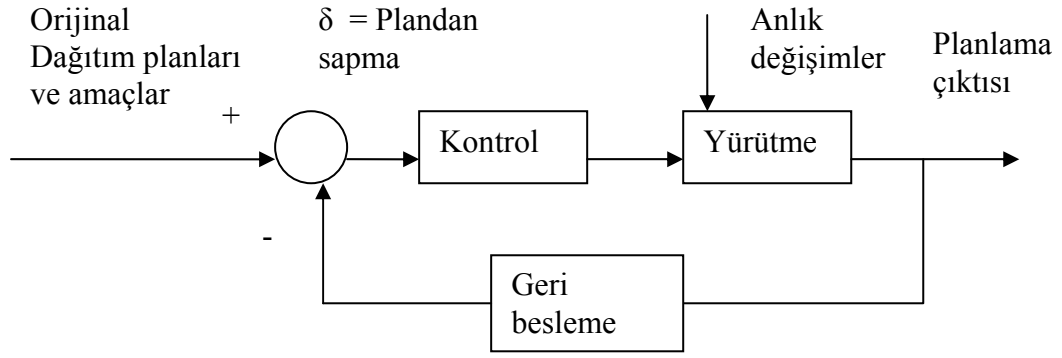
1980'lerden günümüze dek pek çok VRS uygulaması geliştirilmiştir. Mevcut uygulamalarla karşılaştırıldığında bu uygulamaların araç rotalama için farklı yaklaşımlar sağladığı; ancak araçlar ve planlamanın yapıldığı merkez arasındaki iletişimi göz ardı ederek gerçek zamanlı araç çizelgeleme yapılmasını desteklemediği gözlemlenmektedir. [54]

Araç Rotalama Sistemleri implemente edilirken aşağıdaki temel maddeler göz önünde bulundurulur:

- Müşterilerin sipariş büyüklükleri ve sipariş öncelikleri
- Teslimatın gerçekleştirilmesinde risk minimizasyonu
- Araçların yüklenme kapasiteleri, filo büyüklüğü
- Araçların yapabileceği maksimum hız, araçların gideceği yol durumu ve km. bilgisi
- Müşterilerin lokasyon bilgisi
- Zaman kısıtı [55]

Araç Rotalama Sistemleri İmplementasyonu: Birçok araç rotalama sistemi dağıtım süreci öncesi araçlar için taşıma planlarını bir merkezden gerçekleştirmek üzere kullanılmaktadır ancak bu uygulamalardan ani değişimlere esnek yanıt verip planlama yapabilenler sektörde başarılı olmuştur. Dinamik olarak çizelgeleme yapılırken beklenmeyen durum olasılıklarını göz ardı etmek planlamada gerçekçi sonuçlar alınmasını engelleyebilmektedir. GPS gibi teknolojilerden yararlanılarak ani değişiklikler için önlem alınabilmekte ve çizelgeleme işlemi tekrarlanabilmektedir.[54]

Gerçek zamanlı araç rotalama problemlerinin çözümünde kullanılan araç rotalama sistemlerinin algoritması en temel şekliyle aşağıdaki gibidir:

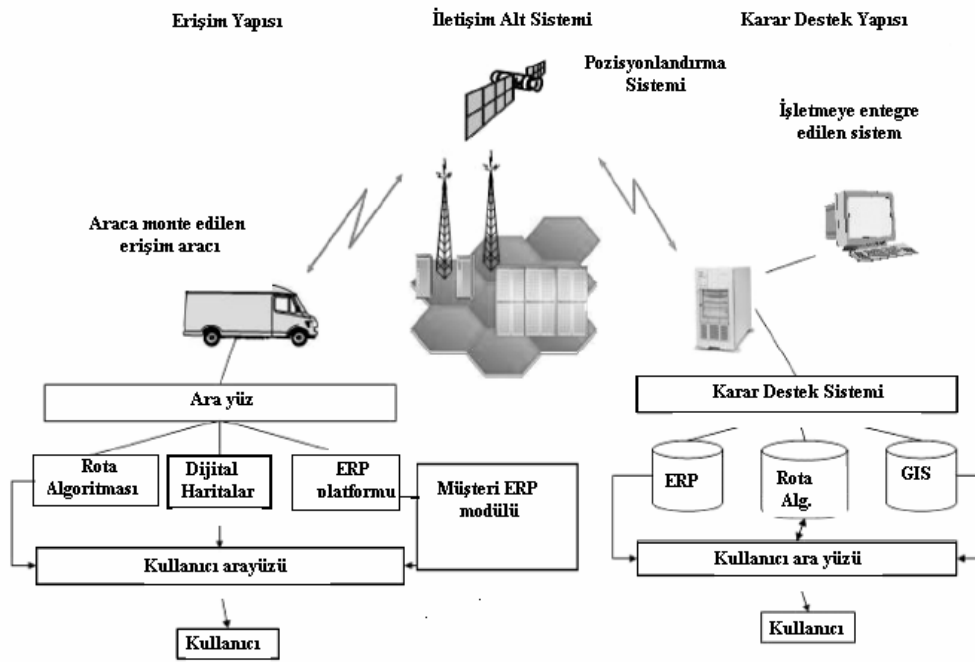


Şekil 3.12: Araç Rotalama Sistemlerinin Temel Algoritması [54]

Araç rotalama sisteminde kontrol amaçlı olarak mevcut planın durumu gözlemlenir; aracın hızı, lokasyonu gibi bilgiler edinilir. Bu değişkenler düzenli olarak takip edilerek normalden sapma yaşandığında önlem alınır.

Araçların istenen lokasyonlara varışını sağlayabilmek için yeniden planlama yapılır. Çizelgeleme işleminin tekrarlanması tüm verilerin tekrar değerlendirilmesini gerektirdiği için iş yükü getirir ancak; ilk etapta yapılan planın tamamını yok etmeye gerek olmadan çizelgenin bir kısmını düzenlemek mümkündür. Özellikle çok sayıda aracın yer aldığı filoları çizelgelerken komplike çizelgelerin bir kısmı üzerinde çalışmak avantaj sağlar. Karar destek sistemleri bu noktada devreye girerek optimal çözüm için seçenekler sunar.

Aşağıdaki şekilde gerçek zamanlı araç rotalama sağlayan bir sistem örneklenmektedir:



Şekil 3.13: Gerçek Zamanlı Araç Çizelgeleme Sistemi Yapısı [55]

Şekilde de açıkça belirtildiği gibi mobil teknolojilerin kullanımıyla gerçek zamanlı karar verme süreci ve planlama merkezi entegre edilmektedir. Araca yön vermenin yanı sıra müşteriler ilk çizelge baz alınarak bilgilendirilebilmekte, işletmenin hizmet kalitesinin artması sağlanabilmektedir.

Şekilde belirtilen üç alt sistemden karar destek sistemi yapısı otomatize karar verme sürecini ve ERP sistemini entegre etmeyi sağlar. Kablosuz iletişim alt sistemi karar destek sistemi ve erişim sistemi arasında iki yönlü bir iletişim sağlar.

Erişim sistemi bir kullanıcı ara yüzü, bir ara yüz yapısı, araçtaki yazılım platformu ve işletmenin karar destek sistemi arasındaki etkileşimden oluşur.

Karar destek sistemi gerçek zamanlı rotalama, çizelgeleme, aracın mevcut durumunun görüntülenmesi sağlayan coğrafi bilgi sistemleri, algoritmalarından oluşan bir karar destek sistemidir. Bu sistem ERP bağlantısını da sağlayarak müşterilerle ilgili analizlerin yapılabilmesine, teslimat önceliği vb. kriterlerin gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Kablosuz iletişim alt sistemi ise mobil erişim ağlarından, araç takibini gerçekleştiren pozisyonlandırma sistemlerinden oluşmaktadır. [55]

Pozisyonlandırma teknolojilerinden GPRS, GSM ve GPS teknolojilerinden uygun olanı seçilmekte; veri iletimini sağlamaktadır. Bu teknolojilerin birbirleriyle efektif olarak entegre edilebilmesi tedarik zinciri süreçlerinde taşıma risklerini minimize etmek ve gerçek zamanlı araç çizelgelemesi sağlamak açısından önemlidir. Çizelgede göz önünde bulundurulmayan ani değişikliklere karşı önlem alınarak hizmet seviyesinin optimal düzeyde tutulması sağlanmaktadır. Araç çizelgeleme problemi açık olarak belirlenmeli, kavramsal tasarım süreçleri doğru bir şekilde geliştirilmeli ve uygun teknolojilerle entegre edilmelidir.

3.5.2.3 Araç Yükleme Optimizasyonu

Lojistik faaliyetlerde araç çizelgeleme optimizasyonunun yanı sıra yüklerin konsolide edilmesi, yüklerin dağıtım önceliğine göre araç, konteyner içindeki yerleşimleri ileri planlama sistemlerinin bir diğer boyutudur. Araç yükleme optimizasyon yazılımları WMS/ TMS yazılımlarıyla entegre edilerek optimal palet ve araç yüklemede siparişlerin birleştirilebilmesi ve daha etkin depolanması sağlanmaktadır.

Teslimat siparişleri doğrultusunda ürünlerin hacim, ağırlık, başka ürünlerle bitişik taşınabilme gibi ürün spesifikasyonlarının yanı sıra müşteri/tedarikçi önceliği, araç kapasitesi, ürünlerin taşınacağı mesafe doğrultusunda yükleme kısıtları göz önünde bulundurularak görsel ve fonksiyonel olarak optimal yükleme araç yükleme optimizasyonu yazılımlarıyla gerçekleştirilmektedir. [56]

Yapılan yükleme ile ilgili yükleme detay ve yükleme maliyet bilgileri araç çizelgeleme optimizasyon yazılımlarıyla entegre edilerek anlık olarak hesaplanabilmektedir. Yükleme rotasına ait araç, konteyner maliyeti ve rotada bulunan müşteri veya tedarikçi maliyetleri hesaplanabilmektedir. Bu yazılımlarla gerçekleştirilen fonksiyonlar aşağıda maddelenmektedir.

- Araç/konteyner rota maliyeti
- Palet Maliyeti
- Kutu Maliyeti
- Maksimum araç ve konteyner yükü oluşturma
- Araç, konteyner verimliliği hesaplama
- Araç, konteyner ve müşteri, tedarikçi maliyeti hesaplama

- Zarar gören ürün sayısını azaltarak daha az sayıda iade ürün sağlayıp müşteri memnuniyetinin artırılması

3.5.2.4 İleri Planlama Sistemlerinin Fonksiyonelliği

APS'deki planlama seçeneği planlamanın kısıtlar veya finansal optimizasyona dayalı olmasına bağlıdır. Planlama aşağıda açıklandığı gibi kısıtlara bağlı olan ya da bağlı olmayan şekilde gerçekleştirilebilir. Bir diğer seçenek ise planlamanın optimizasyona dayalı olarak gerçekleştirilmesidir.

- Kısıtlara Bağlı Olmayan Planlama: Bu yöntemde geleneksel MRP uygulamaları mantığı sonsuz kapasitedeki malzeme ve kaynak varlığına dayandırılarak planlama gerçekleştirilir. Ürünlerin varlığı ve kaynak kapasitesi tedarik edilen malzemelerin ve müşterilere sunulacak ürünlerin teslim tarihlerine göre çizelgeleme yapmayı sağlar. Tedarik ve talep arasındaki dengeyi kurmak adına talep öncelikleri dikkate alınır. İkmal planı sonsuz malzeme ve kaynak varlığına dayalı olarak yapılır ve kapasite kısıtlığında sistem uyarı verir. Fizibil bir plan yaratmak adına planlamacı hem malzeme hem kapasite bazlı düzenleme yapmak durumundadır.
- Kısıtlara Bağlı Planlama: Çok sayıda planlama uygulaması işletmedeki sınırlamalara, yönetmeliklere ve amaçlara bağlı olarak gerçekleştirilir. Sınırlamalar ürün, kapasite, iş gücü gibi faktörleri, yönetmelikler işletmede makine bakımları, işgücü düzenlemeleri gibi zorunlulukları, amaçlar işletmedeki iş planlarının, emniyet stoklarının, müşteri hizmet seviyesinin belirlenen ölçütlerdeki uygunluğunu sağlamayı içerir. [52]

İşletmelerde kullanılan ileri planlama ve çizelgeleme teknikleri esnek ve katı kısıtlara dayalı olarak gerçekleştirilir. Kapasite, ürün mevcudiyeti gibi katı kısıtlar zaman çizelgesinde değiştirilemeyen fiziksel sınırlamalara bağlıdır. Esnek kısıtlar hazırlık maliyetlerinin minimizasyonunu, hedeflenen emniyet sok seviyesinde ve müşteri hizmet seviyesinde kalmayı içerir. Esnek kısıtlar ihmal edilebilir, ancak katı kısıtlar ihmal edilemez. Örneğin bir ürün zamanında teslim edilemezse müşteri hizmet seviyesi zarar görse de ürünün teslimatı gerçekleştirilebilir. [52]

Farklı kısıt bazlı planlama seçenekleri APS'nin önemli fonksiyonallikleri arasında yer alır. Bu durum işletmelerin içsel kısıtlarına ya da dış kısıtlara göre planlama yapmasını sağlar. Birçok APS uygulaması kısıtlamaları değerlendirmek için birkaç

aşamadan geçer. İlk aşama katı kısıtları göz ardı etmeden müşterilerin teslim tarihi taleplerini karşılamak için fizibil bir plan ve çizelge oluşturmaktır. İkinci aşamada tüm kısıtlar dikkate alınarak plan veya çizelgede geliştirme(optimizasyon) sağlanır. Daha iyi bir plan yapmak adına bu aşamada esnek kısıtla dikkate alınır. APS uygulamaları iteratif bir yaklaşımla planlamacıların problemleri görmesini ve hangi kısıtlarda ne kadar tolerans sağlanabileceğini belirler. [52]

Optimizasyon: Müşteri hizmet kalitesinde artan rekabetle birlikte tedarik zinciri planlama ve çizelgeleme süreçleri daha kompleks bir hal almıştır Üretim ve dağıtım faaliyetlerinin, müşteri ve tedarikçi sayısının artması optimizasyonun önemini artırmıştır. İşletmeler daha etkin planlama teknolojileriyle tedarik zinciri maliyetlerini azaltarak kaynak kullanımlarını artırmaktadırlar. [57]

Uzun zamandır işletmelerde kullanılan Tedarik Zinciri optimizasyon teknolojileri kısıt bazlı olan ve olmayan planlama tekniklerini, matematiksel yöneylem araştırma tekniklerini kullanarak tüm talep ihtiyaçlarını ve tedarik kısıtlamalarını göz önünde bulundurarak fizibil, düşük maliyetler ve karlılık artışı sağlayan optimize planlar sunmaktadırlar.

Optimizasyon Uygulamaları: İleri planlama sistemlerinde optimizasyon işin kısıtları dikkate alınarak yapılan planlama ve çizelgeleme işlemlerini geliştirmek için sistematik bir yaklaşımdır. Envanter minimizasyonu, kar maksimizasyonu gibi esnek kısıtları dikkate alarak teslim tarihlerine uymaktan farklıdır. Optimizasyon planları ve çizelgelerinde kullanılan teknikler ve algoritmalar birbirinden farklıdır. Optimizasyon için kullanılan teknikler aşağıda açıklanmaktadır:

- Lineer programlama: Optimize edilecek problemi matematiksel eşitlikler olarak açıklayan lineer programlamayla tedarik zincirine değer katan lokasyonların seçimi ve kaynak kullanımı problemleri çözüm gerçekleştirilir.
- Genetik algoritmalar: Bu teknikte yeni bir optimizasyon başlangıçtan itibaren gerçekleşen plan ve çizelgelerin en iyisi seçilerek yapılır.
- Kısıtlar Teorisi: Taleplerle ilişkili olarak malzemelerin hızlı bir şekilde ilgili süreçlerden geçmesini sağlayan sistematik bir yaklaşımdır.
- Sezgisel Algoritma: Deneme yanılma yöntemiyle ileri ve geriye doğru yönlendirilerek plan veya çizelgeyi geliştirmeye yönelik algoritmadır. [52]

Yukarıda belirtilen matematiksel metotlardan lineer programlama ve sezgisel algoritma stratejik ve yüksek seviyedeki taktik planlama için kullanılmaktadır. Genetik algoritma ve kısıtlar teorisi çok sayıda olası çözüm içeren operasyon planlama problemlerinde sıklıkla kullanılmaktadır.

Farklı algoritmalarla elde edilen optimizasyon sonuçları karşılaştırılarak en iyi plan ve çizelge elde edilir.

3.5.2.5 İleri Planlama Sistemleri İmplementasyonu

APS' den edinilen bilgi stratejik, taktik ve operasyonel seviyedeki kararları desteklemektedir.

Başarılı bir implementasyon için adım adım ilerlemek gerekmektedir. Aşağıdaki tabloda her bir planlama seviyesinde gerçekleştirilebilecek süreçler örneklenmektedir:

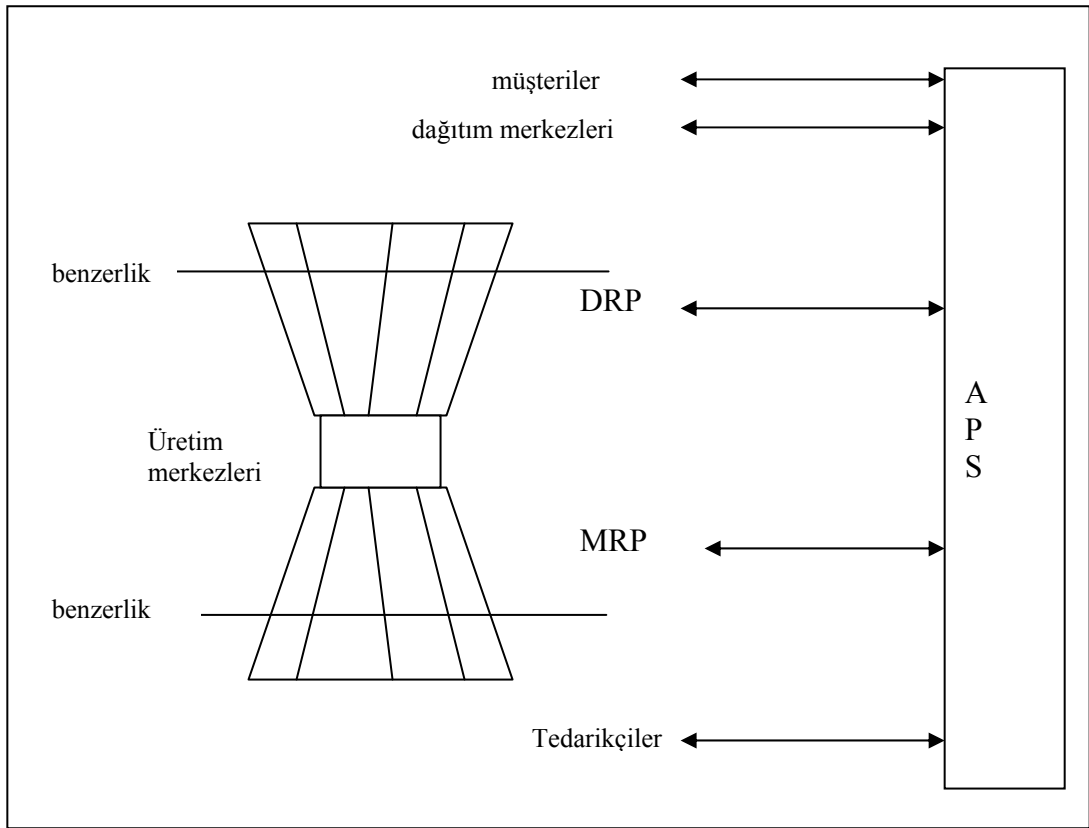
Tablo 3.1: APS İmplementasyon Süreçleri [52]

Planlama Seviyesi	
Stratejik Planlama	Tedarik zinciri konseptinin, organizasyon yapısının, organizasyonel kültürün belirlenmesi Tedarik zinciri bütünleşmesi
Taktik Planlama	Veri Yönetimi APS – ERP bütünleşmesi Öncelik kurallarının belirlenmesi: Hangi müşteriye daha önce hizmet verilecek?
Operasyonel Planlama	Günlük bazda verilen kararlar Kritik başarı faktörlerine göre kısa dönemli raporlama yapılması

İleri planlama sistemleri işletmelerin kullandığı mevcut sistemlerle entegre olarak tüm zincirde gerçekleşen süreçlerle ilgili bilgiyi edinebilmelidir. Satış siparişleri, dağıtım merkezleri, taşıma sistemleri hakkındaki bilgiyi edinerek planlama ve çizelgeleme işlemlerini gerçekleştirir. Tedarik zincirindeki tek bir nokta ve fonksiyon değil, tüm tedarik zinciri optimize edilir.

Bir APS'nin istenilen değerde olması için aşağıda tanımlanan iki koşulun sağlanması gereklidir:

- Benzerlik: Tedarik zincirinin belli noktalarında benzerlikler olmalıdır, aksi takdirde ürünler lokasyonlar arasında yeniden konumlandırılmaz. Aşağıdaki şekilde bu koşul açıklanmaktadır. Alt bölümde ham maddelerin üretim lokasyonlarına olan hareketi, üst bölümde ürünlerin üretim noktalarından dağıtım merkezlerine akışı gösterilmektedir. Benzerliğin olduğu geniş noktada ürünlerin yeniden konumlandırılma olasılığı daha yüksektir.



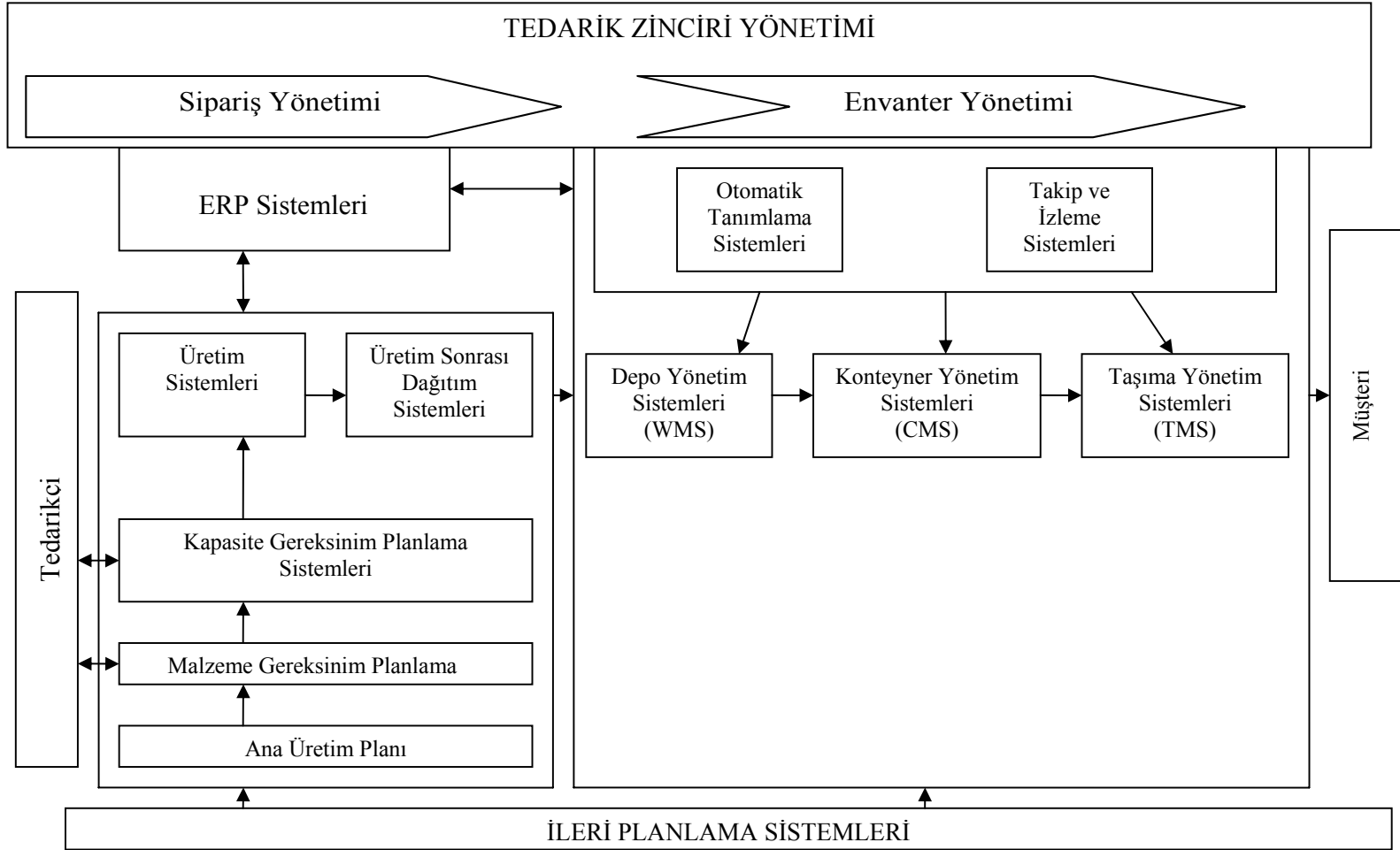
Şekil 3.14: Zincirdeki Benzerliğin Tanımı [52]

- Ürünlerin Hareketi: Teslimat süreleri ve ürünlerin taşınması sırasında oluşabilecek riskler dikkate alınarak APS ürünlerin tedarik zincirinde yeniden konumlandırılabilmesini sağlar nitelikte olmalıdır. [52]

Bir işletmede APS uygulanmasıyla birlikte mevcut kapasitenin daha etkin kullanılması, müşteri taleplerinin daha etkin tahmin edilebilmesi, fazla stok tutulmasının engellenmesi, işletme içinde şeffaflığın, finansal performansın artması, müşteri hizmet seviyesinin yükselmesi sağlanır. İşletmedeki mevcut sistemlerle

entegre edilen ileri planlama sistemleri yönetimin kompleks kararlar vermesini kolaylaştırır.

Aşağıdaki şekilde TZY, lojistik ve taşımacılıkta yararlanılan bilişim teknolojilerinin birbirleriyle olan ilişkileri açıklanmaktadır:



Şekil 3.15: TZY, Lojistik ve Taşımacılıkta Faydalanılan Bilişim Teknolojilerinin Birbirleriyle İlişkisi

4. RFID TEKNOLOJİSİ, TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE LOJİSTİKTEKİ YERİ

Radyo Frekanslı Tanıma (Radio Frequency Identification) sistemi son yılların beklenen, en ümit verici teknolojilerinden biridir. RFID sistem tasarımlarında insan etkisi olmaksızın bilginin oluşturulması ve toplanması amacı güdülmektedir. Dünyada kullanımı her geçen yıl katlanarak artmaktadır.

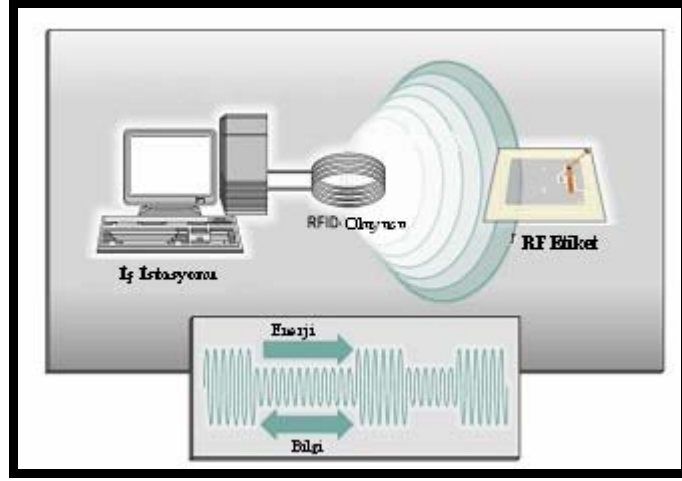
RFID, radyo frekansları ile madde ve insanları tanımlama teknolojisidir. RF etiketler, çok farklı tipte nesnelerin (ürün, insan, araç vb.) üzerine yerleştirilebilmektedir. Her etiket, güvenlik amacıyla üretici firma tarafından belirlenen ve değiştirilemeyen bir kimlik koduna sahiptir. [58]

Bölüm 3’ te de belirtildiği üzere RFID, etiket (tag) taşıyan bir nesnenin hareketlerinin izlenebilmesine imkân veren radyo frekansları ile çalışan teknolojiye verilen genel addır. RFID ile ürünler, üretimden dağıtıma kadar, tüm hayat döngüleri boyunca tanınıp takip edilebilmektedir.

Bu yeni teknolojik altyapı ile veri toplama ve hizmet dağıtımını insan müdahalesi olmadan gerçekleştirmekte, hata oranı azalıp servis hız ve kalitesi artmaktadır. Etiketler ürün üzerine direk monte edilebildiği gibi konteyner, palet ya da paketlere de monte edilip lojistikte farklı uygulamalar için de kullanılabilir.

Bir RFID sistemi aşağıdaki bileşenlerden oluşmaktadır:

- RF Etiket (Tag)
- Anten
- Okuyucu/Yazıcı
- Genel Programlama Donanımı [59]



Şekil 4.1: RFID' nin Temel Bileşenleri [59]

İletişim, okuyucu ile etiket üzerinde bulunan anten arasında gerçekleşmektedir. Etiket, bir okuyucunun haberleşme alanına girdiğinde okuyucu tarafından algılanır. Algılanan etiket, okuyucuya kendi kimlik kodunu ve kayıtlı diğer verileri RF sinyaller ile gönderir. [59]

RF Etiket: RF etiketler, ürün hakkında bilginin depolanmış olduğu çip ve antenden oluşan cihazlardır. Hafıza, okuma aralığı, okuma/yazma kapasitesine göre farklılık göstermektedir. RF etiketler, bir ürünün seri numarasından ürün geçmişine kadar çok çeşitli bilgiler taşıyabilmektedir.

RF etiketler, enerji kaynağına göre aktif, pasif ve yarı pasif olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Aktif etiketler haberleşmek ve işlem yapabilmek için kendilerine fiziksel olarak entegre edilmiş bir enerji kaynağından yararlanırken, pasif etiketler bu enerjiyi haberleşme alanına girdikleri okuyucudan sağlamaktadır. Pasif etiketler, çip için gerekli olan enerjiyi okuyucudan aldıkları için 4–5 m gibi belirli bir mesafede bulunmak zorundadır. Yarı pasif etiketlerde ise çipi çalıştıracak batarya mevcut olup daha düşük sinyal seviyelerinde (100m'ye kadar) çalışabilmektedir. [58]

Tablo 4.1: EPC Protokolüne Göre Etiketlerin Sınıflandırılması [60]

EPC Sınıfı	Tanımlama	Fonksiyonallite	Açıklama
0	Sadece okunur	Pasif etiketler	Veri etiketin imalatında yazılır ve defalarca okunabilir.
1	Bir kez yazılır ve sadece okunur	Pasif etiketler	Veri etiketin imalatçısı veya kullanıcı tarafından yazılır ve defalarca okunabilir.
2	Okunur/Yazılır	Pasif etiketler	Kullanıcı veriyi defalarca yazıp okuyabilir.
3	Okunur/Yazılır	Yarı pasif etiketler	Sıcaklık, basınç gibi parametrik değerlerin okunabilmesi için sensörlerle donatılabilir.
4	Okunur/Yazılır	Aktif etiketler	Okuyucuyla iletişim kurmak için sensörlerle donatılarak radyo dalgası ileticisi gibi çalışırlar.

RF Etiketlerinin Maliyeti: RFID etiketlerinin maliyeti için bazı verilerin netleştirilmesi gerekmektedir. Bunlar kullanılacak etiket miktarı, etiket hafızasında depolanacak bilgilerin miktarı ve etiketin yerleştirileceği yüzey/kaplama (plastik bir yüzeye veya bir ambalaj etiketine yerleştirme gibi) bilgileridir.

Genellikle 96 bitlik bir etiketin maliyeti 0.20 ile 1 \$ arasında değişmektedir. Ancak RFID teknolojisindeki gelişmeler ve bu alandaki iş hacminin artmasıyla bu maliyetler hızlı bir düşüş eğilimine girmiştir. 2007 yılında bu maliyetlerin 0.05\$ seviyesine düşmesi beklenmektedir. [58]

Anten: Okuyucunun etiket ile haberleşmesini sağlayan donanımdır. Okuyucu ürettiği enerjiyi dairesel yayınımla daha uzun mesafelere daha eşit bir şekilde dağıtmaktadır.

Birçok durumda etiket okuma menzilleri çok düşük olduğu için anten kullanımı çok önemlidir. [58]

Okuyucu: RFID okuyucu, radyo frekansı aracılığıyla antenden sinyal yayan bir donanımdır. RF etiket, aldığı bu sinyallere karşılık verir ve okuyucu gelen bu cevabı tekrar okur. Bu sayede okuyucu ile etiket bilgi alışverişini gerçekleştirir.

Okuyucular genellikle üç çeşittir. Sabit okuyucular belirli bir yerde kurulu olup RF etiketlerin içinden geçtiği ve iletişim kurduğu okuyuculardır. Portatifler, RF etiketler ile mobil iletişim kurabilen okuyuculardır. Monte edilmiş okuyucular mobil araçlara yerleştirilir ve kapsama alanlarındaki etiketleri okurlar. [58]

Okuyucuların seçimi bir RFID sisteminin kurulumunda kritiktir. Uygun okuyucu uygulamaya dayalı gerekli fonksiyonlileri yerine getirebilir, çevre koşullarına uyum sağlayabilir ve ülkenin frekans normlarına uyabilir olmalıdır. Bir okuyucunun seçim kriterleri aşağıda maddelenmektedir:

- Uygulamanın gereksinimleri
- Frekans aralığı
- Okuma/yazma aralığı
- Etiket fonksiyonlitesi
- Standartlar (EPC/ISO) [61]

Genel Programlama Donanımı: RFID çözümlerinde ara yüzler ham verilerin toplanması ve anlaşılabilir bilgilere dönüştürülmesinde rol oynayan kilit yapılarıdır. Okuyuculardan verilerin toplanması, filtrelenmesi, diğer yazılımlarla entegre olarak anlaşılabilir bir bütün haline getirilmesinde kullanılır. İşletmeler kuracakları RFID teknolojilerinin gereksinimleri doğrultusunda etkin bir fayda maliyet analiziyle uygun ara yüzü seçmelidirler. [58]

RFID sistemleri ara yüzlerinden beklenenler aşağıda maddelenmektedir:

1. Sistem her bir okuyucuyu tanıyabilmeli ve gerekli veriyi okuyucudan alabilmelidir.
2. Sistem ürünlerin sayısının saptanmasında, depolardaki koridorların/ rafların dolup boşalma yüzdeleri vb. hesaplanmasında kullanılabilmelidir.
3. Sistem edinilen veriyi filtreleyerek anlamlı bilgiler çıkarılmasını sağlayabilmelidir.

4. Sistem edinilen veriyi doğru veri formatlarına çevirebilmelidir.
5. Sistem veri sorgulama süreçlerine yanıt verebilir olmalıdır.
6. Sistem karar verme süreçlerini destekleyen ERP sistemleri vb. yazılımlarla iletişim kurabilir düzeyde olmalıdır.
7. Etiket okuyucudan edinilen bilginin web üzerinden izlenebilir olması için bir web ara yüzüyle iletişim kurabilmesi gereklidir.
8. Sistem modifiye edilebilir, çeşitli ürün kodları spesifikasyonlarını tanıyabilir olmalıdır.

Bu ara yüzlere Sun Java sistem RFID çözümü örnek olarak gösterilebilir. Sun Java sistem RFID çözümünün gerçekleştirebildiği prosesler aşağıda maddelenmektedir.

- Bir veya daha fazla okuyucudan EPC verilerini alabilmekte, depolayabilmekte ve işleyebilmektedir.
- Filtreleme yaparak gereksiz değerlerin silinmesini sağlayabilmektedir.
- Verileri periyodik olarak ERP sistemlerine iletebilmektedir.
- Düşük stok seviyesi vb. kritik durumlar için takip sağlayabilmektedir.[62]

Yazıcı: Yazıcılar da okuyucular gibi sabit ve portatif olabilmektedir. Bu donanımlar, RF etiketlerin içerisindeki bilgilerin okunması ve yeni bilgilerin yazılmasında kullanılmaktadır. Masaüstü, dizüstü ve mobil el bilgisayarlarına kablolu ya da kablosuz bağlanarak yeni bir mobil cihaz alımını önlemektedir. Mobil RFID yazıcıları ulaşılması zor, tehlikeli yerlerdeki etiketlerin okunmasını kolaylaştırmaktadır. [58]



Şekil 4.2: Mobil RFID Yazıcıları [58]

Bu yazıcıların dışında, normal barkod yazıcılara yüklenen özel bir program sayesinde kâğıt üzerinde görülen bilgileri RF etiket içerisindeki çipe yazan ve etiketi basan yazıcılar da bulunmaktadır. [58]



Şekil 4.3: RF Etiket İçerisindeki Çipe Yazan Yazıcılar [58]

4.1 RFID Standartları

Radyo ekipmanları gibi diğer radyo frekansı bazlı sistemlerin müdahalesini önlemek, okuyucu ve etiketler arasındaki ilişkiden edinilen bilgiyi yorumlayabilmek adına RFID sistem standartları geliştirilmektedir. Günümüzde geçerli olan standartlar Elektronik Ürün Kodu (EPC) ve ISO standartlarıdır.

EPC ile ürün tanımlamasında kullanılan RFID teknolojisinin kullanılmasını küresel boyutta düzenlemek amacıyla, RFID etiketlerinde ve okuyucularında kullanılmak üzere Class 1 Gen 2 (Sınıf 1 Nesil 2) standardı geliştirilmiş ve söz konusu standardın dünya genelinde uygulanabilmesi için çeşitli frekans aralıkları belirlenmiştir. Yüksek frekans çözümleri için standardizasyon tamamlanmış olmakla birlikte, ultra yüksek frekans konusunda çalışmalar halen devam etmektedir. Yüksek frekans için tamamlanmış standart ISO 14443 ve ISO 15693 olarak tanımlanmıştır. Ultra yüksek frekans için çalışmaları devam eden standart ISO 18000 ve EPC Class 0, Class 1 ve Gen2 olarak belirlenmiştir.[61]

Frekanslarla ilgili bilgi performans kriterleri bölümünde detaylandırılmaktadır.

4.2 RFID Teknolojisinin Performans Kriterleri

Güvenlik: RFID çiplerinin kopyalanması oldukça zordur. Her etiket, güvenlik amacıyla üretici firma tarafından belirlenen ve değiştirilemeyen bir kimlik koduna sahiptir. Etiketdeki bilgiler üzerine birden fazla koruma seviyesi eklenmektedir. Yeni Gen 2 standardındaki 32 bitlik şifreleme sayesinde yetkisiz kişilerin çip içerisindeki bilgilere ulaşması engellenmekte, çip kilitlenmekte ve gerekirse kullanılmaz hale getirilmektedir. [58]

Dayanıklılık: RF etiketler üretim aşamasında kâğıt yüzeyler arasına yerleştirilebildiği gibi sağlam plastik maddelerin içine de koyulabilmektedir. Böylece ürün takibi yapılacak zorlu ortamlarda maksimum dayanıklılık ve uzun etiket ömrü sağlamaya olanak tanınmaktadır. [58]

Kapsama Alanı: Radyo frekans teknolojisi ile okuma yapılırken barkotta olduğu gibi etiketin okuyucuya yakın bir mesafede olması gerekmemektedir. Bunun nedeni radyo sinyallerinin maddeler arasından geçebilme özelliğidir. Bu sayede toplu sayımlar çok hızlı bir şekilde yapılabilmektedir. Palet ve kasalara yerleştirilen kutuların teker teker okutulması zorunluluğu ortadan kalkmaktadır. Bununla birlikte nesnelerin belli bir düzen içinde dizilmediği ortamlarda yapılacak uygulamalarda da önem taşımaktadır. Havaalanı bagaj takibi, postane paket düzenleme bu uygulamalardan bazılarıdır. Birden fazla RF etiketin bulunduğu ortamlarda bir okuyucunun tüm etiketleri okuyabilmesi de çok önemli bir diğer özelliktir. Bu özelliğe ek olarak okuyucular birçok etiketin arasından yalnız belirlenmiş olan etiketi okuma yeteneğine de sahiptir. [58]

RFID okuyucusunun okuma kapasitesi; çipin frekansına, gücüne, etiketin aktif ya da pasif olmasına ve antenin yön hassasiyetine göre değişmektedir. Ortamda metal ya da sıvıların olması da okuma/yazma performansını etkilemektedir. Okunup yazılabilen etiketlerde, okuma kapasitesi genelde yazmadan daha yüksektir. Aktif etiketler de pasiflere göre daha geniş kapsama alanına sahiptirler. [58]

Okuma Hızı: RF etiketler barkoda göre çok daha yüksek hızda okunabilmektedir. RF okuyucular saniyede 50 etiket ve daha fazlasını okuyabilecek kapasiteye sahipken barkod tarayıcılar her defasında ancak bir barkod okuyabilmektedir. RF teknolojisinin bu özelliği çok sayıda nesnenin hızlı bir şekilde takibinin gerektiği uygulamalarda çok büyük avantaj sağlamaktadır. Buna bağlı olarak bilgi toplanması sürecinde zaman kaybı ve çalışan masrafları minimuma indirilebilmektedir. [58]

Bilgi Depolama Kapasitesi: RF etiketler barkoddan çok daha yüksek miktarda bilgi depolayabilmektedir. Lineer/1D barkod yaklaşık 20 alfa nümerik karakter, 2D barkod ise maksimum 2,000 karakter depolayabilirken, çok gelişmiş RF etiketler 1Mbyte (bir milyon karakter) hafıza alanına sahiptir. Bu belirgin üstünlük daha fazla bilginin depolanmasına, daha fazla ürün özelliğinin izlenmesine ve takip kayıtlarının tutulmasını mümkün kılmaktadır. [58]

Frekans: RF etiketler frekans aralıklarına bağlı olarak da gruplandırılmaktadır.

- Alçak Frekans (LF) (<135 KHz)
- Yüksek Frekans (HF) (13.56 MHz)
- Ultra Yüksek Frekans (UHF) (868 MHz - 915 MHz)
- Mikrodalga (2.45 GHz, 5.8 GHz)

Değişik frekansların değişik özelliklerinden dolayı bazı değişik uygulamalara tatbik edilmesi daha yararlı olur. Örneğin alçak frekans etiketleri daha az güç kullanma gereksinimleri olduğundan metalik olmayan maddelere daha etkili ulaşabilir. İçerdiği su oranı yüksek olan maddelerde (meyveler gibi) ideal kullanma alanı bulmakla beraber algılama mesafeleri oldukça düşüktür. (0,33 metre)

Yüksek frekans etiketleri ise metalden oluşan objeler ve daha da yüksek su içeren maddeler için kullanılabilir (1 metre). UHF frekansları ise her iki frekanstan daha uzun ve daha iyi veri transferi yapabilmektedir. Ne var ki UHF daha fazla güç ve arada metal engel olmamasını gerektirir. Bu nedenle burada okuyucu ile etiket arasında temiz bir alan olması gerekmektedir. UHF etiketleri üretim bitiş aşamasından malların stoklara devrinde verimli olarak kullanılabilir. [58]

Alçak Frekans (LF) (<135 KHz) Pasif

- Sadece okunabilir, okunup yazılabilir
- Daha uzun ve pahalı bakır anten
- Metal ve sıvılara bağlı performans kaybı daha düşük
- Kısa okuma mesafesi
- Büyük boyutlu

Yüksek Frekans (HF) (13.56 MHz) Pasif

- Sadece okunabilir, okunup yazılabilir, bir kez yazılıp sürekli okunabilir
- Temassız akıllı kartlarda kullanım
- Alçak frekansa göre daha ucuz
- Metal ve sıvılara bağlı performans kaybı daha düşük
- Alçak frekansa göre daha uzun okuma mesafesi
- Büyük boyutlu
- Birden fazla etiketin okunabilmesi
- Yüksek haberleşme hızı

Ultra Yüksek Frekans (HF) (13.56 MHz) Pasif ve Aktif

- Sadece okunabilir, okunup yazılabilir, bir kez yazılıp sürekli okunabilir
- Temassız akıllı kartlarda kullanım
- Yüksek frekansa göre daha ucuz
- Metal ve sıvılara bağlı performans kaybı düşük
- Yüksek frekansa göre daha uzun okuma mesafesi
- Büyük boyutlu

Mikrodalga (2.45GHz, 5.8GHz) Pasif ve Aktif

- Sadece okunabilir, okunup yazılabilir, bir kez yazılıp sürekli okunabilir
- Ultra yüksek frekansa göre daha pahalı
- Metale bağlı performans kaybı daha düşük
- Sıvılara bağlı performans kaybı daha yüksek
- Ultra yüksek frekansa göre daha uzun okuma mesafesi
- Yüksek haberleşme sürati

4.3 RFID Teknolojisinin Lojistik Sektöründe Kullanım Alanları

Demirbaşların Yönetimi: RFID etiketleri sürekli olmak üzere sabit ekipmanlara tutturulabilir. Tesiste stratejik noktalara yerleştirilmiş sabit pozisyon okuyucuları etiketi tutturulmuş nesnelerin lokasyon ve hareketlerini %100 doğrulukla tespit edebilir. Bu bilgi ihtiyaç durumunda pahalı ekipmanların yerinin değiştirilmesini sağlayarak ekipmanın aranması sırasında geçen zaman kaybını önler.

Paletleri ve konteynerleri RFID ile takip ederek ve konteynerdeki ürünleri kayda alarak envanter seviye ve lokasyonlarının takibi sağlanır. Takip ve kontrolle imalatçılar siparişleri yerine getirmek için gerekli parçaları zaman kaybı olmaksızın ilgili lokasyonlara yerleştirebilirler. [59]

Envanter Kontrolü: RFID' nin tedarik zincirindeki asıl avantajı gelişmiş envanter izleme özelliği sağlamasıdır. Etkin bir planlamayla aynı RFID etiketlerini birden çok kere kullanılmasıyla, yani düşük implementasyon maliyetleriyle imalatçılar, distribütörler, lojistik sağlayıcılar ve perakendeciler envanter kontrolü gerçekleştirmektedirler. RFID' nin doğru, gerçek zamanlı ve yüksek gözlem kapasitesiyle ham maddeler, işlenmekte olan malzemeler, son ürünlerin gözlemlenebilirliği artırarak işgücü maliyetleri ve emniyet stokları azaltılır.

Envanter kontrolü ve yönetimi sağlamak adına dünyanın en büyük perakende şirketi olan Wal-Mart yüksek maliyet ve uzun uygulama süresini dikkate alınarak RFID teknolojilerine yatırım yaparak uzun dönemde karlılığı ve tedarik zinciri performansını artırmaya yönelmiştir.

Wal-Mart'ın açıklamaları doğrultusunda RFID teknolojisi, işletmede envanter kontrolünü yüksek seviyeye taşıyarak geleceğe yönelik envanter kontrolü ve takibi yapabilmek adına veri sağlamaktadır. [62]

Wal-Mart'ta 2003 yılının ikinci çeyreği itibariyle palet seviyesinde RFID implementasyonu yapmak üzere proje planı belirlenmiş, üçüncü çeyrekte EPC uyumlu okuyucuların ve etiketlerin işlerliği test edilmiş ve tedarikçilere RFID hakkında bilgilendirme yapılmıştır. 2004 yılında implementasyon stratejisi test edilmiş ve 2005 yılı Ocak ayı itibariyle başlıca tedarikçilerinin RFID etiketleri kullanması zorunlu tutularak etiketlere işlenmiş veriler doğrultusunda dağıtım merkezlerinde ürünlerin otomatik olarak takibi ve işlenmesi sağlamaya başlanmıştır. 2007 yılı itibariyle Wal-Mart ile çalışan 600 satıcının bu teknolojiyi kullanıyor olması, 1000 dağıtım merkezinin RFID uyumlu sistemlerle donatılması amaçlanmaktadır. [62]

Arkansas Üniversitesi tarafından 29 hafta boyunca 12'sinde RFID, 12'sinde standart barkod kullanılan 24 pilot mağazada yapılan araştırmalara göre akıllı etiket kodları kullanarak RFID etiketleriyle donatılmış olan Wal-Mart depolarında stokta bulunamayan ürünlerin miktarında %16'lık bir düşüş sağlandığı ve RFID etiketine sahip, stokta biten ürünlerin tekrar yerine konmasının standart barkod teknolojisine göre üç kat daha hızlı olduğu, manuel olarak takip edilen sipariş seviyesinin yaklaşık %10 azaldığı belirlenmiştir. [63]

Gartner Research araştırma şirketinin görüşüne göre Wal-Mart RFID teknolojilerini şimdiye dek en etkin kullanan şirket olmuştur ve birçok şirketin RFID projesi için metodoloji oluşturmuştur; ancak işletmelere RFID implementasyonunda analizlerin sağlıklı yapılması ve RFID teknolojisinin getirilerinden tek bir tanesinde değil, tümüne odaklanmaları önerilmektedir. [64]

Ürünlerin Nakliyesi ve Alınması: İşlenmekte olan malzemeleri ve son ürünleri tanımak için kullanılan aynı etiketler otomatize nakliye takip uygulamalarını da tetikleyebilir. RFID etiketlerine sahip parçalar ve paletler hakkında bir müşterinin

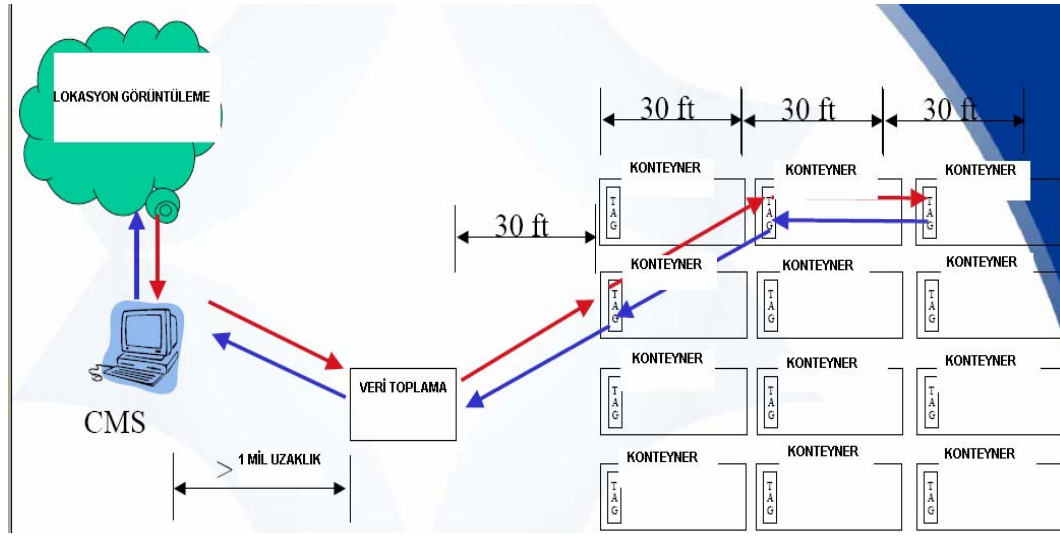
tüm yüklemesi yapıldığında bilgi edinilip okuma işlemi gerçekleştirildikten sonra uygulama üzerinden gerekli yükleme evrakları hazırlanabilir. İşletmeye gelen yükler arasında acil ihtiyaç duyulan bir malzemenin lokasyonu RFID ile tespit edilebilir. RFID etiketleri yardımıyla tehlikeli malzemelerin, kimyasal maddelerin ne zaman alındığı ve ne zaman teslim edildiğinin bilgisi edinilerek denetim sağlanır. [59]

Taşımacılık: Sipariş yönetimiyle RFID güncellemeleri taşıma planına optimal uyum ve önemli gözlemlenebilirlik sağlar. Bir siparişe ilgili güncel bilgiye önceden ulaşarak finansal ve hizmet seviyesi bazındaki amaçlara ulaşmak adına taşıma planının kontrolü sağlanır. [59] Taşımacılık sürecinin konteyner taşımacılığı kısmının gelişimiyle birlikte konteyner takibinde RFID teknolojisi kullanılmaktadır. Konteyner takibini sağlayan Konteyner Yönetim Sistemleri (CMS) acentelerin, üçüncü parti lojistik şirketlerinin yararlandığı farklı yazılımlar ve mobil teknolojilerle entegre edilebilmekte, böylece sistemin daha verimli kullanılması sağlanmaktadır. Günümüzde CMS yazılımlarının işletmelerdeki uygulamaları tedarik zinciri yazılımlarının, RFID, barkod gibi tanımlama sistemlerinin ve elektronik veri değişimi (EDI) teknolojisinin gelişimiyle daha etkin olmaktadır.

Konteyner takibinde kullanılan RFID uygulamalarının avantajları aşağıda maddelenmektedir:

- CMS'e gönderilen verilerin izlenebilmesi, CMS sistemlerinin etkin yönetilmesinin sağlanması
- Operasyonun en yoğun gerçekleştiği durumlarda bile tanımlamanın sağlanması.
- Azalan iş gücü gereksinimi ile operasyon süreçlerinin ve konteyner takibinin gerçekleştirilmesi
- Konteyneri lokasyonlandırmada esnekliğin artması.
- Konteynerler sahada ve deniz taşımacılığında seyir halindeyken RFID etiketlerinin uydu haberleşme teknolojileriyle CMS'e aktarılması.

Aşağıdaki şekilde bir konteyner deposundaki RFID uygulaması temel olarak gösterilmektedir:



Şekil 4.4: Konteyner Takibinde RFID Uygulaması [65]

Aşağıdaki şekilde CMS'ye verilerin gönderilmesini sağlayan, RFID etiketine bağlanmış fotonik sensör gösterilmektedir:



Şekil 4.5: RFID Etiketine Bağlı Fotonik Sensörler [65]

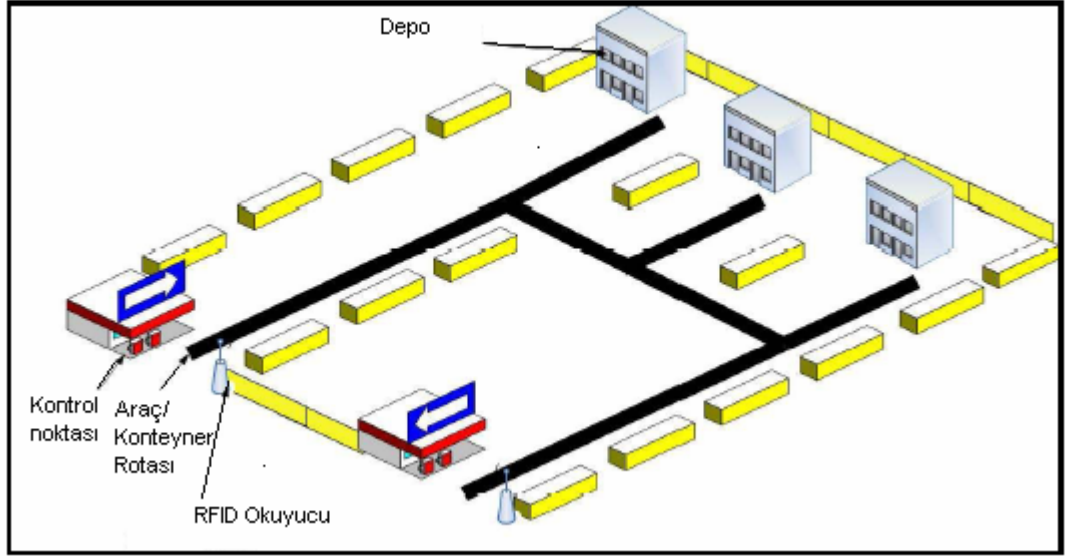
Depo Yönetimi: RFID uygulamaları dinamik talep yönetimi sağlamak üzere depo operasyonlarını düzenlemek için idealdir. Depo yönetiminde sevkiyat kapısı ve ana kapılardaki okuma, palet bazında okuma, forklift seviyesinde okuma, konveyör bazında okuma, depoya giriş çıkış yapan araç ve konteynerler bazında okuma ile ürün hareketlerinin gözlemlenmesinde, ürünlerin güvenliğinin korunmasında, envanter yönetiminin sağlanmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Bu uygulamaların gerçekleştirilmesi için uzun mesafelerde çok sayıdaki paletin okunabilmesini sağlayacak RFID sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Düşük frekanslı RFID sisteminin birkaç santimetre, yüksek frekanslı sistemlerin 1 metre, ultra yüksek frekanslı sistemlerin 15 metre ve üstü okuma yetenekleri göz önünde bulundurularak depo yönetim sistemlerinde genel olarak yüksek frekanslı sistemler(UHF) kullanılarak veri transferi sağlanmaktadır. [61]

Depo yönetiminde pasif etiket kullanımı en uygun olanıdır. Tedarikçi bir etiketi tek bir kimlik bilgisi ile paletler üzerinde sabitleyebilir. Bu kimlik bilgisi ürünün tipi, üretim tarihi, seri numarası gibi verileri içerir. Etiketlerin zarar görmemesi ve maliyetlerinin düşük tutulmasına yönelik olarak plastik kaplı etiketler tercih edilmektedir.

Depolardaki tipik bir araç/konteyner gözlemlene sistemi belli lokasyonlara yerleştirilen kontrol sistemleriyle gerçekleştirilir. Tipik bir barkod sisteminde barkodlar üzerindeki bilgiler okunarak konteynerler ilgili bilgi alınır. Bu bilgi bir ERP sistemine entegre edilerek depoya giren ya da depodan çıkan ürünler hakkında doğrulama yapılır; ancak bu uygulamada bir takım eksiklikler mevcuttur. Bu yapı doğrultusunda her bir kontrol noktasında araçların/konteynerlerin giriş çıkışlarını kontrol edecek işgücüne gereksinim vardır ve bu yapıda tüm hareketleri gözlemlenmek mümkün olmayabilir. RFID teknolojisi bu eksiklikleri gidermektedir. Depolara giriş çıkış yapan araç/konteynerler ile ilgili kontrol otomatik olarak yapılır ve bunun için işgücü gereksinimi duyulmaz. [61]

Aşağıdaki şekilde bir depoda araç/konteyner seviyesinde takip sağlayan RFID bazlı sistem yapısı basitçe gösterilmektedir:



Şekil 4.6: RFID Bazlı Araç/Konteyner Gözlemleme Sistemi [61]

Şekilde de belirtildiği gibi RFID bazlı araç/konteyner gözlemleme sistemi depo girişlerinde ve kontrol noktalarında yer alır. RFID alt yapısında deponun büyüklüğüne, depo kapısı sayısına vb. dikkat edilerek bir takım modifikasyonlar yapılabilir; örneğin çoklu sayıda anten yerleştirilerek giriş ve çıkışlar ayrı ayrı takip edilebilir. Her bir aracın/konteynerin üzerinde belli bir noktaya RFID etiketleri yerleştirilerek araç/konteyner hakkında spesifik bilgiler, aracın/konteynerin içerdiği ürünler ilgili bilgi depolanır, böylelikle depolardaki ürün hareketleri birim, palet seviyesinde sağlıklı bir şekilde gözlemlenerek etkin envanter yönetimi desteklenir.

Hizmet ve Teminat Yetkisi: Ürünlerle ilgili onarım işlemlerine bağlı olarak RFID etiketlerinde bu onarım işlemlerinin tarihçesi tutulmakta ve müşteriler RFID etiketlerinde tutulan bu veriler doğrultusunda bilgilendirilmektedir. Geleceğe yönelik onarım ve servis gereksinimi olursa geçmişe yönelik veriler doğrultusunda planlama vb. süreçler efektif olarak gerçekleştirilebilir. [59]

İade Yönetimi: İşletmeler temel nakliye tanımlama bilgisini yükleme müşterisi ve zamanını teslimat öncesinde yazarak tamamlamaktadırlar. Bu bilgiyi üretmek ve kaydetmek birçok avantaj kazandırmaktadır. Ürünlerde iade olması durumunda işletmeler spesifik müşteriler için spesifik şekilde takip gerçekleştirerek iade ürün yönetimini daha etkin şekilde gerçekleştirebilirler.[59]

4.4 RFID’ nin Avantaj ve Dezavantajları

RFID teknolojileri diğer otomatik tanımlama sistemleriyle entegre edildiğinde imalatçılara, distribütörlere, lojistik ortaklara ürün, hatta palet seviyesinde güvenilir ve maliyet-etkin takip imkânı sağlar, envanter akışını hızlandırır.

Tedarik Zincirinin gözlemlenebilirliği finans ve hizmet seviyesi açısından tedarik zinciri performansının ölçümünde kilit unsurdur. Tedarik zinciri süreçlerinde daha doğru ve gerçek zamanlı bilgiye ulaşmak gözlem seviyesini artırır, daha az emniyet stoğu tutmayı sağlar, müşterilere zamanında hizmet vermek açısından performansı artırır. RFID teknolojileri ürünlerin sayılması, alınması ve yüklenmesinde operasyon maliyetleri düşer, ayrıca ürün firelerinin tespitinde kritik bir rol oynar. [59]

Avantajlarının yanı sıra RFID’ nin standardizasyon eksikliklerinden kaynaklanan yüksek maliyetli bir çözüm oluşu, RFID uygulamalarını geliştiren işletme sayısının az oluşu, işletmelerde RFID teknolojilerinin kalifiye olmayan personele bağlı olarak etkin şekilde kullanılamaması RFID uygulamalarının dezavantajları olarak sayılabilir.[65]

5. BİR ULAŞTIRMA ŞİRKETİNDE RFID TEKNOLOJİSİ VE KONTEYNER YÖNETİM SİSTEMLERİ UYGULAMASI

Lojistik sektöründeki çeşitli fonksiyonaliteleri gerçekleştirmede Radyo Frekanslı Tanıma (Radio Frequency Identification) sistemi dünyada her geçen yıl daha yoğun şekilde kullanılan bir teknolojidir. Etkin bir uyarlamayla işletmelerin kaynaklarını daha verimli kullanması, depo ve envanterleri üzerinde gerçek zamanlı kontrol sağlaması, taşımacılık ve nakliye yönetimlerini desteklemesi gerçekleştirilmektedir.

Daha önceki bölümlerde de belirtildiği gibi RFID teknolojisinin kullanımı ile işletmeler için en önemli kaynak olan veri, insan müdahalesi olmadan toplanmakta, azalan hata oranları ile hizmet kalitesi artmaktadır. Ancak; günümüzde RFID teknolojilerinin tek başına kullanılması yeterli olmamakta; işletmelerin içinde bulundukları sektörün gerektirdiği yazılım ve teknolojilerle entegre edilerek iş süreçleri gerçekleştirilmektedir.

Bu bölümde lojistik sektörünün Türkiye’deki en büyük işletmelerinden biri olan Arkas Holding’e ait, yurtiçi komple konteyner taşımacılığı gerçekleştiren Arkas Ulaştırma A.Ş., konteyner depolamayı gerçekleştiren Ardep A.Ş., konteyner planlamayı gerçekleştiren CMC biriminin iş süreçleri ve teknolojileri incelenmekte; ortak bir çıktı yaratan bu işletmelerin mevcut iş süreçleri ve teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik RFID bazlı takip sağlayan bir iş modeli önerilmektedir.

5.1 Ardep’in Tarihçesi, İş Süreçleri, Kullanılan Teknolojiler

Arkas Holding’e ait Ardep 2003 yılında entegre lojistik süreçlerini desteklemek amacıyla kurulmuştur. İzmir, İstanbul, Gemlik ve Mersin’de bulunan toplam 320.000 m² lik konteyner depoların yönetimini Ardep yürütmektedir; bu doğrultuda Arkas Ulaştırma ve CMC ile birlikte çalışmaktadır.

Ardep alt yapısı uygun alanlarda konteyner elleçleme makineleri ile boş ve dolu konteyner depolama hizmeti vermektedir. İstifleme hizmeti, kondisyon ve hareket bilgilerinin raporlaması el bilgisayarları ile yapılmaktadır. Depolara giren

konteynerlerin numaraları, üretim tarihleri, alabilecekleri maksimum yük bilgileri bir personel tarafından manuel olarak el terminallerine girilmektedir. Konteynerin depolanması için herhangi bir planlama yapılmamakta, konteynerler sadece boyutları, tipleri vb. kriterlere göre ayrılmaktadır. Depolarda el terminallerinden girilen veriler herhangi bir ara yüz olmadan on-line olarak AS 400 sistemine akmaktadır. El terminallerinden manuel yapılan veri girişlerinde hata olabilmektedir. Personelin el terminallerinden konteynerlerle ilgili verileri girişi esnasında depo kapılarında kuyruk oluşmakta; bu durum konteynerlerin depolara geç girmesinden olarak bütün süreci olumsuz etkilemektedir.

5.2 CMC' nin İş Süreçleri ve Kullanılan Teknolojiler

Konteyner Yönetim Birimi (CMC) uluslararası ve yurt içi konteyner taşımacılığında konteynerlerin optimal hareketini sağlamak amacıyla kurulmuştur. İthalat süreçlerinde her bir lokasyonda konteynerlerin şirket içi ortak kullanıma açılması ve izlenmesini sağlar. İhracat süreçlerinde acentelerden ve şirket içinden gelen taleplere uygun konteynerleri atayarak stok bilgilerinin depo bazlı takibini sağlar.

Acenteler ve şirketler AS 400 üzerinden talep yapar ve bu talepler CMC personeli tarafından değerlendirilerek taleplerin konteynerlere atanması ve sevkiyatı işlemi gerçekleştirilir. Bir taşıma talebine konteyner atanması işleminde herhangi bir karar destek sistemi vb. kullanılmamakta, planlama yapan personel her bir talep için depolardaki konteyner stoklarını, konteynerlerin yükleme/boşaltma lokasyonlarını dikkate alarak atama işlemini gerçekleştirmektedir. CMC' nin temel fonksiyonallitesi olan konteyner planlama ve atama süreci operasyonel anlamda iş gücü ve zaman kaybına neden olmaktadır.

5.3 Arkas Ulaştırma A.Ş.'nin Tarihçesi, İş Süreçleri ve Kullanılan Teknolojiler

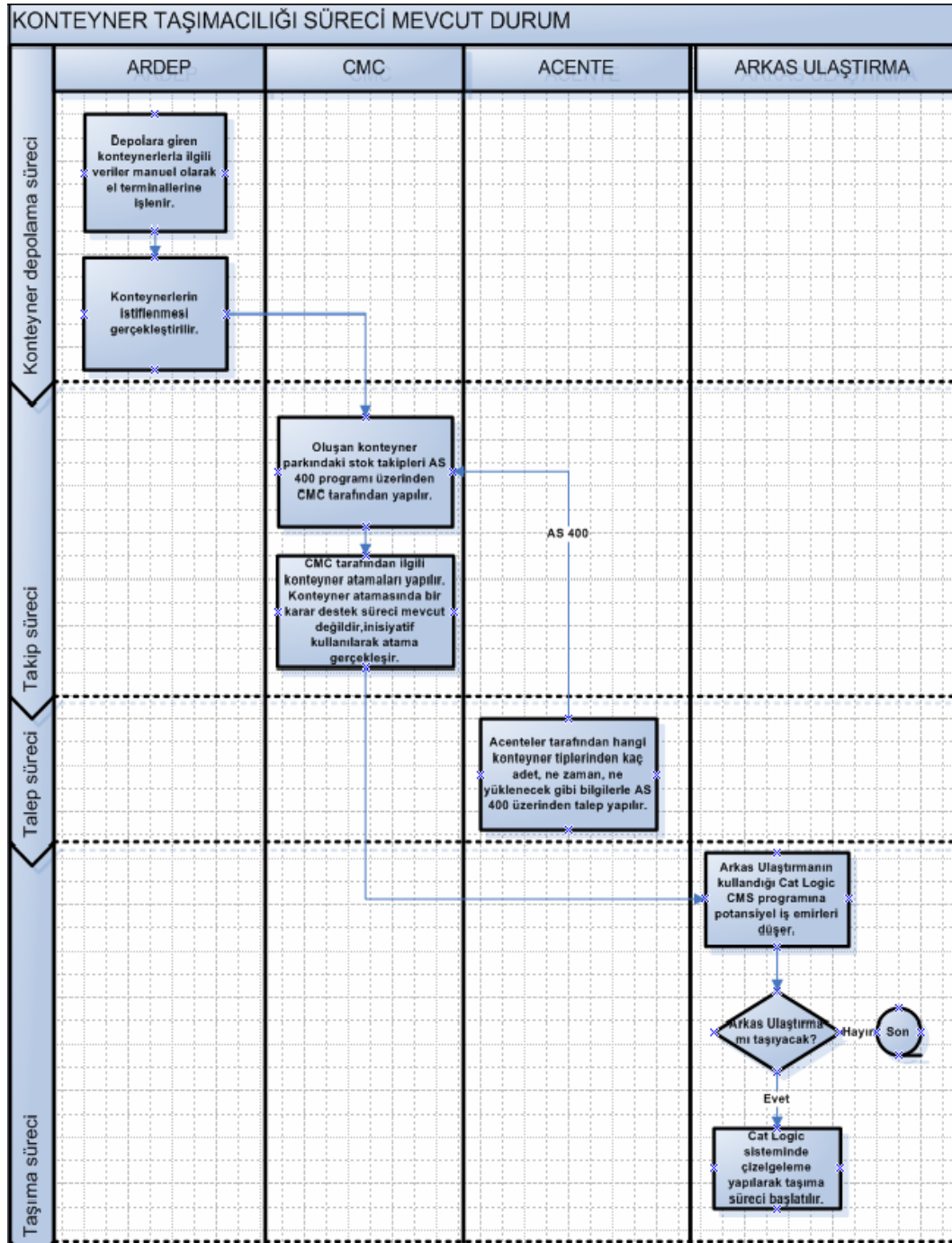
Arkas Ulaştırma, konteyner taşımacılık sektörünün gelişen dinamikleri doğrultusunda, deniz nakliyesinin servis bütünlüğünü ve hizmet kalitesini sağlamak, ithalatçı ve ihracatçı firmalara "Komple konteyner kara nakliyesi" hizmetleri sunmak amacıyla 1989 yılında kurulmuştur. Arkas Ulaştırma A.Ş. hem Arkas Holding'e ait gemi hatlarıyla, hem de üçüncü parti denizcilik şirketlerinin hatlarıyla gelen konteynerleri taşımaktadır. Arkas Ulaştırma A.Ş. İstanbul, Mersin, Gemlik, İzmir şehirlerindeki merkezleriyle ülke içinde konteyner taşıma hizmeti vermektedir.

Konteyner taşımacılığında konteyner depolama süreçlerini İstanbul’da dört depoya; İzmir, Mersin ve Gemlik’te birer konteyner deposuyla gerçekleştirmektedir. Bu depolar Ardep A.Ş.’ye aittir.

5.4 Konteyner Yönetim Sistemi İçin Mevcut Durum

Konteyner depoya girer ve konteynerlerle ilgili bilgiler Ardep personeli tarafından manuel olarak el terminallerine işlenir. Konteynerler depoda boyut ve tiplerine göre depolanırlar. Depolardaki stok durumları CMC tarafından AS 400 üzerinden takip edilerek yapılan talepler doğrultusunda konteyner atamaları gerçekleştirilir. Konteyner ataması işleminde herhangi bir karar destek sistemi kullanılmaz; konteyner stokları, konteynerlerin yükleme/boşaltma lokasyonları dikkate alınır. Konteyner atamaları gerçekleştirilirken CMC’ye AS 400 üzerinden talep yapılırken müşterilerin Arkas Ulaştırma müşterisi olduğu bilgisi girilir ve bu talepler Arkas Ulaştırma’nın kullandığı Cat Logic sistemine kesinleşmiş iş emirleri olarak düşer. Arkas Ulaştırma’nın müşterisi olmayan şirketlere yapılacak taşımalar ise potansiyel iş emirleri olarak Cat Logic sistemine düşer ve pazarlama departmanı tarafından taşıma teklifleri sunulur. Bu işleyişe göre Arkas Ulaştırma konteynerlere araç atama işlemi yapmak için konteyner bilgilerinin Ardep’te manuel olarak girilmesini beklemek zorundadır. Arkas Ulaştırma; araçların bulunduğu lokasyonlar dikkate alınmadan CMC’de gelecek iş emirlerini beklemek ve araçlarını atıl durumda bırakmak durumunda kalmaktadır.

Ortak bir çıktı sağlayan Ardep, CMC ve Arkas Ulaştırma’nın süreçleri aşağıda kısaca gösterilmektedir:



Şekil 5.1: Konteyner Taşımacılığı Süreci Mevcut Durum

5.5 Konteyner Yönetim Sistemi İçin Önerilen Model

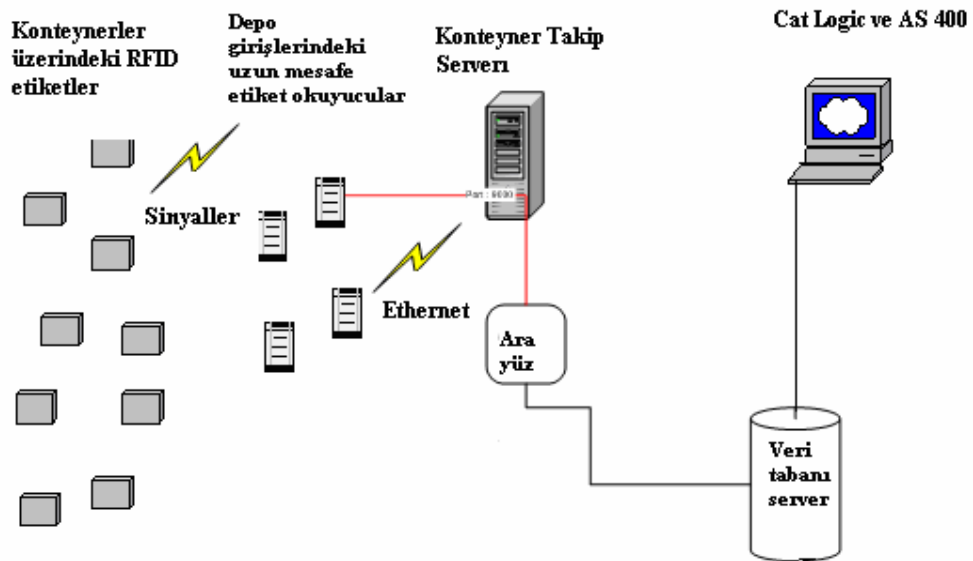
Yukarıdaki bölümlerde anlatıldığı gibi konteyner yönetimi ve taşımacılığı sürecini gerçekleştiren Ardep, CMC ve Arkas Ulaştırma üzerinde operasyonel anlamda ağır bir iş yükü mevcuttur. Bu birimler üzerindeki iş yükünü azaltmak için RFID bazlı takip sistemine dayalı bir konteyner yönetim sistemi modeli önerilmektedir. Konteynerlerle ilgili bilgilerin depodan girişlerde RFID bazlı sistemlerle okunması,

konteynerlerin depolardaki adreslerinin GPS bazlı lokasyon takibiyle belirlenmesi, minimum sayıda elleçleme yapılarak acenteler ve Arkas Ulaştırma'ya konteyner atamalarının yapılması, Arkas Ulaştırma tarafından kullanılan Cat Logic CMS üzerinden depolardaki konteynerleri gözlemleyerek araçların bulunduğu lokasyonlara göre CMC'ye taşıma talebi yapabilmesi önerilmektedir. Bu önerilerle birlikte Cat Logic sisteminin mevcut iş akış senaryoları gösterilmekte, önerilen modelin Cat Logic sistemi üzerinde tasarlanan modeli sunulmaktadır.

5.5.1 Konteynerlerin Depo Girişlerinde RFID Teknolojileriyle Okunabilmesi

Depolara giriş yapan konteynerle ilgili bilgiler Ardep personelleri tarafından manuel olarak el terminallerine işlenmekte ve bu bilgiler AS 400 sistemine akmaktadır. Ardep'in 7 adet deposundaki girişlere 7 adet uzun mesafe RFID okuyucusu yerleştirilmesi önerilmektedir. Yaklaşık 50 metre kapsamı olan bu uzun mesafeli okuyucular, yaklaşık 7 saniyede bir sinyal üreten aktif (pili) etiketlerin yaydıkları sinyalleri toplayarak bunları ethernet üzerinden konteyner takip serverına gönderecektir. Okunan bu bilgiler bir ara yüzü kullanımı ile anlamlı bilgilere dönüştürülerek veri tabanına gönderilebilecektir. Konteyner hareketinin oldukça yoğun olduğu bu lokasyonlarda otomatik olarak gerçekleştirilen bu işlem gerekli işgücü ve zamanı minimize edecektir.

Aşağıdaki şekilde bu RFID sistemi modeli şematik olarak gösterilmektedir:



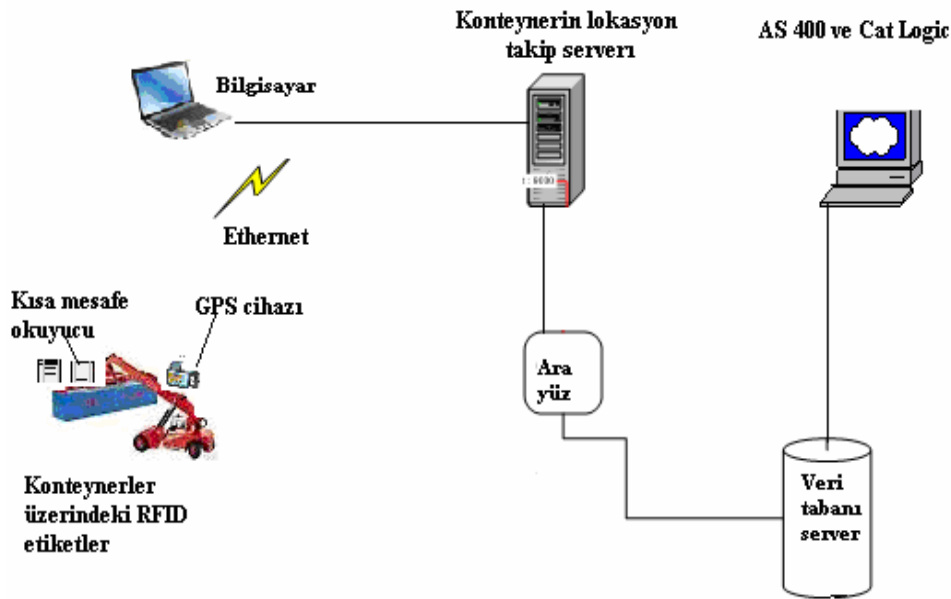
Şekil 5.2: Depolara Giriş Yapan Konteynerleri Okumaya Yönelik RFID Sistemleri

5.5.2 Konteynerlerin Depolardaki Adreslemelerine Yönelik RFID ve GPS Bazlı Takip Sistemleri

Ardep'te konteynerlerin istiflenmesi ve depolanmasında herhangi bir sistem kullanılmamakta, konteyner atamasında konteynerlerin depolarda bulunduğu yerler dikkate alınmamaktadır. Atanan konteynerlerin depodan alınarak taşıma işlemine başlaması için çok sayıda elleçleme yapmak gerekmektedir; bu durum da zaman ve iş gücü kaybuna neden olmaktadır.

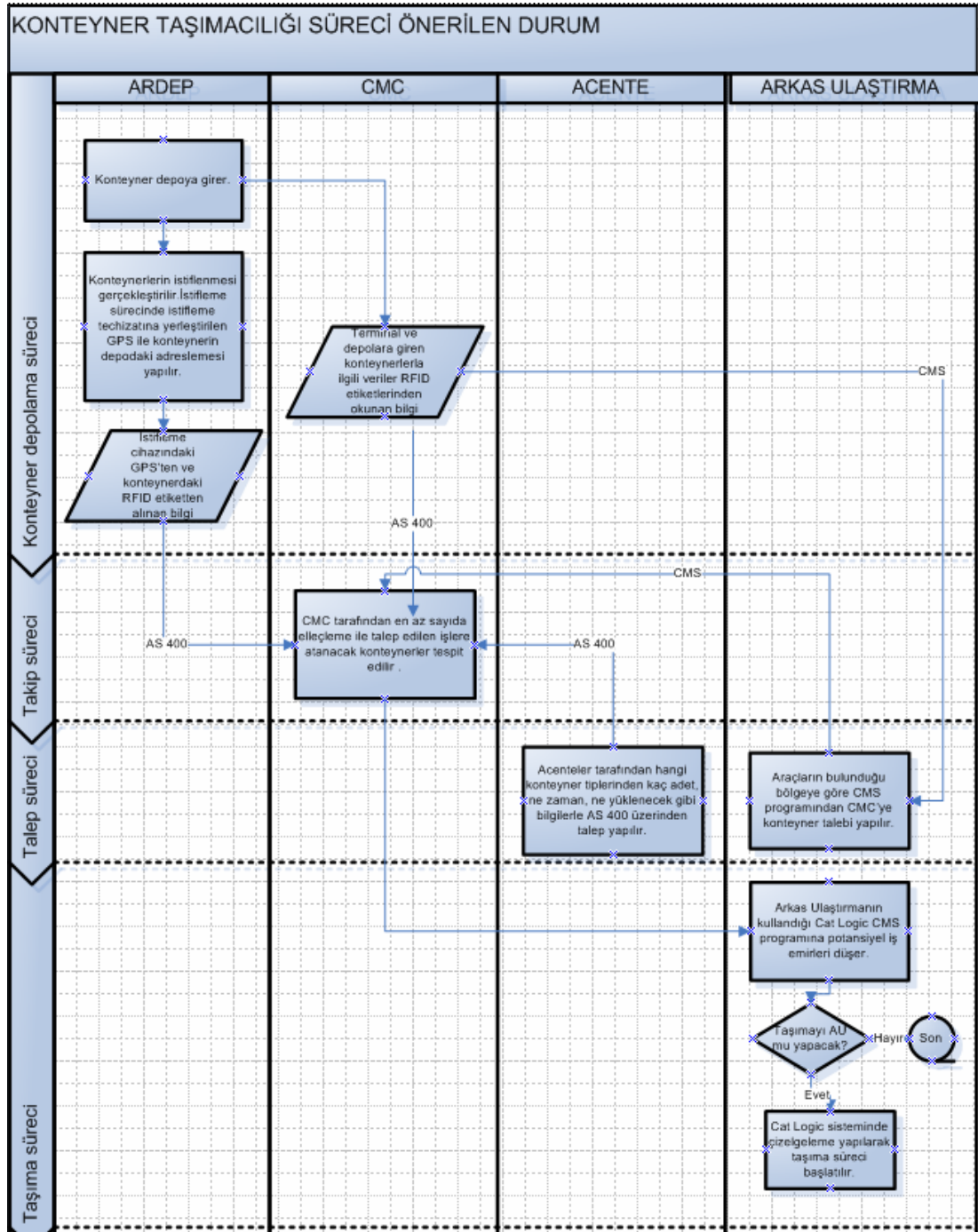
Ardep'in 7 adet konteyner deposundaki toplam 10 adet istifleme makinesine yaklaşık 5 cm. kapsama alanı olan 10 adet kısa mesafe okuyucu ve 10 adet GPS cihazının yerleştirilmesi önerilmektedir. Bu teknolojilerin senkronize olarak konteynerlerle ilgili verileri okuması, konteyner lokasyon takip serverı, ara yüz üzerinden veritabanına göndermesiyle konteynerlerin depoda nereye yerleştirildiği belirlenerek az sayıda elleçleme işlemi ile konteynerlerin depodaki lokasyonlardan alınması ve taleplere atanması sağlanabilecektir. Bu teknolojiyle Arkas Ulaştırma kendisine konteyner atamasını beklemek yerine araçlarının bulunduğu lokasyonlara göre taşıma taleplerini Cat Logic sistemi üzerinden CMC'ye bildirebilecektir.

Aşağıdaki şekilde konteynerlerin depodaki lokasyonlarını belirlemeye yönelik önerilen RFID sistemleri şematik olarak gösterilmektedir:



Şekil 5.3: Depolardaki Konteyner Lokasyonlarının Takibine Yönelik RFID Sistemleri

Ortak bir çıktı sağlayan Ardep, CMC ve Arkas Ulaştırma için önerilen modelin süreçleri aşağıdaki şekilde gösterilmektedir:

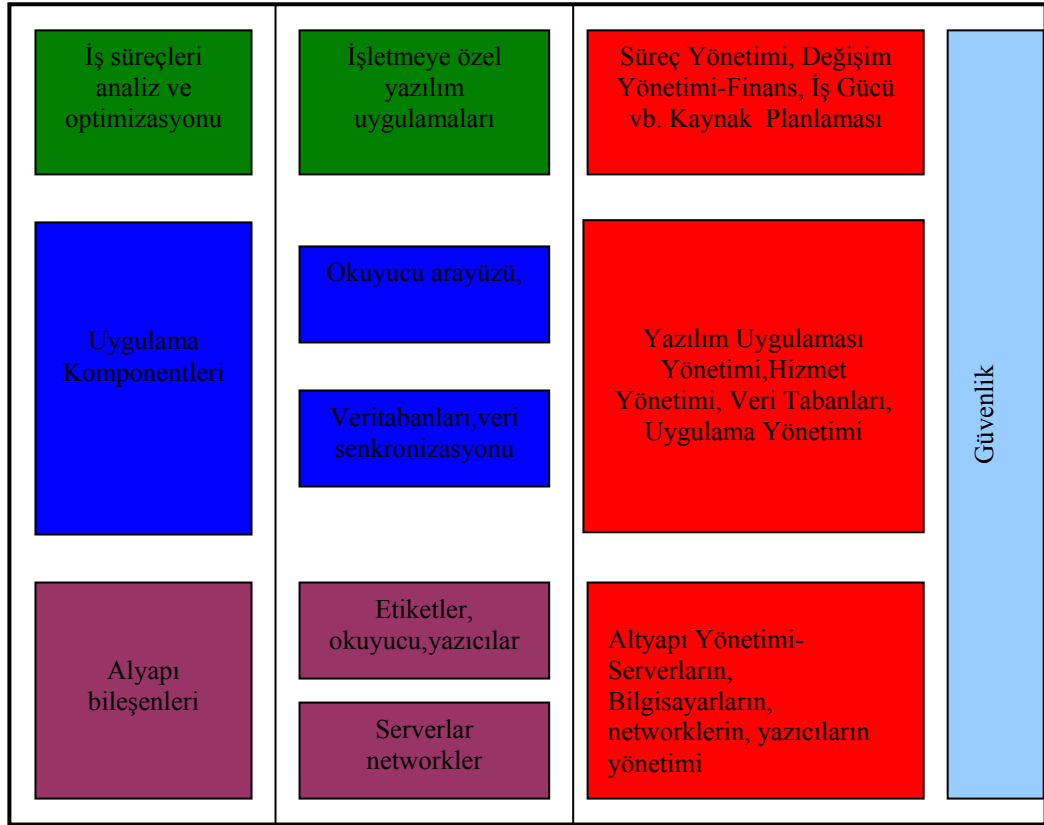


Şekil 5.4: Konteyner Yönetim Sistemi İçin Önerilen Model

5.6 Önerilen Konteyner Yönetim Sisteminin Bilişim Teknolojileri Altyapısı

Önerilen sistemin bilişim teknolojileri alt yapısının kurulmasında gerekli yazılım ve donanım ürünlerinin belirlenmesinde, ürünlerin fayda – maliyet analizleri efektif yapılmalı, yatırımın kısa bir sürede geri dönmesini sağlayabilir nitelikte ürünler seçilmelidir. Fayda – maliyet analizleri sonucu çalışanların mevcut süreçlerini aksatmayacak, yeni süreçlerin geliştirilmesine, ilave donanım ve yazılımlar eklenmesine karşı esnek olacak ürünler seçilmelidir.

Aşağıdaki şekil uygulanacak teknolojilerin implementasyonundaki bilişim teknolojileri bileşenlerini ve yönetim katmanlarını göstermektedir.



Şekil 5.5: Bilişim Teknolojileri Yönetim Mimarisinin Katmanları ve Bileşenleri

Ortadaki ve sağdaki kolonlar bilişim teknolojilerinin efektif bir şekilde implemente edilmesi için ilişki içinde olmalıdır. Kırmızı ile gösterilen kutucuklar yönetim süreçlerini, mavi ile gösterilen kutucuklar uygulama, donanım ve yazılım alt yapısını, yeşil ile gösterilen kutucuklar işletmenin kullandığı yazılım uygulamalarını göstermektedir. Bu yapı uygun güvenlik yapılarıyla desteklenmelidir. Aşağıda bu yapının yönetim katmanları açıklanmaktadır:

- Bilişim Teknolojileri Altyapı Yönetimi: Proje kapsamındaki serverların, veri depolarının, bilgisayarların, networklerin, printerlerin yönetimi gerçekleştirilir. Tüm sistemin tutarlı bir şekilde çalışabilmesi, sistem performansının korunması sağlanır

Aşağıdaki tabloda önerilen sistem kapsamında bu altyapıyı oluşturan bileşenler ve fonksiyonallikleri yer almaktadır:

Tablo 5.1: Altyapı Bileşenleri

Alt yapı Bileşenleri	Toplam Bileşen Sayısı	Bileşenin Fonksiyonallitesi
Her bir konteynere yerleştirilecek olan aktif etiket	Toplam 45.000 adet aktif etiket	Konteynerlerle ilgili numara, tip, alabileceği yük, boyut gibi bilgileri taşır.
Depo girişlerine konulacak olan uzun mesafe RFID okuyucular	Toplam 7 adet uzun mesafe RFID okuyucu	Konteynerlerle ilgili bilgileri okuyup konteyner takip serverına gönderir.
İstifleme makinelerindeki kısa mesafe RFID okuyucular	Toplam 10 adet kısa mesafe RFID okuyucu	Konteynerlerin depodaki lokasyonlarını belirleyerek konteyner lokasyon takip serverına gönderir.
İstifleme makinelerine konulacak 1 adet GPS kutusu	Toplam 10 adet GPS kutusu	Kısa mesafe okuyucularla senkronize bir şekilde konteynerlerin depodaki adreslerini belirleyerek bilgilerin konteyner lokasyon takip serverına gönderilmesini destekler.
Depolarda toplam 7 adet, merkezlerde toplam 4 adet PC	Toplam 11 adet PC	Her bir depoda e-mail haberleşmesini, konteyner stoklarının ve statülerinin takibini sağlayan yazılımın kurulu olduğu 1 adet PC, her bir merkezde konteyner taleplerinin ve atamalarının gerçekleştirildiği yazılımın bulunduğu 1 adet PC
İstifleme makineleri üzerindeki laptop bilgisayarlar	Toplam 10 adet laptop	Konteynerlerin depodaki lokasyonlarının belirlenmesi, GPS'ten alınan verileri kontrol ederek veri havuzunda oluşabilecek hataların düzeltilmesini ve edinilen bilgilerin konteynerin lokasyon takip serverına aktarılmasını sağlayan 10 adet laptop
Depolarda toplam 7 adet RFID printer, merkezlerde toplam 4 adet printer	Toplam 11 adet printer	RFID etiketlerin basılmasını sağlayan 7 adet RFID printer, merkezlerdeki printerlar
Depolardaki kablosuz network, ofis içindeki kablolu network; LAN	LAN	Depolarda konteynerlerdeki RFID etiketlerden bilgileri okunmasını, GPS' ten bilgi edinilmesini ve servera aktarılmasını sağlayan kablosuz network, ofis içindeki kablolu network
Depolar ve ofisle haberleşmeyi sağlayan WAN	WAN	Depolar ve merkez ofisler arasındaki haberleşmeyi sağlayan WAN

Alt yapı yönetiminin işletmenin kendi Bilgi İşlem Departmanında olması önerilmektedir.

- Yazılım Uygulaması Yönetimi: İşletmenin kullandığı yazılımların beklenen süreçleri gerçekleştirmesi, fonksiyonaltelerinin korunması, oluşan problemlerin belirlenmesi, elimine edilmesi sağlanır.
- Bilişim Teknolojileri Hizmet Yönetimi: Proje kapsamında bilişim teknolojilerinin beklenen hizmet seviyesini gerçekleştirmesi için standartların korunması ve geliştirilmesi sağlanır.

Aşağıdaki tabloda önerilen sistem kapsamında yazılım uygulaması, bilişim teknolojisi hizmet yönetimi bileşenleri yer almaktadır:

Tablo 5.2: Yazılım Uygulaması, Bilişim Teknolojisi Hizmet Yönetimi Bileşenleri

Yazılım uygulamaları, bilişim teknolojisi hizmet yönetimi bileşenleri	Toplam Bileşen Sayısı	Bileşenin Fonksiyonaltesi
GPS ve kısa mesafe RFID okuyucudan alınan verileri veritabanına gönderen ara yüz	1 ara yüz	GPS ve kısa mesafe RFID okuyucudan alınan verileri veritabanına gönderen anlamlı bilgilere dönüştürerek ana database servera gönderen 1 ara yüz
Uzun mesafe RFID okuyuculardan alınan verileri veri tabanına gönderen 1 ara yüz	1 ara yüz	Uzun mesafe RFID okuyuculardan alınan verileri anlamlı bilgilere dönüştürerek ana database servera 1 ara yüz
Ana veri tabanı	1 ana veri tabanı	Konteynerlerin depo girişlerindeki ve depodaki adreslerini
Optimizasyon ve raporlama yazılımları(Önerilen sistemde Cat Logic ve AS 400 sistemleri)	Birbirine entegre şekilde çalışan Cat Logic ve AS 400 sistemleri	Depodaki konteynerlerin ve konteynerlerin depodaki adreslerinin tutulduğu, talep sürüecinin takip edildiği, araç ve konteyner planlamasının yapıldığı uygulamalar

Yazılım uygulaması, bilişim teknolojisi hizmet yönetiminde aşağıdaki tabloda belirtilen şekilde danışmanlık alınması önerilmektedir.

Tablo 5.3: Yazılım Uygulaması, Bilişim Teknolojisi Hizmet Yönetiminde Danışmanlık Hizmetleri

Yazılım Danışmanlığı	Kurulum öncesi geliştirilecek ara yüzler ve uygulamalar için danışmanlık ağılanır.
Donanım Danışmanlığı	Kurulum öncesi ihtiyaç duyulan donanımlarla ilgili danışmanlık sağlanır.
Veri Tabanı Danışmanlığı	Veri tabanı kurulumu yönetimi ile ilgili sürekli danışmanlık sağlanır.

- İş Süreçlerinin ve Değişimin Yönetimi: Proje kapsamında bilişim teknolojisi kaynaklarının iş hedefleri ve öncelikleriyle ilişkilendirilmesi sağlanır. İşletmenin orta vadeli ve stratejik hedefleri değerlendirilerek bilişim teknolojisi kaynakları optimum şekilde atanır ve iş süreçleri daha etkin yönetilebilir.

Projenin ilk fazında işletmeye kurulacak sistem için dış kaynak kullanımı ile RFID teknolojileri konusunda süreç ve değişim yönetimi danışmanlığı alınması önerilmektedir.

Önerilen sisteme ait, MS Project ile hazırlanan proje planı Ek A’da mevcuttur.

5.7 Önerilen Konteyner Yönetim Sisteminin Eğitim İhtiyaçları

Bu bölümde depolarda ve merkez ofislerde operasyonel anlamda ağır iş yükü altında çalışan personel için RFID sistemiyle konteyner takibi yapmaya yönelik eğitim içerikleri ve planlaması yer almaktadır.

Projenin tasarım aşamasındayken personelle ilgili aşağıdaki şekilde bir yol izlenmelidir:

- Personelle işbirliği stratejisi gerçekleştirilmelidir: Tasarlanan model operasyon personelleriyle paylaşılmalı, kendilerinin görüşleri alınarak projenin bir parçası oldukları, işletme için en önemli kaynağın kendileri olduğu fikri benimsetilmelidir.
- Yeni sistemin kendileri için bir problem değil, iş yüklerini azaltmaya yönelik bir gelişme olduğu kanıtlanmalıdır.
- Kurulum aşamasından önce kendilerine gerekli eğitimlerin verileceğine yönelik bilgilendirme yapılmalıdır.

5.7.1 Operasyonda Çalışan Personelin Eğitim İçeriği ve Planlanması

Aşağıdaki tabloda operasyonda çalışan personelin eğitim ihtiyaçları ve eğitim planlamaları yer almaktadır. Eğitimleri işletme içindeki proje ekibi tarafından verilmesi önerilmektedir

Tablo 5.4: Operasyon Personeline Önerilen Konteyner Yönetim Sistemine Yönelik Eğitim İçeriği ve Eğitimin Süresi

Eğitimin İçeriği	Eğitim Alacak Personel Sayısı	Eğitimin Getirileri	Eğitim Süresi
RFID bazlı konteyner takip sisteminin anlatılması	36 adet Ardep personeli (2 vardiya) 8 adet Arkas Ulaştırma personeli, 7 adet CMC personeli	RFID bazlı takip sistemleriyle ilgili genel bilgi verilerek personelin sistemi daha kolay algılaması sağlanacaktır.	5 gün
RFID teknolojisiyle konteynerlerin yazılım üzerinden stok takiplerinin yapılması	28 adet ARDEP personeli	Her bir konteyner için stok giriş-çıkış yapmak yerine otomatik olarak gerçekleştirilen bu işlemin yazılım üzerinden takibinin sağlanması	5 gün
Arkas Ulaştırma personeli tarafından kendilerine konteyner atamasını beklemek yerine araçları dikkate alınarak konteyner taleplerini ne şekilde yapacaklarının anlatılması	8 adet Arkas Ulaştırma personeli	Konteyner atamalarında sadece acente ve işletme talepleri değil, Arkas Ulaştırma'nı talepleri de dikkate alınarak konteyner atamalarının daha etkin gerçekleştirilmesi sağlanacaktır.	2 gün
CMC personeline konteyner atamalarını konteynerlerin depodaki adreslerini ve Arkas Ulaştırma'nın taleplerini dikkate alarak ne şekilde yapacaklarının aktarılması	7 adet CMC personeli	Arkas Ulaştırma CMC' nin kendisine konteyner atamasını beklemek yerine kaynaklarını daha etkin kullanabilecektir.	4 gün
Ardep personeline GPS ve kısa mesafe okuyuculardan gelen verilerin istifleme makinelerindeki laptoplar üzerinden kontrol ve veri düzeltmelerinin nasıl yapılacağının aktarılması	20 adet ARDEP personeli (istifleme makinelerini kullanan personel	Herhangi bir beklenmedik sistemsel hata durumunda veri yanlışlığı önlenerek tam zamanlı kontrol sağlanacaktır.	10 gün

RFID bazlı konteyner yönetim sisteminde sadece operasyonel personeline eğitim verilmesi yeterli değildir, gerekli ara yüzleri tasarlayacak, veri tabanını yönetecek

personelin de iş akışları ve önerilen sistemle ve kendilerinden neler beklendiğiyle ilgili eğitim verilmesi de önemlidir. Bu eğitimlerin işletme içinde kurulan proje ekibince verilmesi önerilmektedir.

Tablo 5.5: Bilişim Teknolojileri Ekibine Önerilen Konteyner Yönetim Sistemine Yönelik Eğitim İçeriği ve Eğitimin Süresi

Eğitimin İçeriği	Eğitim Alacak Personel Sayısı	Eğitimin Getirileri	Eğitim Süresi
RFID bazlı konteyner takip sisteminin anlatılması, kendilerinden beklenenlerin belirtilmesi	İşletmenin bilgi sistemleri departmanından 4 adet yazılım geliştirme uzmanı	Yazılım ve uygulama geliştirme işlemleri daha kısa zamanda daha etkin şekilde gerçekleştirilebilecektir.	4 gün
RFID bazlı konteyner takip sisteminin anlatılması, kendilerinden beklenenlerin belirtilmesi	İşletmenin bilgi sistemleri departmanından 1 adet veri tabanı yöneticisi	Veri tabanındaki alanlarla ilgili önceden bilgi sahibi olunarak verilerin daha etkin şekilde kontrol edilerek yönetilmesi sağlanmaktadır.	1 gün

5.8 Mevcut Sistem ve Önerilen Sistemin Karşılaştırılması, Konteyner Yönetim Sistemi Senaryolarının Örneklenmesi

Yukarıdaki bölümlerde de anlatıldığı gibi mevcut durumda konteynerler yoğun operasyonel iş gücüne ve operasyon personelinin inisiyatifine bağlı olarak yönetilmektedir. Aynı holdinge bağlı, ortak bir çıktı sağlayan bu üç birim yoğun operasyona rağmen kaynaklarını etkin şekilde kullanamamaktadır. Konteynerin yurtiçi taşımaları ikinci planda bırakılmakta, kara nakliyesini gerçekleştirecek birim sadece kendisine konteyner atanması durumunda, diğer bir deyişle kesinleşmiş iş emirleri durumunda araçlarını kullanmakta, potansiyel iş emirleri için operasyon ve potansiyel müşterilerle diyaloga geçmek zorunda kalmaktadırlar. Bu durum işletmenin araçlarını atıl durumda bırakmakta, gereksiz pazarlama ve haberleşme maliyetlerine neden olmaktadır.

Aşağıda konteynerlerin kara nakliyesini gerçekleştiren Arkas Ulaştırma Şirketi'nin yurt içi konteyner planlamasında kullandığı Cat Logic isimli konteyner yönetim sistemi yazılımının senaryoları örneklenmektedir.

Arkas Ulaştırma'nın potansiyel iş emirleri gözlemlene sürecinde Pazarlama Departmanı müşterileri olmayan ve CMC tarafından kendilerine atanmamış konteynerleri Cat Logic sistemi satış fırsatları ekranından görür, pazarlama departmanı taşıması yapılacak işletmenin lojistik departmanlarıyla ve CMC operasyon ile görüşerek taşıma yapma talebinde bulunur.

SATIŞ FIRSATLARI									
Sıra#	Konşimento	Ayrılış Tarihi	Şirket Kodu	Sefer No	Yklm/Bşl	Müşteri	Müşteri Adı	Gemi	
00447842	445879		00000002	52A-124	REPU	019-1999	TRANSIT YUKLER	53633	
00447843	445887		00000002	52A-124	REPU	019-1999	TRANSIT YUKLER	53633	
00447844	445895		00000002	52A-124	REPU	019-1999	TRANSIT YUKLER	53633	
00447845	445911		00000002	52A-124	REPU	019-1999	TRANSIT YUKLER	53633	
00447846	445929		00000002	52A-124	REPU	019-1999	TRANSIT YUKLER	53633	
00447847	445945		00000002	52A-124	REPU	019-1999	TRANSIT YUKLER	53633	
00447848	446059		00000002	52A-124	REPU	019-1999	TRANSIT YUKLER	53633	
00447849	446067		00000002	52A-124	REPU	019-1999	TRANSIT YUKLER	53633	
00447850	446075		00000002	52A-124	REPU	019-1999	TRANSIT YUKLER	53633	
00447851	446083		00000002	52A-124	REPU	019-1999	TRANSIT YUKLER	53633	
00447852	446091		00000002	52A-124	REPU	019-1999	TRANSIT YUKLER	53633	
00447853	446109		00000002	52A-124	REPU	019-1999	TRANSIT YUKLER	53633	
00447854	446117		00000002	52A-124	REPU	019-1999	TRANSIT YUKLER	53633	
00447855	769205		00000002	52A-124	REPU	019-1999	TRANSIT YUKLER	53633	
00447856		01/13/02/07	00000002	40R-0	LOAD	070-6985	TRANS UNION ULUSL TAS VE ...	53276	

KONTEYNER SATIŞ FIRSATLARI									
Sıra#	Konteyner No	Tipi	Hat	Tarife	Para Birimi	Seçilen YIN	Statü		
2860537	CAXU 950807/0	40HC	110		0,00	N	FREE		

Şekil 5.6: Cat Logic Sistemi- Satış Fırsatları Ekranı

Potansiyel işler kesinleştiğinde yukarıdaki şekilde görülen Cat Logic sistemi üzerinden bu satış fırsatları birer iş emrine dönüştürülerek konteyner taşıması, araç atanması işlemleri gerçekleştirilir.

Aşağıda konteynerlerin yurt içi taşımalarının planlandığı sipariş ve konteyner ekranları yer almaktadır:

SİPARİŞLER														
Order_N	Update_Dat	Yklm/Bşl	Müşteri Adı	Müş.Refr.	Booking	Statü	SF.St	AF.St	Departman	Toplam G	Toplam C			
00226708	14/02/07	LOAD	ZORLUTEKS TEKSTİL.TIC.VE S...		13/02/07	RDY	INV	RDY	OHIZ	383,46				
00227142	16/02/07	LOAD	ZORLUTEKS TEKSTİL.TIC.VE S...		14/02/07	RDY	INV	RDY	OHIZ	483,05				
00227329	16/02/07	LOAD	ZORLUTEKS TEKSTİL.TIC.VE S...		15/02/07	RDY	RDY	RDY	OHIZ	383,46				
00171942	28/07/06	UNL	ZTA MOTORLU ARAÇLAR VE S...		12/06/06	RDY	INV	RDY	ALL	1466,63				
00174743	29/06/06	UNL	ZTA MOTORLU ARAÇLAR VE S...		23/06/06	RDY	INV	RDY	ALL	395,06				
00191909	10/10/06	UNL	ZTA MOTORLU ARAÇLAR VE S...		08/09/06	RDY	INV	RDY	ALL	1979,17				
00140939	23/01/06	EMPT	ZUMRUT GIDA SAN. VE TIC. A.S.		21/01/06	PREOR	RDY	RDY	ALL					
00144581	10/02/06	EMPT	ZUMRUT GIDA SAN. VE TIC. A.S.		09/02/06	PREOR	RDY	RDY	ALL					
00186222	28/08/06	LOAD	ZUMRUT GIDA SAN. VE TIC. A.S.		15/08/06	RDY	INV	TOINV	ALL	898,89	82			
00188847	05/09/06	LOAD	ZUMRUT GIDA SAN. VE TIC. A.S.		25/08/06	RDY	INV	TOINV	ALL	442,83	40			
00146438	27/02/06	EMPT	ZUMRUT GIDA SAN. VE TIC. A.S.		17/02/06	PREOR	RDY	RDY	ALL					
00149450	06/03/06	EMPT	ZUMRUT GIDA SAN. VE TIC. A.S.		03/03/06	PREOR	RDY	RDY	ALL					
00151138	15/03/06	EMPT	ZUMRUT GIDA SAN. VE TIC. A.S.		10/03/06	PREOR	RDY	RDY	ALL					
00181056	18/08/06	LOAD	ZUMRUT PAZARLAMA İTH İHR L...		21/07/06	RDY	INV	TOINV	OHIZ	164,01	15			

Order Invoice Messages GELİR/GİDER KONTEYNER														
Konteyner	Tip	Ağırlık	Kon	Çıkış Yeri	Yklm/Bşl	Dönüş Yeri	Tarih	Saat	Gümrük	Teminal_Y	Statü	İrsaliye	A.Fat	S.Fat
MSCU 776240/5	40HC	16000		SUTCUDEP/SARAYKÖY LİMANIZM	17/02/07		17/02/07	12:00	N	N	RDY	Y	RDY	RDY
GLDU 726816/4	40HC	15000		SUTCUDEP/SARAYKÖY LİMANIZM	16/02/07		16/02/07	12:00	N	N	RDY	Y	RDY	RDY

Şekil 5.7: Konteyner Taşıma Planlama Ekranı

Bu ekranda kesinleşmiş iş emirleriyle birlikte, operasyon personeli bir müşterinin taşınacak konteynerinin güzergâhını, konteynerin yüklenme ve boşaltma adreslerinin, tarihlerinin planlanmasını sağlamaktadır. Bu aşamadan sonra konteynerin taşınacağı aracın belirlenmesi süreci başlar. Araç planlama personeli araç atama işlemini gerçekleştirir. Araç atama işleminde taşınması yapılacak konteynerin boyutu ve bulunduğu depo, araçların bulunduğu garajlar dikkate alınmaktadır.

Aşağıdaki şekilde araç planlama personelinin kullandığı planlama ekranı yer almaktadır:

Etap F /	Sipariş Müşteri Adı	Etap Yük	Etap Çıkış No	Etap Varış I	Etap Statüsü	Etap Konteyn
25.05.2006	VOLUM DENİZCİLİK AŞ	(All)	LİMANMAR	HADİMDEP	RDY	MSCU 1458E
25.05.2006	ELIT MUM. IT. İHR. V TIC LTD.	(Custom...)	LİMANMAR	HADİMDEP	RDY	MSCU 63503
25.05.2006	ARCELİK AŞ.	ADAPAZR	DEPOSAM	DEPOSAM	RDY	MSCU 32461
25.05.2006	ARCELİK AŞ.	ALTINSE	DEPOSAM	DEPOSAM	RDY	MSCU 13672
25.05.2006	ELIT MUM. IT. İHR. V TIC LTD.	ALIBYKOY	LİMANMAR	HADİMDEP	RDY	TRLU 25687
25.05.2006	ARCELİK AŞ.	ANKARA	DEPOSAM	DEPOSAM	RDY	MSCU 60663
25.05.2006	RAMZEY MOTSIKLET SAN VE	ANTALYA	LİMANMAR	YILDIRIM	RDY	TRLU 42015
25.05.2006	RAMZEY MOTSIKLET SAN VE	AVCILAR	LİMANMAR	YILDIRIM	RDY	GSTU 94125
25.05.2006	RAMZEY MOTSIKLET SAN VE	AYAZAG	LİMANMAR	YILDIRIM	RDY	TGHU 49241
25.05.2006	RAMZEY MOTSIKLET SAN VE	AYDINKY	LİMANMAR	YILDIRIM	RDY	MSCU 40833
25.05.2006	RAMZEY MOTSIKLET SAN VE	BAGCLAR	LİMANMAR	YILDIRIM	RDY	TGHU 4923E
25.05.2006	RAMZEY MOTSIKLET SAN VE	BAYPASA	LİMANMAR	YILDIRIM	RDY	GLDU 23016
25.05.2006	RAMZEY MOTSIKLET SAN VE	BEYLIKDZ	LİMANMAR	YILDIRIM	RDY	MSCU 62417
25.05.2006	RAMZEY MOTSIKLET SAN VE	BILECIK	LİMANMAR	YILDIRIM	RDY	MSCU 65333
25.05.2006	RAMZEY MOTSIKLET SAN VE	CATALCA	LİMANMAR	YILDIRIM	RDY	MSCU 6020E
25.05.2006	MERTER HELVA SAN VE TIC A.S	AVCILAR	LİMANMAR	HADİMDEP	RDY	
25.05.2006	MERTER HELVA SAN VE TIC A.S	AVCILAR	LİMANMAR	HADİMDEP	RDY	
25.05.2006	MERTER HELVA SAN VE TIC A.S	AVCILAR	LİMANMAR	HADİMDEP	RDY	
25.05.2006	MERTER HELVA SAN VE TIC A.S	AVCILAR	LİMANMAR	HADİMDEP	RDY	

Şekil 5.8: Araç Planlama Ekranı

Planlama personeli tarafından konteynerin yükleme boşaltma adresine göre filtreleme yapılarak araç atanacak konteyner seçilir, konteynerin boyutuna ve ağırlığına göre aşağıdaki ekranda görüldüğü şekilde konteynere araç atama işlemi gerçekleştirilir.Örneğin yukarıdaki şekilde Avcılar'da bulunan konteynerlere Avcılar'a en yakın mesafedeki garajdan aşağıdaki şekilde görüleceği gibi araç ataması yapılır.

Plaka	Kapasite Ko...	Kapasite Tarihi	Çekici Sa...	TO_COMPANY_NAME	Çekici ...	Son Adresi
34 UB 6945	10217568	10.05.2006	040-1790	İNSAN KAYNAKLARI EĞİTİM A.Ş	CEK	0
34 SYP 39	10217819	11.05.2006	040-1790	İNSAN KAYNAKLARI EĞİTİM A.Ş	CEK	0

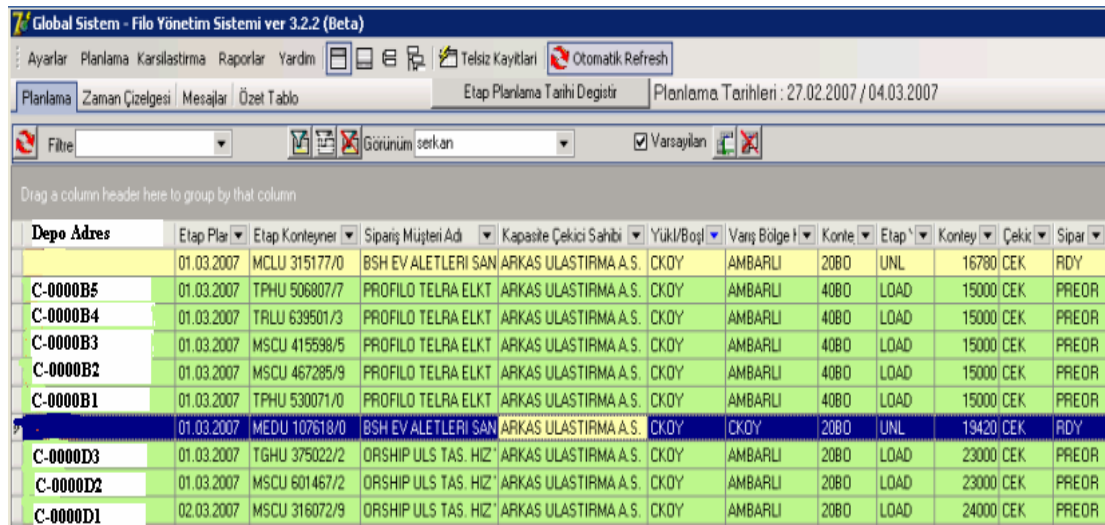
Şekil 5.9: Konteynerlere Araç Atama Ekranı

Bu aşamadan sonra planlanan araç şoförlerine gerekli talimatlar verilerek kara taşımacılığı sürecine başlanır.

Önerilen sistemde Arkas Ulaştırma'nın operasyon departmanları CMC' nin kendilerine konteyner atamasını beklemek yerine depolardaki mevcut konteyner

stoklarını gözlemleyerek, araçlarının bulunduğu lokasyonları dikkate alarak CMC' ye konteyner taşıma talebinde bulunacaktır.

Aşağıda, önerilen sistemde Arkas Ulaştırma operasyon personelinin CMC' nin yönetiminde bulunan konteynerlerin hangi depoda, depodaki yerleşimde alttan üste doğru alınan depo adres numarası ile hangi lokasyonda olduğunu gözlemlemesini sağlayan ekran görüntüsü yer almaktadır. Bu ekran taşınacak konteynerin numarası, ağırlığı, konteynerlerin gideceği müşteriler, taşımının yapılması gereken tarih, konteynerin taşınacağı adres, kamyon ile mi, çekici ile mi taşınması gerektiği gibi bilgileri içerir.



Depo Adres	Etap Plan	Etap Konteyner	Sipariş Müşteri Adı	Kapasite Çekici Sahibi	Yüklü/Boş	Varış Bölge	Konte	Etap	Kontey	Çekici	Sipar
	01.03.2007	MCLU 315177/0	BSH EV ALETLERİ SAN	ARKAS ULAŞTIRMA A.Ş.	CKOY	AMBARLI	20BD	UNL	16780	CEK	RDY
C-0000B5	01.03.2007	TPHU 506807/7	PROFILO TELRA ELKT	ARKAS ULAŞTIRMA A.Ş.	CKOY	AMBARLI	40BD	LOAD	15000	CEK	PREDR
C-0000B4	01.03.2007	TRLU 639501/3	PROFILO TELRA ELKT	ARKAS ULAŞTIRMA A.Ş.	CKOY	AMBARLI	40BD	LOAD	15000	CEK	PREDR
C-0000B3	01.03.2007	MSCU 415598/5	PROFILO TELRA ELKT	ARKAS ULAŞTIRMA A.Ş.	CKOY	AMBARLI	40BD	LOAD	15000	CEK	PREDR
C-0000B2	01.03.2007	MSCU 467285/9	PROFILO TELRA ELKT	ARKAS ULAŞTIRMA A.Ş.	CKOY	AMBARLI	40BD	LOAD	15000	CEK	PREDR
C-0000B1	01.03.2007	TPHU 530071/0	PROFILO TELRA ELKT	ARKAS ULAŞTIRMA A.Ş.	CKOY	AMBARLI	40BD	LOAD	15000	CEK	PREDR
C-0000D3	01.03.2007	MEDU 107618/0	BSH EV ALETLERİ SAN	ARKAS ULAŞTIRMA A.Ş.	CKOY	CKOY	20BD	UNL	13420	CEK	RDY
C-0000D2	01.03.2007	TGHU 375022/2	ORSHIP ULS TAS. HIZ	ARKAS ULAŞTIRMA A.Ş.	CKOY	AMBARLI	20BD	LOAD	23000	CEK	PREDR
C-0000D1	02.03.2007	MSCU 316072/9	ORSHIP ULS TAS. HIZ	ARKAS ULAŞTIRMA A.Ş.	CKOY	AMBARLI	20BD	LOAD	24000	CEK	PREDR

Şekil 5.10: CMC Kontrolünde Bulunan Konteynerleri Gözleme ve Konteyner Talebi Yapma Ekranı

Önerilen sistemde Arkas Ulaştırma personeli CMC' ye konteyner talebi yaparken konteynerlerin depodaki lokasyonlarını dikkate alır; ancak istifleme makinelerinin depoda nerede bulunduğunu gözlemleyemediği için az sayıda elleçleme ile aracın üzerine konulacağını düşündüğü konteynerleri taşımayı talep eder. Örneğin mevcut durumda Arkas Ulaştırma'nın garajında kullanılabilir durumda 3 adet araç bulunuyorsa CMC'den 3 adet konteyner için taşıma talebi yapar. Bu talepler yukarıdaki ekranda görülen, Çerkezköy depoda (C), D lokasyonunda bulunan C-0000D1, C-0000D2, C-0000D3 nolu konteynerler olabilir. Arkas Ulaştırma Cat Logic sisteminden bu konteynerleri taşımak için CMC' ye taşıma talebi yapar. CMC'den taşıma talebi için confirmasyon geldiğinde Arkas Ulaştırma' nın aracı Ardep'ten konteynerleri almak üzere depoya gittiğinde depodaki operasyon personeli GPS sayesinde istifleme makinelerinin depoda nerede bulunduğunu gözlemleyerek

Arkas Ulaştırma'nın aracına konteyner atamasını yapar, örneğin Çerkezköy depodaki istifleme makinesi Arkas Ulaştırma'nın taşıma talebini yaptığı "D" lokasyonuna yakınsa Arkas Ulaştırma'nın talep ettiği konteynerleri araçlara atar. Eğer bu istifleme makinesi "D" lokasyonuna uzaksa, örneğin "B" lokasyonundaysa ve "B" lokasyonundaki konteynerler taşınmak için bekliyorsa Ardep'teki operasyon personeli bu konteynerleri Arkas Ulaştırma'ya atar. Depodaki operasyon personeli atama işlemini gerçekleştirirken konteynerlerin ne kadar zamandır depoda beklediğini ve taşınma öncelikleri gereksinimini de dikkate almak durumundadır. Örneğin yukarıdaki şekilde hem taşınma öncelikleri, hem istifleme makinelerinin depodaki yerleri, hem de az sayıdaki elleçleme ile konteynerlerin araçlara yerleştirilmesi C-0000B5, C-0000B4, C-0000B3 nolu konteynerler için uygunsa operasyon personeli Arkas Ulaştırma'ya bu konteynerleri atayacaktır. Atanan bu konteynerler CMC tarafından AS 400'e işlenince Cat Logic sistemine kesinleşmiş konteyner- araç eşlemeleri bilgisi gelir.

Arkas Ulaştırma konteyner-arac eşlemesi yaparken Cat Logic sisteminin aşağıdaki ekranını kullanmaktadır. Çerkezköy depoda taşımaya planlanmış "PLANNED" statüsündeki araçlar en yakın konteyner deposu olan Çerkezköy depoya yönlendirilmek üzere bekletilmektedirler. CMC'den müşteri lokasyonları dikkate alınarak konteyner ataması yapıldığı anda araçlar garajdan çıkartılarak konteynerleri almak üzere yola çıkar.

Etap Pları	Etap Çıkış Nokt	Etap Bölü	Kapasite Çekici Sahibi	Etap Kar	Çekic	Etap Sı
01.03.2007	CKOYDEP	ISTA	ARKAS ULASTIRMA A.S.	34 UA 1443	CEK	PLANNED
01.03.2007	CKOYDEP	ISTA	ARKAS ULASTIRMA A.S.	34 RON 96	CEK	PLANNED
01.03.2007	CKOYDEP	ISTA	ARKAS ULASTIRMA A.S.	34 UM 5012	CEK	PLANNED
01.03.2007	CKOYDEP	ISTA	ARKAS ULASTIRMA A.S.	34 VP 1626	CEK	PLANNED
01.03.2007	CKOYDEP	ISTA	ARKAS ULASTIRMA A.S.	34 SYP 43	CEK	PLANNED
01.03.2007	CKOYDEP	ISTA	ARKAS ULASTIRMA A.S.	34 RON 98	CEK	PLANNED
01.03.2007	CKOYDEP	ISTA	ARKAS ULASTIRMA A.S.	34 UA 1447	CEK	PLANNED
01.03.2007	CKOYDEP	ISTA	ARKAS ULASTIRMA A.S.	34 VP 1610	CEK	READY
01.03.2007	CKOYDEP	ISTA	ARKAS ULASTIRMA A.S.	34 UB 6938	CEK	PLANNED
02.03.2007	CKOYDEP	ISTA	ARKAS ULASTIRMA A.S.	34 BT 1877	CEK	PLANNED
01.03.2007	CKOYDEP	ISTA	ARKAS ULASTIRMA A.S.	34 UA 1447	CEK	PLANNED
01.03.2007	CKOYDEP	ISTA	ARKAS ULASTIRMA A.S.	34 UA 1443	CEK	PLANNED
02.03.2007	CKOYDEP	ISTA	ARKAS ULASTIRMA A.S.	34 UA 1447	CEK	PLANNED

Şekil 5.11: Konteyner Lokasyonlarına Göre Araç Gözlemleme ve Konteyner-Araç Eşleme Ekranı

ARDEP' te bulunan CMC personeli tarafından konteyner ataması işlemi gerçekleştirildiğinde; Arkas Ulaştırma tarafından da konteyner-arac eşleme işlemi

tamamlandığında Şekil 5.10 ve Şekil 5.11’ de görüleceği gibi konteyner talep ekranında ilgili kayıtlar mavi ile işaretlenir ve bu işlem tamamlanmış olur.

Önerilen bu sistem sayesinde Arkas Ulaştırma araçlarını planlamak için CMC’ nin kendisine iş atamasını beklemek ve atanan işleri bekleyerek araçlarını yönlendirmek durumunda kalmayacaktır. Bu sayede CMC üzerindeki iş yükü de hafifletilerek CMC-Ardep ve Arkas Ulaştırma arasındaki gereksiz haberleşme maliyetleri de ortadan kalkacaktır.

5.9 Önerilen Konteyner Yönetim Sistemi Modelinin Maliyeti ve Ekonomik Açıdan Değerlendirilmesi

İşletmelere yeni bir bilişim teknolojisi implementasyonu oldukça risklidir. Yeni bir bilişim teknolojisinin işletmenin strateji ve vizyonu ile ne derece uyduğu, kısa ve uzun vadede ekonomik açıdan neler getirdiği, piyasada yaratacağı rekabet gücü gibi kriterler analiz edilmeli ve gerçek anlamda fayda sağlandığı tespit edilirse teknolojinin uyarlaması gerçekleştirilmelidir.

Bu doğrultuda önerilen Konteyner Yönetim Sisteminin ekonomik ve stratejik açıdan gelirleri ve giderleri detaylandırılmakta, yatırımın geri dönüşü hesaplanmaktadır.

5.9.1 Önerilen Konteyner Yönetim Sistemi Maliyeti

Bu kapsamda önerilen konteyner yönetim sisteminin kurulum esnasındaki sabit maliyetleri ve kurulum sonrası gerçekleşecek değişken maliyetleri yer almaktadır.

5.9.1.1 Önerilen Konteyner Yönetim Sisteminin Kurulum Maliyeti

Kurulum maliyetleri altyapı bileşenleri, yazılım uygulaması, bilişim teknolojisi hizmet yönetimi bileşenleri, danışmanlık ve eğitim giderlerinden oluşmaktadır.

Aşağıdaki tablolarda bu bileşenlerin maliyetleri yer almaktadır.

Tablo 5.6: Altyapı Bileşenleri Toplam Maliyeti

Altyapı bileşenleri	Altyapı bileşenlerinin toplam maliyeti
Toplam 45.000 adet aktif etiket	45.000 *10 \$ = 450.000 \$
Toplam 7 adet uzun mesafe RFID okuyucu	7* 1000 \$ = 7.000 \$
Toplam 10 adet kısa mesafe RFID okuyucu	10 * 650 \$ = 6.500 \$
Toplam 10 adet GPS kutusu	10* 700 \$ = 7000 \$
Toplam 11 adet PC	11*700 \$ = 7000 \$
Toplam 10 adet laptop	10*1300 \$ = 13000 \$
Toplam 11 adet printer	7* 1500 \$ = 10.500 \$ 4* 300 \$ = 1200 \$ 12.500 \$
LAN	40.000 \$
WAN	10.000 \$
TOPLAM	553.000 \$

Tablo 5.7: Yazılım Uygulaması, Bilişim Teknolojisi Hizmet Yönetimi Bileşenleri

Yazılım uygulaması, bilişim teknolojisi hizmet yönetimi bileşenleri	Yazılım uygulaması, bilişim teknolojisi hizmet yönetimi bileşenlerinin toplam maliyeti
GPS ve kısa mesafe RFID okuyucudan alınan verileri veritabanına gönderen 1 ara yüz	5.000 \$
Uzun mesafe RFID okuyuculardan alınan verileri veri tabanına gönderen 1 ara yüz	5.000 \$
Ugulama, raporlama ve optimizasyon uygulamaları	1.300.000 \$
Ana veri tabanı	20.000 \$
TOPLAM	1.330.000 \$

Tablo 5.8: Yazılım Uygulaması, Bilişim Teknolojisi Hizmet Yönetiminde Danışmanlık Hizmetleri Maliyetleri

Yazılım Danışmanlığı	12.000 \$
Donanım Danışmanlığı	10.000 \$
Veri Tabanı Danışmanlığı	10.000 \$
TOPLAM	32.000 \$

Eğitimler işletme içinde kurulan proje ekiplerince verileceğinden bu maliyetler personel maliyetleri içinde incelenmektedir.

Tablo 5.9: Eğitim Verecek Personel Maliyetleri

İşletme içinde proje dâhilinde olacak tüm operasyon personeline verilecek eğitim	26 GÜN *400 \$ = 10.400 \$
Bilişim Altyapısı İçin Çalışacak Personele Verilecek Eğitim	5 GÜN *400 \$ = 2000 \$
TOPLAM	12.400 \$

Yukarıda belirtildiği gibi önerilen konteyner yönetim sisteminin ilk yatırım ve kurulum maliyetleri toplamı **1.927.400,\$**, önerilen sistemin diğer kurulum proje harcamaları ortalama **50.000 \$**’dır. Bilgi işlem departmanında alınan bilgiler doğrultusunda kurulum sonrası yapılacak bakım ve proje süresince verilecek desteğin maliyeti ortalama **80.000 \$**’dır.

Toplamda **2.057.400\$** bedelinde yatırım, kurulum ve destek süreci maliyeti mevcuttur.

Kurulum sonrasındaki ilk yıl için de **10.000 \$** değerinde proje destek maliyeti ve **8.000 \$** değerinde diğer proje harcamaları olacağı varsayılmıştır.

Yatırımın ekonomik açıdan değerlendirilebilmesi ve geri dönüşünün hesaplanabilmesi için getirileri de aşağıda açıklanmaktadır.

1. Operasyonel Kazançlardan Sağlanan Getiriler: CMC, Arkas Ulaştırma ve ARDEP’in operasyon personeline alınan bilgilere göre konteyner yönetiminin efektif yapılamaması ve konteynerleri taşıyacak araçların atıl durumda kalmasından dolayı günde ortalama 70 konteyner taşıması fırsatı kaybedilmektedir. Her bir konteyner taşımasından ortalama 250 \$ kar elde edildiği bilgisi alınmıştır.

Bir yılda ortalama $70 \times 250 \times 365 = \mathbf{638.750 \$}$ bedelinde konteyner taşıma fırsatı

2. Haberleşme Maliyetlerinin Eliminasyonundan Sağlanan Getiriler: CMC, Arkas Ulaştırma ve ARDEP’in idari işler departmanından alınan bilgilere göre bu üç birimin ortak bir çıktı olarak konteyner taşıması yapmayı organize etmeye yönelik haberleşme maliyeti 1 ayda ortalama 1500 \$’dır. Önerilen konteyner yönetim sisteminde bu üç birim entegre bir yapı üzerinden çalışacağı için ortalama % 75’lik bir haberleşme maliyeti düşüşü olacağı önerilmektedir.

Bir yılda ortalama $1125 \times 12 = \mathbf{13500 \$}$ bedelinde haberleşme maliyetinde azalma

3. Operasyonda Çalışan Personel Sayısındaki Azalmadan Sağlanan Getiriler: Ardep'e ait 7 adet depoda, depo girişlerinde rutin olarak veri girişi yapan personel sayısı 2 vardiya olarak 36' dır. İstanbul' daki depolarda gündüz ve gece vardiyasında üçer personel, Gemlik, Mersin ve İzmir'deki depolarda gündüz ve gece vardiyasında toplam ikişer personel çalışmaktadır. Önerilen sistem veri girişini ve operasyonel anlamdaki iş gücünü azaltacağı için İstanbul'daki depolarda da personel sayısı ikiye indirilebilir. 1 personel maliyeti ortalama 400 \$'dır. 2 vardiya için hesaplanacak olursa;

Bir yılda ortalama $400 * 12 * 2 = 9.600$ \$ bedelinde Ardep personel maliyetinde azalma

4. Pazarlamada çalışan Personel Sayısındaki Azalmadan Sağlanan Getiriler: Mevcut sistemde Arkas Ulaştırma'da potansiyel iş emirlerini kesinleşmiş işlere çevirmek için müşterilere fiyat teklifi sunan pazarlama departmanından İstanbul, Gemlik, İzmir ve Mersin bölgelerinde birer personel azaltmasına gidilebilir.

Bir yılda ortalama $1000 * 12 * 4 = 4.800$ \$ bedelinde Arkas Ulaştırma personel maliyetinde azalma.

5. Konteyner Elleçleme Bedelindeki Azalmadan Sağlanan Getiriler: Konteynerlerin depodaki adreslerinin bilinebilmesi ile en az sayıda elleçleme yapılarak konteynerler araçlara atanabilecektir. 1 elleçlemenin bedelinin ortalama 10 \$ olduğunun bilgisi alınmıştır. Operasyon yöneticilerinden alınan bilgiye göre önerilen sistemle günde ortalama 100 adet elleçleme işleminden tasarruf sağlanacaktır.

Bir yılda ortalama $40 * 10 * 365 = 146.000$ \$ bedelinde elleçleme maliyetinde azalma

6. Araçların En Yakındaki Konteyner Depolarından Konteynerleri Almasından Sağlanan Getiriler: Önerilen sistemle araçların bulundukları lokasyonlara en yakın konteynerleri taşımalarından sağlanan fırsat maliyeti kazançları ve yakıt maliyetlerinden edinilen kazançların günde ortalama 300 \$ olacağının bilgisi edinilmiştir.

Bir yılda ortalama $300 * 12 * 365 = 1.314.000$ \$ bedelinde fırsat maliyet ve yakıttan elde edilen kazanç

CMC biriminde operasyonel anlamda iş gücü azalmasına gerek olmayacaktır.

1 yıl için sağlanan getiriler toplamı **2.126.650 \$'dır.**

Yatırımın işletme için ekonomik açıdan fizibil olup olmadığının belirlenmesine yönelik olarak yatırımın geri dönüş yüzdeleri ve geri dönüş süreleri hesaplanmaktadır.

Geri Dönüş Yüzdesi (ROI) = [(Edinilen Kazanç – Yatırım Maliyeti)/Maliyeti]*100

- Birinci yıl için faiz giderleri dikkate alınmadan;
1.yılın sonunda [(2.126.650 – 2.057.400) / 2.057.400)]*100 = (**% 3,36**)’dr.
- İkinci yıl için 10.000 \$ değerinde proje destek maliyeti ve 8.000 \$ değerinde diğer proje harcamaları olduğu varsayılmıştır. Faiz oranları dikkate alınmadan ikinci yılda oluşan giderlerin net bugünkü değeri **18.000 \$’dır.**

İkinci yıl için operasyonel kazançlardan sağlanan getirilerin ilk yıldaki getirilerin % 130’ kadar olduğu, haberleşme maliyetlerinin eliminasyonundan sağlanan getirilerin ilk yıldaki getirilerin % 125’i kadar olduğu, operasyon ve personel sayılarındaki azalmadan sağlanan getirilerin ilk yıldaki getirilerin % 125’i, elleçleme ve yakıttan elde edilen getirilerin ilk yıldaki getirilerin %110’u kadar olduğu varsayılmaktadır. Bu doğrultuda;

1. Operasyonel kazançlardan sağlanan getiriler = 830.375 \$
2. Haberleşme maliyetlerinin eliminasyonundan sağlanan getiriler = 16.875 \$
3. Operasyonda çalışan personeldeki azalmadan sağlanan getiriler = 12.000 \$
4. Pazarlamada çalışan personeldeki azalmadan sağlanan getiriler = 6000 \$
5. Konteyner Elleçleme Bedelindeki Azalmadan Sağlanan Getiriler = 160.600 \$
6. Araçların En Yakındaki Konteyner Depolarından Konteynerleri Almasından Sağlanan Getiriler = 1.445.400 \$

Faiz oranları dikkate alınmadan 2. yılın sonunda getirilerin toplamının net bugünkü değeri 2.471.250 \$’dır.

Kazançların Toplamının Net Bugünkü Değeri = 4.597.900 \$

Giderler Toplamının Net Bugünkü Değeri = 2.075.400 \$

Yatırımın 2. yıl sonunda geri dönüş oranı (ROI) = (%122) ’dir.

Tablo 5.10: Yatırımın Geri Dönüş Yüzdesi

PROJE MALİYETLERİ	KURULUM YILI	İKİNCİ YIL
Altyapı Bileşenleri Toplam Maliyetleri	\$ 553.000	
Yazılım Uygulaması, Bilişim Teknolojisi Hizmet Yönetimi Bileşenleri Maliyeti	\$ 1.330.000	
Bilgi Teknolojileri Alt Yapısı	\$ 1.883.000	\$ -
Yazılım Uygulaması, Bilişim Teknolojisi Hizmet Yönetiminde Danışmanlık Maliyetleri	\$ 32.000	\$ 10.000
Eğitim Maliyetleri	\$ 12.400	
Kurulum sonrası yapılacak bakım ve proje süresince verilecek destek, diğer proje giderleri	\$ 130.000	\$ 8.000
TOPLAM BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ MALİYETİ	\$ 2.057.400	\$ 18.000
PROJE KAZANÇLARI		
Operasyonel Kazançlardan Sağlanan Getiriler	\$ 638.750	\$ 830.375
Haberleşme Maliyetlerinin Eliminasyonundan Sağlanan Getiriler	\$ 13.500	\$ 16.875
Operasyonda Çalışan Personel Sayısındaki Azalmadan Sağlanan Getiriler	\$ 9.600	\$ 12.000
Pazarlamada Çalışan Personel Sayısındaki Azalmadan Sağlanan Getiriler	\$ 4.800	\$ 6.000
Konteyner Elleçleme Bedelindeki Azalmadan Sağlanan Getiriler	\$ 146.000	\$ 160.600
Araçların En Yakındaki Konteyner Depolarından Konteynerleri Almasından Sağlanan Getiriler	\$ 1.314.000	\$ 1.445.400
TOPLAM PROJE GETİRİLERİ	\$ 2.126.650	\$ 2.471.250
NAKİT AKIŞLARI		
Giderler	\$ 2.057.400	\$ 18.000
Gelirler	\$ 2.126.650	\$ 2.471.250
Net Kazanç	\$ 69.250	\$ 2.453.250
Kümülatif Net Kazanç	\$ 69.250	\$ 2.522.500
YATIRIMIN GERİ DÖNÜŞÜ		
Giderlerin Net Bugünkü Değeri		\$ 2.075.400
Gelirlerin Net Bugünkü Değeri		\$ 4.597.900
YATIRIMIN GERİ DÖNÜŞÜ		122%

5.10 Önerilen Konteyner Yönetim Sistemine Dair Sonuçlar

Hizmet sektöründe hızın, servis kalitesinin ve sektördeki benzer işletmelere oranla iş süreçlerinde yenilikçi bilişim teknolojilerinin kullanımının işletme içinde ve pazarda katma değer yarattığı açıktır.

Tedarik zinciri yönetimi ve lojistik hizmetler içinde önemli rolü oynayan taşımacılıkta artan küresel ticaretle birlikte konteyner taşımacılığı hacmi de artmaktadır. Tedarik zinciri felsefesinin işletmenin kendi bünyesinde ve işletmeler arasında sağlaması gereken esneklik, hız, etkin kaynak yönetimi gibi kriterler konteyner taşımacılığında da bilişim teknolojileri kullanımını gerektirmektedir. Ancak kurulacak konteyner yönetim sistemine yapılacak yatırımdan gerçek anlamda fayda sağlamak için konteynerlerin sadece etkin şekilde gözlemlenmesi ve planlanması değil; işletmedeki diğer uygulamalarla entegre olarak çizelgelenmesi gerekmektedir.

Önerilen konteyner yönetim sistemi ile konteyner taşımacılığı sürecine hizmet eden Ardep, CMC (Konteyner Yönetim Merkezi) ve Arkas Ulaştırma şirketlerinin kaynakları göz önünde bulundurularak en az seviyede operasyonel yük ile çok sayıda

taşıma işlemi gerçekleştirmek hedeflenmektedir. RFID gibi insan faktörüne gereksinim duymayan bir teknolojiyle konteyner verilerinin depo giriş ve çıkışlarında okunması sağlanarak katma değersiz bir süreç olan manuel veri girişleri ortadan kalkacaktır. Konteynerlerin stok durumları ve depodaki adresleri sadece depo ve konteyner yönetim merkezi personelleri tarafından değil, konteynerlerin komple taşımacılık işlemini gerçekleştirecek birim tarafından da gözlemlenerek hem kendi araçlarının, hem depolardaki istifleme makinelerinin optimum şekilde kullanımı sağlanacaktır. Konteyner taşımacılığı gerçekleştiren bu birimler arasındaki gereksiz haberleşme maliyetleri ortadan kaldırılarak karlılıkta artış sağlanabilecektir.

Nicel getirilerin yanı sıra sistem esneklik, hız vb. müşteri memnuniyet kriterlerini de sağlayarak işletmenin rekabet avantajını artıracaktır.

RFID bazlı konteyner yönetim sistemi için bulunan yatırımın geri dönüş yüzde ve süre değerlerinin bilişim teknolojileri yatırımlarının zorluğu ve riskleri dikkate alındığında oldukça iyidir. Geri dönüş süresini tamamladıktan sonra da, işletmenin temel süreçlerini aksatmadan sistemin daha efektif şekilde kullanılabilmesi ve gelişecek yeni teknolojilerle desteklenecek esneklikte olması işletmenin hem orta, hem uzun vadeli hedefleriyle uyumaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yoğun küresel ticaret ortamında komplike tedarik zinciri, lojistik ve taşımacılık süreçlerinin etkin bir şekilde yönetilebilmesi, süreçlerin bütününden katma değerli çıktılar yaratılabilmesi, rekabet avantajı sağlayan bilginin analizi ve yönetimi ancak bilişim teknolojilerinden faydalanarak gerçekleştirilebilir.

Bilişim teknolojileri temelde işletme kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılmasını, zincirdeki her bir birimin operasyonel işler için harcadığı zamanın kısaltılmasını, talepler ve işletme kısıtları arasındaki dengenin kurulmasını, kısıtlar arasında tüm birimler arasındaki koordinasyonun minimum haberleşme maliyetiyle eş zamanlı olarak sağlanmasıyla her bir birimin tüm zincir hakkında bilgi sahibi olmasını, edinilen bilgilerin analiz edilmesiyle kısa ve stratejik vadede planlama yapılmasını desteklemektedir.

Tedarik Zinciri Yönetimi ve her bir temel lojistik faaliyetlerde sadece operasyonel yürütme ve planlama yazılımlarının uygulanmasının verimlilik iş süreçlerinin gerçekleştirilmesi ve koordine edilmesinde ileri seviyede fayda sağlamadığı açıktır. Depo yönetim sistemleri (WMS), taşımacılık yönetim sistemleri (TMS), konteyner yönetim sistemleri (CMS) gibi operasyonel yürütme uygulamaları, kaynak yönetim uygulamaları (ERP) ileri planlama sistemleri (APS) hem birbirleriyle hem karar destek sistemleri gibi uygulamalarla entegre edilmelidir; bu sayede iş süreçlerinin teknolojik altyapılarla takip edilmesinin gerçek anlamda getirisi olacaktır. Operasyondaki operasyonel yürütme ve planlama sistemlerinin ilgili personelin işletmenin asıl iş hedeflerinden sapmadan, iş süreçlerini aksatmadan çalışmasını sağlayacak şekilde ve düzeyde tasarlanması gerekmektedir.

Bilişim teknolojilerinin getirdiği en önemli kazanımlarından biri olan bilginin Radyo Frekanslı Tanımlama Sistemleri (RFID), takip ve izleme sistemleri (VTS) gibi teknolojilerle anlık olarak alınması tedarik zinciri, lojistik ve temel lojistik faaliyetler içinde en büyük yeri olan taşımacılıkta dinamik bir ortam sağlayarak hem işletme içinde, hem tedarikçilerle, hem de müşterilerle olan ilişkilerde esnek bir yapı

oluşturur. Eski iş süreçleri ve teknolojilerle karşılaştırıldığında doğruluğu çok daha fazla olduğu bilinen bilgi zincirin her bir birimindeki uygulamalarla entegre edilerek işletmeyi daha doğru sonuçlara götürecek planlama faaliyetleri desteklenir.

Bilişim teknolojilerine yapılan yatırımların riskli ve yüksek maliyetli oluşu dikkate alındığında işletmelerin ihtiyaç duydukları uygulamaları seçmede ve iş süreçlerine uyarlamalarında dikkatli olmaları gerektiği açıktır.

İşletmeler iş süreçlerini iyi analiz ederek bilişim teknolojilerine ne derece gereksinim duyduklarını belirlemelidir. Bilişim teknolojileri işletmeye uyarlanmadan önce iyileşmesi gereken iş süreçlerini belirlemeli ve uyarlamayı bu yeni iş süreçlerini dikkate alarak yapılmalı, tasarlanan yeni süreçlerde birimler üzerindeki iş yükü dağılımlarını dengede tutmalıdırlar. Sektördeki benzer işletmelerin hangi teknolojilerle iş süreçlerini takip ettiklerini gözlemleyerek, bilişim teknolojileri yatırımlarından bekledikleri kritik faktörleri belirleyerek fayda-maliyet analizlerini gerçekleştirmeleri, gerçekçi bir fizibilite çalışmasıyla yapacakları yatırımlara karar vermelidir. Sağlıklı bir analiz ve ihtiyaç belirleme çalışması yapılmadan işletmeye uyarlanacak bilişim teknolojileri hem mevcut operasyon ve yürütme işlemlerini aksatarak zarara neden olacaktır, hem yüksek maliyetlere sahip bilişim teknolojisi işletmeye fayda sağlamadan ortadan kaldırılacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] **Blackstone John H., Cox James F.**, 2004. American Production and Inventory Control Society. Apics, USA.
- [2] **New, S.J.**, 1996. A framework for analysing supply chain improvement, *International Journal of Operations & Production Management*, **16**, 164.
- [3] **Arntzen, B. C., G. G. Brown, T. P. Harrison, and L. Trafton.**, 1995. Global Supply Chain Management at Digital Equipment Corporation. *Interfaces*, USA.
- [4] **Ram Ganeshan, Terry Harrison.**, 1995. An Introduction to Supply Chain Management, *Department of Management Science and Information Systems, Penn State University*, USA.
- [5] **David Frederick Ross**, 2004. Distribution Planning and Control, Managing In The Era Of Supply Chain Management. Kluwer Academic Publishers, London.
- [6] **Logistics Partners Oy**, 1996. Helsinki, Finland.
- [7] <http://www.logisticsworld.com>
- [8] **Lambert,D. M; Stock. J. R**, 1993. Logistics Strategic Logistics Management, Homewood, USA.
- [9] **Waters Donald**, 2005. An Introduction To Supply Chain Management. Aardvark Editorial, New York.
- [10] <http://www.bilgiyonetimi.org>
- [11] **Ünlü, Z.F.**, 2003 Tedarik Zinciri Yönetimi ve Lojistik, *Lisans Tezi*, Y.T.Ü. Makine Fakültesi, İstanbul.
- [12] **Raja G. Kasilingam**, 1998. Logistics and Transportation Design and Planning, Kluwer Academic Publishers, London.
- [13] **B. Ayers James**, 2001. Handbook Of Supply Chain Management. St.Lucie Press, USA.
- [14] **Hanfield R, B. and E.L. Nicholas., 1999.** Introduction to Supply Chain Management. Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- [15] **Terry P.Harrison, Hau L.Lee, John J.Neale**, 2005. The Practice Of SCM: Where Theory and Application Converge. Springer Science and Business Media, Massachusetts.
- [16] **Youssef M., Salem M.**, 2006. Automated barcode recognition and inspection automation, *Expert Systems with Applications, Alexandria*, **33**, 1-10.
- [17] <http://www.systemid.com>

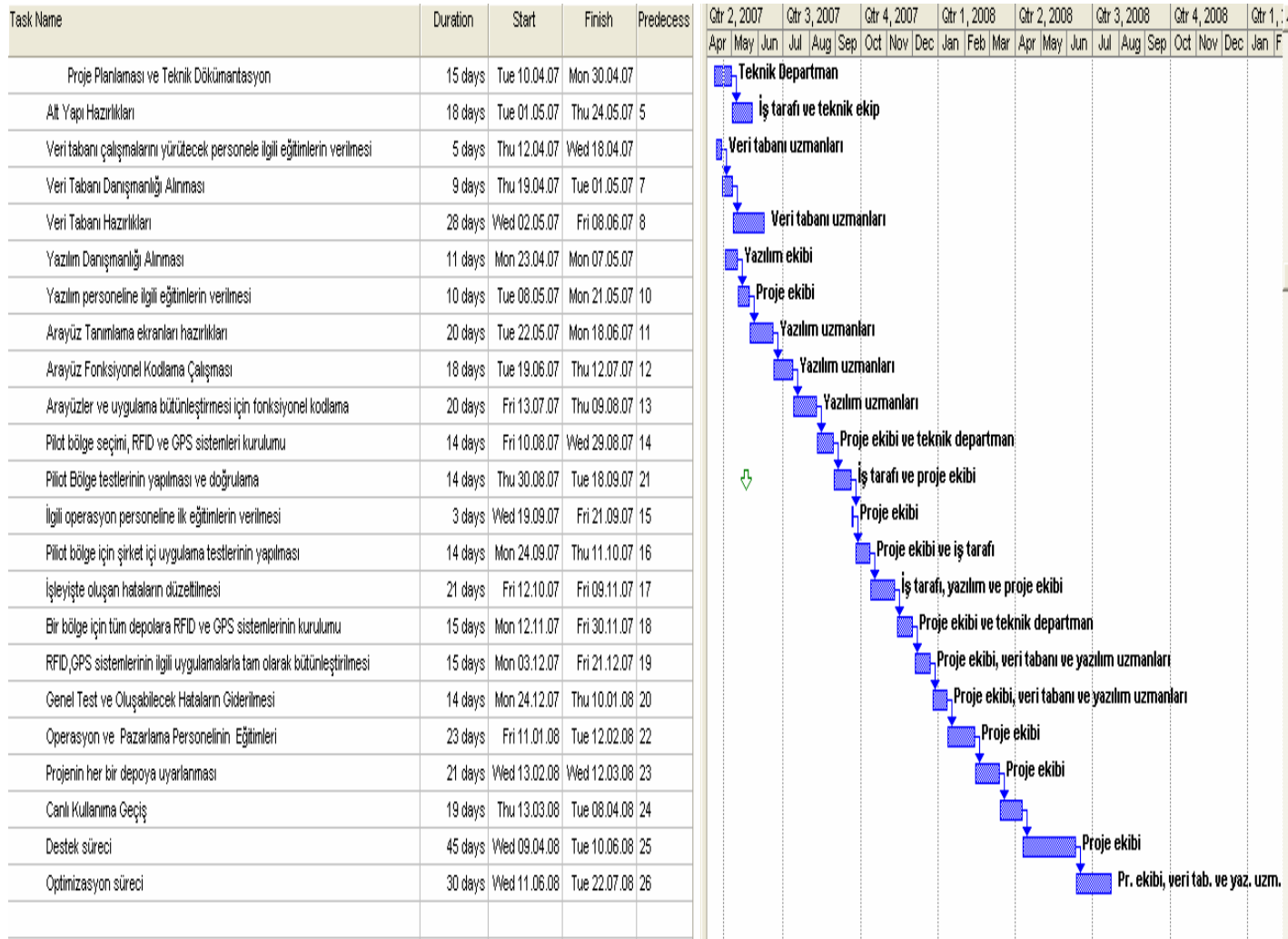
- [18] **Garcia A., Chang,Y. and Valverde R.,** 2006. Impact of new identification and tracking technologies on a distribution center, *Computers and Industrial Engineering* , New York, **51**, 542-552.
- [19] <http://www.idtechex.com>
- [20] **RFID Uygulamaları Semineri,** 2006. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- [21] **Pagani Margherita,** 2005. Mobile and wireless systems beyond 3G: managing new business opportunities. IRM Press, Italy.
- [22] **European Commission,** 2001. Demonstration of an integrated management and communication system for door-to-door intermodal freight transport operations, Luxemburg, Belgium.
- [23] **Giannopoulos G.A,** 2004.The application of information and communication technologies in transport, *European Journal Of Operations Research*, Greece, **152**, 302-320.
- [24] **U.S. Department Of Transportation,** 1999. Introduction to ITS/CVO, Office of Motor Carriers, Washington D.C., USA.
- [25] **Bilgili A.B.,** 2000. Intelligent transportation systems for commercial vehicle operations : a case study in Turkey, *Yüksek Lisans Tezi*, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- [26] **Trinadha R., Bardwaj A., Subba R.,** 2003. Intelligent Transportation Systems: A Technology Solution For 21st Century Public Transport System Management, India.
- [27] <http://www.siemens.com>
- [28] **U.S Department of Transportation Federal Transit Administration, Office Of Planning Innovation and Analysis,** 2001. Transportation Case Studies in GIS, Washington D.C., USA
- [29] <http://www.undteknoloji.com>
- [30] **Forster M.,** 2000. Review of the use of Geographical Information Sytems in the marketing and planning of logistics services, *Christian Salvesen Logistics Research Paper*, **3**, 1-28.
- [31] <http://www.gisdevelopment.net>
- [32] **Ming-Chih Tsai,** 2005. Constructing a logistics tracking system for preventing smuggling risk of transit containers, *Transportation Research*, **40**, 526-536.
- [33] **Brydia, R.E., S.M. Turnerand W.L. Eisele,** 2005. “Development of ann ITS Data Management System,” *Proceedings of the Transportation Research Board 77th Annual Meeting*, USA.
- [34] **Toshiyuki Y.,** 2004. ITS for Developing Countries, Japan.
- [35] **Scott J. M.,** 2003. Integrating the warehousing and transportation functions of the supply chain, *Transportation Research*, **39**, 141-159.

- [36] **Napolitano, M.**, 2001. Making the Move to Cross Docking: A Practical Guide to Planning, Designing and Implementing a Cross Dock Operation, *Warehousing Education and Research Council*, Oxford, England.
- [37] <http://www.benefitsinc.com>
- [38] **Gilmore, D., Tompkins, J.**, 2000. Transport plays key role in supply strategy. *ID Systems*, **8**.
- [39] <http://www.sap.com>
- [40] <http://www.prweb.com>
- [41] **Dempsey M.**, 2003. Container Tracking with RFID Technology, *Promat-An International Exposition* ,**13**,1-32.
- [42] **Harrison P.Terry and Hau L.Lee and John J.Neale**, 2005. The Practice of Supply Chain Management:Where Theory and Application Converge. Springer Press, USA.
- [43] **Simchi-Levi David and Kaminsky Philip and Simchi-Levi Edith**, 2003. Designing and managing the supply chain. Mcgraw-Hill Irwin Press, USA.
- [44] <http://www.i2.com>
- [45] <http://www.peoplesoft.com>
- [46] <http://www.oracle.com>
- [47] <http://www.sap.com>
- [48] <http://www.jdedwards.com>
- [49] <http://www.manugistics.com>
- [50] <http://www.viewlocity.com>
- [51] **Helo P.**, 2005. Logistics information systems; An analysis of software solutions for supply chain coordination, *Master Thesis*, University of Vaasa, Industrial Management, Vaasa, Finland
- [52] **Marjolein van E.**, 2003. Is logistics everything? A Research on the use f advanced planning and scheduling systems, *BWI Paper*, **4**, 1841 - 1848 .
- [53] **Grackin A.**, 1998. How to select a Supply Chain Solution, Evolution of the APS market, *APS magazine*, **2**, 45-47
- [54] **Giaglis G.M., Minis I., Tatarakis A., Zeimpekis V.**, 2004. Minimizing logistics risk through real-time vehicle routing and mobile technologies,. *Emerald Insight*, **749**, 1-16.
- [55] **Tarantilis C.D., Kiranoudis C.T.**, 2002. Using a spatial decision support system for solving the vehicle routing problem, *Information & Management*, **39**, 359–375
- [56] <http://www.cozumyazilim.com.tr>
- [57] **Lapide, L.** 2000. Supply Chain Planning Optimisation: Just the Facts, The Report on Supply Chain Management, USA.
- [58] RFID Advertorial, 2006. Koç Sistem RFID Uygulamaları, İstanbul.

- [59] <http://www.coolavenues.com>
- [60] **EPC Global Standards & Technology**, 2000.
- [61] **Satish B.**, 2005. Report Of Work Conducted Under The Aegis Of Celdistrategic Research Grant: Experimental Test Bed For Performance Evaluation Of RFID Sistemleri, *Oklahoma State University*, USA.
- [62] <http://www.w3.org>
- [63] <http://www.rfidupdate.com>
- [64] **Woods J.**, 2005. Wal-Mart's RFID Project Promising For Retail, CPG Industries, *Gartner*, 1-3, Stanford, USA.
- [65] <http://www.trenstar.com>

EKLER

Ek A: Önerilen RFID Bazlı Konteyner Takip Sistemi Proje Planı



ÖZGEÇMİŞ

Zehra Filiz ÜNLÜ, 18 Mart 1981 tarihinde Isparta’da doğdu. Antalya Metin Nuran Çakallıklı Anadolu Lisesi’nden 1999 yılında mezun oldu. 2004 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünden mezun olduktan sonra aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi’nde Endüstri Mühendisliği Yüksek Lisans Programı’na başladı. Arkas Holding’te Bilgi Teknolojileri Uzmanı olarak görev yapmaktadır.