

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

RFID’ NİN LOJİSTİKTEKİ GENEL KULLANIMI

Matematik Mühendisi Serkan ARSLAN

**FBE Matematik Mühendisliği Anabilim Dalında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Doç Dr. Fatih TAŞÇI (YTÜ)

İSTANBUL, 2010

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KISALTMA LİSTESİ	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
ÇİZELGE LİSTESİ	vi
ÖNSÖZ	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
1. GİRİŞ	1
2. RFID KAVRAMI	2
2.1 RFID Tarihçesi	2
2.2 RFID Bileşenleri ve Özellikleri	3
2.2.1 RF Etiket	6
2.2.2 Anten	7
2.2.3 RF Okuyucu	7
2.2.4 Genel Programlama Donanımı	7
2.2.5 RF Yazıcı	8
2.3 RFID Standartları	9
2.4 RFID Teknolojisinin Performans Kriterleri	9
2.4.1 Güvenlik	9
2.4.2 Dayanıklılık	10
2.4.3 Kapsama Alanı	10
2.4.4 Okuma Hızı	10
2.4.5 Bilgi Depolama Kapasitesi	10
2.4.6 Frekans	11
3. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE LOJİSTİK KAVRAMLARI	13
3.1 Tedarik Zinciri Yönetimi	13
3.2 Lojistik Yönetimi	14
3.3 Taşımacılık Yönetimi	15
4. TEDARİK ZİNCİRİ VE LOJİSTİKTE BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ	17
4.1 Kablosuz Haberleşme	19
4.2 Küresel Konumlandırma Sistemleri (GPS)	20
4.3 Otomatik Tanımlama ve Veri Toplama Sistemleri (AIS)	21
4.3.1 Barkod Sistemleri	21
4.3.1.1 Barkodlama Yapısı	22
4.3.1.2 Barkodlama Teknolojisi Gereksinimleri	23
4.3.1.3 Barkod Teknolojisinin Avantajları	23
4.3.2 Radyo Frekanslı Tanımlama Sistemleri (RFID)	24
4.3.3 RFID ve Barkod Uygulamalarının Karşılaştırılması	25

4.4	Elektronik Bilgi Değişimi (EDI)	26
4.5	Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP).....	26
4.6	Veri Tabanı Yönetim Sistemleri (VTYS).....	27
4.7	Depo Yönetim Sistemleri (WMS)	27
4.8	Taşıma Yönetim Sistemleri (TMS)	29
4.9	Konteyner Yönetim Sistemleri (CMS).....	29
5.	LOJİSTİK SEKTÖRÜNDE RFID KULLANIM ALANLARI.....	32
5.1	RFID Sektör Uygulamalarından Başarılı Örnekler	34
5.1.1	Marks&Spencer, RFID ile Yiyecek Tedarik Zinciri Uygulaması	34
5.1.2	Wal-Mart RFID Uygulaması	35
5.1.3	Fedex, Parça Taşıyıcı Uygulaması	35
5.1.4	Chevrolet Creative , Malların Depoya Giriş ve Çıkışlarının İzlenmesi.....	36
5.1.5	DHL, Kargo Uygulaması.....	37
5.1.6	METRO Grubu, Future Store-Gelecek Mağazası Projesi	38
5.1.7	Diğer Örnekler	39
6.	UYGULAMA	40
6.1	Mevcut Durum.....	40
6.2	Önerilen Model.....	41
6.3	Maliyet.....	47
6.4	Önerilen Modele Dair Sonuçlar.....	48
7.	SONUÇLAR.....	50
	KAYNAKLAR.....	52
	ÖZGEÇMİŞ.....	54

KISALTMA LİSTESİ

AIS	Otomatik Tanımlama ve Veri Toplama Sistemleri
APICS	American Production and Inventory Control Society
ASCII	The American Standard Code for Information Interchange
Auto-ID	Otomatik Tanıma Sistemi
BI	İşletme Zekası
CLM	The Council of Logistics Management
CMS	Konteyner Yönetim Sistemleri
CRM	Müşteri İlişkileri Yönetimi
DBMS	Kurumsal Veri Tabanı
DHL	Dalsey Hillblom Lynn
EAS	Electronic Article Surveillance
EDI	Elektronik Bilgi Değişimi, Electronic Data Interchange
EPC	Elektronik Ürün Kodu
ERP	Kurumsal Kaynak Planlaması, Enterprise Resource Planning
GPS	Küresel Konumlandırma Sistemleri, Global Positioning Systems
HF	Yüksek Frekans, High Frequency
IBM	Uluslararası İş Makineleri, International Business Machines
ID	Kimlik
IFF	Identification of Friend or Foe
ISO	International Organization for Standardization
JIT	Tam Zamanında Felsefesi, Just In Time
LF	Alçak Frekans, Low Frequency
LMS	İşgücü Yönetim Sistemleri
MRP	Malzeme İhtiyaç Planlaması, Manufacturing Requirement Planning
NFL	Amerikan Deniz Kuvvetleri Araştırma Laboratuvarı
OGS	Otomatik Geçiş Sistemi
RF	Radyo Frekansı, Radio Frequency
RFID	Radyo Frekanslı Tanımlama Sistemi, Radio Frequency Identification
ROI	Yatırımların Geri Dönüşü
SAP	Systems, Applications and Products in Data Processing
SKU	Stok Tutma Birimi, Stock-Keeping Unit
Tag	Etiket
TMS	Taşıma Yönetim Sistemleri
TZY	Tedarik Zinciri Yönetimi
UHF	Ultra Yüksek Frekans, Ultra High Frequency
UPC	Evrensel Ürün Kodu, Universal Product Code
VTYS	Veri Tabanı Yönetim Sistemleri
WLAN	Kablosuz Yerel Alan Ağları, Wireless Local Area Networks
WMAN	Kablosuz Metropol Alan Ağları, Wireless Metropolitan Area Networks
WMS	Depo Yönetim Sistemleri
WPAN	Kablosuz Kişisel Alan Ağları, Wireless Personal Area Networks
WWAN	Kablosuz Geniş Alan Ağları, Wireless Wide Area Networks

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1	RFID’ nin temel bileşenleri	4
Şekil 2.2	RFID ile bilgilerin iletilmesi	5
Şekil 2.3	Mobil RFID yazıcıları	8
Şekil 2.4	RF etiket içerisindeki çipe yazan yazıcılar	9
Şekil 2.5	Lojistik yönetimi bileşenleri.....	15
Şekil 3.1	Ulaştırma sistem yapısı	16
Şekil 4.1	Tedarik zinciri yönetimi teknolojileri etkileşimi	18
Şekil 4.2	Büyükliklerine göre kablosuz ağlar	20
Şekil 4.3	UPC A sembolü.....	22
Şekil 4.4	UPC E sembolü	22
Şekil 4.5	Lineer barkod	22
Şekil 4.6	İki boyutlu semboloji	23
Şekil 4.7	CMS’nin diğer sistemlerle ilişkisi	30
Şekil 5.1	TZY, ERP, CRM sistemleri ile etkileşimli RFID modeli	34
Şekil 6.1	Dağıtım merkezi yapısı	41
Şekil 6.2	Pasif RFID etiketleri.....	43
Şekil 6.3	Forklift RFID okuyucu ve anteni	43
Şekil 6.4	Ambar yapısı	44
Şekil 6.5	Raflardaki pasif etiketler	45
Şekil 6.6	Kamyon giriş çıkış kontrolü	45

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1	EPC protokolüne göre etiketlerin sınıflandırılması.....	6
Çizelge 4.1	Tedarik Zinciri Yönetiminde Etkin Teknoloji ve Uygulamalar.....	17
Çizelge 4.2	RFID ve Barkod Sistemi Karşılaştırılması.....	25
Çizelge 6.1	Birim maliyetler	47
Çizelge 6.2	Kullanılacak RFID Okuyucu ve Anten Sayıları.....	47
Çizelge 6.3	Kullanılacak Pasif RFID Etiket Sayıları	48
Çizelge 6.4	Toplam Maliyet Tablosu	48

ÖNSÖZ

İşletmelerin pazardaki rekabet güçlerini koruyabilmesi kendi varlıklarını ve süreçlerini etkin bir şekilde yönetebilmesine, hizmet ya da ürünün üretilmeye başladığı noktadan müşteriye ulaştığı noktaya kadar tüm aşamaların gözlemlenmesine ve bu bilgiler ışığında sağlıklı analizler yapabilmesine bağlıdır. Bu aşamaların tümü lojistik sektörünün ilgi alanına girmektedir. 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, yapıların büyümesi, lojistik ve lojistikte en büyük paya sahip taşımacılık süreçlerinin yönetimi, zincirin üyeleri arasındaki koordinasyonun sağlanması ancak bilişim teknolojilerinden yararlanarak gerçekleştirilebilir bir durum haline gelmiştir. İşletmelerin bilişim teknolojilerini kendilerine uyarlaması ve teknolojilerin gelişmesiyle birlikte etkin olarak bilgi paylaşımını sağlaması, tedarik zincirinin ve zincirdeki fonksiyonların bütünleştirilmesinde önemli faydalar oluşturmaktadır. Bu teknolojiler içerisinde en önemlilerinden biri RFID teknolojisidir.

Ben de tez konumu seçerken RFID teknolojisinin, lojistik sektöründe, genelde yurtdışında kullanılan uygulamalarının ülkemizde de yapılabileceğini ve bu uygulamaların işletmelere getireceği faydaları göstermeyi amaç edinerek sunulan çalışmayı tamamladım.

Tezimi gerçekleştirme sürecinde desteklerinden dolayı öncelikle eşim Emine Yeter ARSLAN'a; değerli hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Fatih TAŞÇI'ya teşekkür ederim. Ayrıca zor zamanlardaki arkadaşlıkları ve yardımlarından dolayı meslektaşlarım M.Rifat OK'a, Onur YILMAZ'a ve değerli dostum Burak ÖZER'e teşekkür ediyorum.

ÖZET

Son yıllarda özellikle bilgi teknolojilerinde görülen gelişmeler, çoğu endüstri gibi lojistik endüstrisini de etkilemiş ve teknolojinin iş alanlarında daha yaygın kullanılmaya başlaması ile birlikte birçok yeni yaklaşımı da beraberinde getirmiştir.

Teknolojinin üretim sürecinde birebir rol oynaması sonucu pazardaki rekabetin artması, işletmelerin, kendi temel iş modellerini ve operasyonlarını değişen iş ortamına göre yeniden düzenlemelerini zorunlu kılmıştır. Yeni iş akışlarının sağladığı verimlilik aracılığı ile oluşan maliyet azalımı ve yüksek ölçekli katma değerli hizmetler, gelir ve karlılığın artışı için iki kritik faktör olarak ön plana çıkmaktadır. Daha iyi, daha hızlı, daha verimli üretimin, bu hedefleri gerçekleştirmede çok önemli rolleri olsa da, üretimden dağıtıma kadar tüm değer zincirine etki eden ve işletmelerin farklılaşmasını sağlayan asıl etken, teknolojik çözümlerin tüm süreçlere dahil edilmesidir.

Bilgi teknolojilerindeki gelişmeler sonucunda ortaya çıkan sistemlerin en önemlilerinden birisi olan Radyo Frekansı Tanımlama (RFID) teknolojisi, sadece işletmelere çözümler sunmakla kalmamış, aynı zamanda tedarik zincirinde süreç verimliliğini, doğruluk, güvenilirlik ve görünürlük seviyelerini artırmıştır.

RFID, kişilerin ya da nesnelerin kimlik (ID) bilgilerinin radyo dalgaları ile iletilebilmesini sağlayan bir teknolojidir. RFID'yi mevcut teknolojilerden ayıran en önemli özelliği temassız çalışıyor olmasıdır. Tipik bir RFID sistemi, okuyucu ve elektronik etiket olmak üzere iki temel bileşenden oluşur.

RFID teknolojisinin birçok sektörde kullanılabilir durumda olması, bu teknoloji ile ilgili bir çok araştırma yapılmasına ve hızla yaygınlaşmasına neden olmaktadır. Türkiye' de de bir çok firma bu kapsamlı konularda dünya ile eş zamanlı olarak gelişim göstermektedir.

Bu çalışmada, bilişim teknolojilerinden günümüzde yaygın olarak kullanılmaya başlayan RFID kavramı ve bileşenleri incelenerek, lojistik sektöründeki uygulamaları ve bu uygulamaların işletmelere getireceği faydalar gösterilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: RFID, ID, Elektronik etiket, Okuyucu.

ABSTRACT

Improvements of information technologies worldwide, not only effected the logistics industry but also enabled new approaches with the wide business usage of technology.

Increasing of competency in the market as a result of production in which technology plays important role, make it essential to regulate their own operations and business models for the companies. Cost reduction and high value additional services which are the results of new business model's productivity are the major two critical factors. Even though better, faster and more productive production have important role in order to achive those targets, the most important point is to include technological solutions to every process.

Radio Frequency Identification technology, one of the most important system which has been appeared as a result of technological improvements, not only provides value added solutions to companies, but also increases flow productivity, accuracy, reliability and visibility level for supply chain.

RFID, is a technology which transfers the object's id information with radio waves. It's similar to recent smart card technologies. The most important specification of RFID is it's contactless structure. A typical RFID system is consist of two components which are reader and electronical tag.

Because RFID technology can be used in several industries, there has been so many research about this technology. So many companies in Turkey are trying to use and integrate this technology as well. Those studies are opening so many scientific doors day by day.

In this study, the terms of RFID and it components which is recently started to used frequently has been studied, applications for logistics industry and benefits of these applications to companies has been shown.

Keywords: RFID, ID, Electronical tag, Reader

1. GİRİŞ

Bilişim teknolojilerinde yaşanan gelişim ve küreselleşme üretim, tedarik zinciri ve lojistik, sağlık, inşaat gibi farklı sektörlerdeki birçok işletmeyi iş fonksiyonlarını gerçekleştirmede bilişim teknolojilerinden faydalanmaya yöneltmektedir. Sadece operasyonel olarak 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.

RFID (Radio Frequency Identification), kişilerin ya da nesnelerin kimliğine ilişkin bilgilerin radyo dalgaları kullanılarak iletildiği sistemlerin genelini anlatan bir terimdir. RFID sistemi, temel anlamda etiket ve okuyucu arasındaki kablosuz iletişimden oluşur.

Nesneler, üzerinde bilgi saklayabilen RFID etiketleri taşır. RFID okuyucuları ise bu etiketleri uzak mesafelerden algılayabilir, bu sayede nesnenin kimliği tanımlanmış olur. Okuyucunun yaydığı manyetik alan, hem elektronik etiketin enerjilenmesini sağlar (pasif elektronik etiketler için) hem de elektronik etiketle arasındaki haberleşmeyi tesis eder.

RFID teknolojisi günümüzde üretim, tedarik zinciri ve lojistik, sağlık, inşaat, sanayi, bakım-onarım, hayvancılık gibi doğru, tam ve gerçek zamanlı bilginin gerektiği pek çok sektörde kullanılmaktadır. RFID teknolojisi tedarik zinciri ve lojistik açısından ele alındığında, süreç verimliliğini doğruluk, güvenlik ve görünürlük seviyelerini artırdığı görülmektedir. Tedarik zincirinde bu teknolojinin kullanılması,

- Zincirin daha sıkı izlenmesi ve yönetilmesini,
- Stok yönetiminin ve planlamasının daha az çalışan ile daha doğru şekilde yürütülmesini,
- İşçilik maliyetlerinin ve fire oranlarının azaltılmasını,
- Müşteri hizmet kalitesinin arttırılması ve müşteri davranışlarının daha iyi izlenmesini,
- Gerçek zamanlı stok ve lojistik bilgisinin üretici, dağıtıcı ve perakendeci tarafından zincirin her aşamasında paylaşılmasını sağlar.

2. RFID KAVRAMI

Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi (RFID), etrafında anten sarılı olan bir mikroçip (etiket) ve bir okuyucudan oluşan otomatik tanıma sistemidir (Auto-ID). Veri ve enerji transferi, etiket ve okuyucu arasında herhangi bir temas olmadan sağlanmaktadır. Okuyucunun yaydığı elektromanyetik dalgalar antenle buluşmakta ve etiket içindeki devreleri harekete geçirmektedir. Etiket dalgaları modüle ederek okuyucuya geri göndermekte ve okuyucu da yeni dalgayı dijital veri haline dönüştürmektedir.

RFID etiketleri Elektronik Ürün Kodu (EPC) gibi nesne bilgilerini almak, saklamak ve göndermek için programlanabilirler. Her etiket, güvenlik amacıyla üretici firma tarafından belirlenen ve değiştirilemeyen bir kimlik koduna sahiptir (RFID Advertorial, 2006).

Ürün üzerine yerleştirilen etiketlerin okuyucu tarafından okunmasıyla tedarik zinciri yönetimi ile ilgili bilgiler otomatik olarak kaydedilebilir veya değiştirilebilir. Bu teknoloji ile tedarik zincirinin her aşamasında gerçek zamanlı stok ve lojistik bilgisi üretici, tedarikçi, dağıtıcı ve perakendeciler tarafından paylaşılabilir. RFID teknolojisi ile ürünler, üretimden dağıtıma kadar, tüm hayat döngüleri boyunca tanınıp takip edilebilmektedir.

Bu yeni teknolojik altyapı ile veri toplama ve hizmet dağıtımı insan müdahalesi olmadan gerçekleşmekte, 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.

2.1 RFID Tarihçesi

RFID, kökleri 2. Dünya Savaşı yıllarına kadar uzanan bir teknolojidir. Almanlar, Japonlar ve Amerikalılar kilometrelerce uzaklıktaki düşman uçaklarını tespit etmek için radyo dalgalarını kullanıyorlardı. Radar adı verilen bu teknoloji, havacılıkta devrim yaratmış, pek çok hava muharebesinde etkin rol almış ve savaşın kaderini etkileyen unsurlardan biri olmuştur. Radar sinyalleriyle tespit edilen uçakların dost mu düşman mı olduklarının anlaşılabilmesi bu tekniğin en büyük problemi idi. Almanlar bu sorunu, görevden dönen uçaklarına birtakım özel manevralar yaptırarak aşıyorlardı. Böylece kendi uçaklarının düşman uçaklarından ayırt edilebilmesi mümkün oluyordu. Bu yöntem, tarihte bilinen ilk radyo frekansı ile kimlik tespit (RFID – Radio Frequency Identification) yöntemi olmuştur (Thomton vd., 2006).

Aşağıda kısaca RFID tarihçesi yer almaktadır:

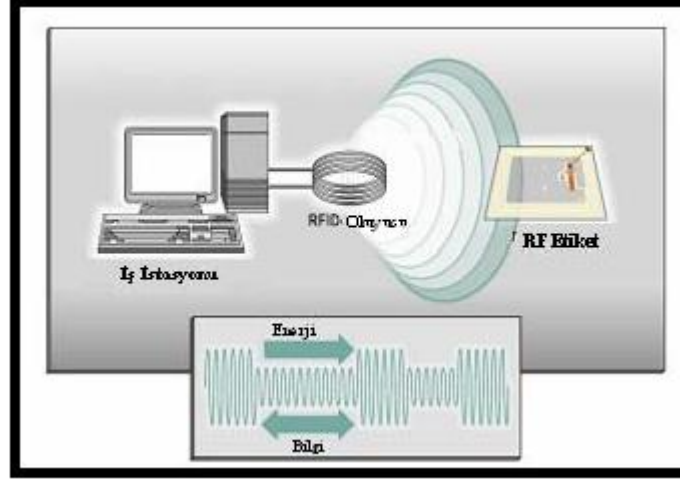
- 1880' lerde elektromanyetik dalga teorisinde gelişmeler sağlandı.
- 1922' de radar teknolojisi geliştirildi.

- 1937 yılında NFL (Amerikan Deniz Kuvvetleri Araştırma Laboratuvarı) IFF (Identification of Friend or Foe) teknolojisini geliştirildi. Bu teknoloji ile düşman uçaklarının havada tespit edilmesi sağlandı.
- 1950 başlarında RFID teknolojisi araştırma laboratuvarlarında kullanıldı.
- 1950 sonlarında IFF hava trafik kontrol sistemlerinin temelini oluşturdu.
- 1958’de Jack Kilby entegre devre sistemlerini Texas Instruments laboratuvarlarında geliştirdi.
- 1970 başlarında Sensormatic ve Checkpoint firmaları EAS sistemini geliştirerek ürünlerin hırsızlık ve çalıntıya karşı kontrol edilmesini sağladı. RFID ilk defa bu yıllarda ticarileşmeye başlamıştır.
- 1970’lerde hayvan izleme, araç izleme ve fabrika otomasyonunda ilk uygulamalar başladı.
- 1980’lerde uygulamalar tam anlamı ile yaygınlaşıyor. İtalya, İspanya, Fransa, Portekiz, Norveç’ de köprülerde elektronik ödeme sistemleri (OGS) kuruldu. Kapı giriş kontrollerinde kısa mesafe okuma sistemleri kullanıldı.
- 1990 Amerikan Demiryolları vagon izlemede RFID teknolojisini kullanıldı.
- 1991 Texas Instruments TI-RFID adı altında şirket kurarak ilk etiket ve okuyucularını piyasaya sürdü. Tedarik zincirinde kullanılmak üzere ilk UHF frekansını kullanan sistemler piyasaya çıktı.
- 2000’lerde Wal-Mart tedarikçilerinin bir kısmını RFID sistemlerine entegre etmek için karar çıkarttı.
- 2003’de Amerikan Ordusu Irak Savaşında RFID sistemlerini kullandı.
- 2003 MIT Auto-ID Labs EPCGlobal’a dönüşerek RFID standartlarını oluşturmaya başladı [10].

2.2 RFID Bileşenleri ve Özellikleri

Bir RFID sistemi aşağıdaki bileşenlerden oluşmaktadır:

- RF Etiket (Tag)
- Anten
- Okuyucu/Yazıcı
- Genel Programlama Donanımı [3].



Şekil 2.1 RFID' nin temel bileşenleri
[3]

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 [3].

Bu adımları Şekil 2.2' de detaylı olarak görebiliriz.



RFID okuyucu antenleri sürekli olarak elektromanyetik dalgalar yayar. Bu dalgaların etki alanı içerisine RFID etiketi girdiği zaman, etikette saklanan kimlik bilgileri okuyucu tarafına gönderilir.

Antenler tarafından alınan kimlik bilgileri, RFID okuyucuya iletilir.

RFID okuyucu edindiği kimlik bilgilerini ara birime iletir. Ara Birim, bir bilgisayar yada mikroişlemci olabilir. Ara birim tarafından bilgiler işlenir, istenen formata dönüştürülür.

Ürün kimlik bilgileri, firma bilgi sistemlerine atılır.

Şekil 2.2 RFID ile bilgilerin iletilmesi
[7]

2.2.1 RF Etiket

RF etiketler, ürün hakkında bilginin depolanmış olduğu çip ve antenden oluşan cihazlardır. Hafıza, okuma aralığı, okuma ve 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 metre gibi belirli bir mesafede bulunmak zorundadır. Yarı pasif etiketlerde ise çipi çalıştıracak batarya mevcut olup daha düşük sinyal seviyelerinde 40 metreye kadar haberleşebilmektedir. Aktif RF etiketlerde ise, farklı üreticilerin uygulamalarında haberleşme mesafesi 300 metreye kadar çıkabilmektedir

Çizelge 2.1 EPC protokolüne göre etiketlerin sınıflandırılması
[13]

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

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.

2.2.2 Anten

Anten, okuyucunun etiket ile haberleşmesini sağlayan donanımdır. Okuyucu ürettiği enerjiyi dairesel yayınımla daha uzun mesafelere eşit bir şekilde dağıtmaktadır. Birçok durumda etiket okuma menzilleri çok düşük olduğu için anten kullanımı çok önemlidir (RFID Advertorial, 2006).

2.2.3 RF 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.

Okuyucuların seçimi bir RFID sisteminin kurulumunda kritiktir. Uygun okuyucu, uygulamaya bağlı gerekli fonksiyonları 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 fonksiyonallitesi
- Standartlar (EPC/ISO) (Satish, 2005).

2.2.4 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 (RFID Advertorial, 2006).

RFID sistemleri ara yüzlerinden beklenenler aşağıda maddelenmektedir:

- Sistem her bir okuyucuyu tanıyabilmeli ve gerekli veriyi okuyucudan alabilmelidir.
- Sistem ürünlerin sayısının saptanmasında, depolardaki koridorların/rafların dolup boşalma yüzdeleri vb. hesaplanmasında kullanılabilmelidir.
- Sistem edinilen veriyi filtreleyerek anlamlı bilgiler çıkarılmasını sağlayabilmelidir.
- Sistem edinilen veriyi doğru veri formatlarına çevirebilmelidir.
- Sistem veri sorgulama süreçlerine yanıt verebilir olmalıdır.
- Sistem karar verme süreçlerini destekleyen ERP sistemleri vb. yazılımlarla iletişim kurabilir düzeyde olmalıdır.
- Etiket okuyucudan edinilen bilginin web üzerinden izlenebilir olması için bir web ara yüzüyle iletişim kurabilmesi gereklidir.

2.2.5 RF 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 (RFID Advertorial, 2006).



Şekil 2.3 Mobil RFID yazıcıları
(RFID Advertorial, 2006).

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 (RFID Advertorial, 2006).



Şekil 2.4 RF etiket içerisindeki çipe yazan yazıcılar (RFID Advertorial, 2006).

2.3 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 (Satish, 2005).

Frekanslarla ilgili bilgi performans kriterleri bölümünde detaylandırılmaktadır.

2.4 RFID Teknolojisinin Performans Kriterleri

2.4.1 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 (RFID Advertorial, 2006).

2.4.2 Dayanıklılık

RF etiketler üretim aşamasında kağıt yüzeyler arasına yerleştirilebildiği gibi endüstriyel ortamlara uygun sağlam plastik maddelerin içine de koyulabilmektedir. Böylece ürün takibi yapılacak zorlu ortamlarda maksimum dayanıklılık ve uzun etiket ömrü sağlamaya olanak tanınmaktadır (RFID Advertorial, 2006).

2.4.3 Kapsama Alanı

Radyo frekans teknolojisi ile okuma yapılırken barkod teknolojisinde 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 (RFID Advertorial, 2006).

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 (RFID Advertorial, 2006).

2.4.4 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 (RFID Advertorial, 2006).

2.4.5 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 (RFID Advertorial, 2006).

2.4.6 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 (RFID Advertorial, 2006).

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 etiket 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

3. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE LOJİSTİK KAVRAMLARI

3.1 Tedarik Zinciri Yönetimi

Tedarik zinciri yönetimi (TZY), hammaddelerin tedarikini, depolamayı, üretim ve montajı, stok kontrolünü, dağıtımını, sipariş yönetimini ve ürünün son kullanıcıya ulaştırılmasını kapsayan faaliyetler ve bu faaliyetlerin takip ve kontrol edilebilmesi için gerekli olan bilgi sistemleri olarak tanımlanabilir.

Tedarik Zinciri Yönetimi, müşteriye, doğru ürünün, doğru zamanda, doğru yerde, doğru fiyata tüm tedarik zinciri için mümkün olan en düşük maliyetle ulaşmasını sağlayan malzeme, bilgi ve para akışının entegre yönetimidir. Bir başka deyişle zincir içinde yer alan temel iş süreçlerinin entegrasyonunu sağlayarak müşteri memnuniyetini artıracak stratejilerin ve iş modellerinin oluşturulmasıdır.

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 içi ve dışı fonksiyonlardır (Blackstone vd., 2004).

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 tanımı 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 (New, 1996).

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,
- Zincirin daha sıkı izlenmesi ve yönetilmesini,
- Stok yönetiminin daha az çalışan ile daha doğru şekilde yürütülmesini,
- İşçilik maliyetlerinin ve fire oranlarının azaltılmasını,
- Müşteri hizmet kalitesinin artırılması ve müşteri davranışlarının daha iyi izlenmesini,
- Gerçek zamanlı stok ve lojistik bilgisinin üretici, dağıtıcı ve perakendeci tarafından zincirin her aşamasında paylaşılmasını,
- Ticari ortaklar arasında uzun dönemli ilişkilere odaklanma,

- Ticari organizasyonlardaki operasyonel optimizasyon süreçleri (New, 1996).

3.2 Lojistik Yönetimi

Lojistik, müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere her türlü ürünün, servis hizmetinin ve bilgi akışının, başlangıç noktasından (kaynağından) tüketildiği son noktaya (nihai tüketiciye) kadar olan tedarik zinciri içindeki hareketinin etkili ve verimli bir şekilde planlanması, uygulanması, taşınması, depolanması ve kontrol altında tutulmasıdır [6].

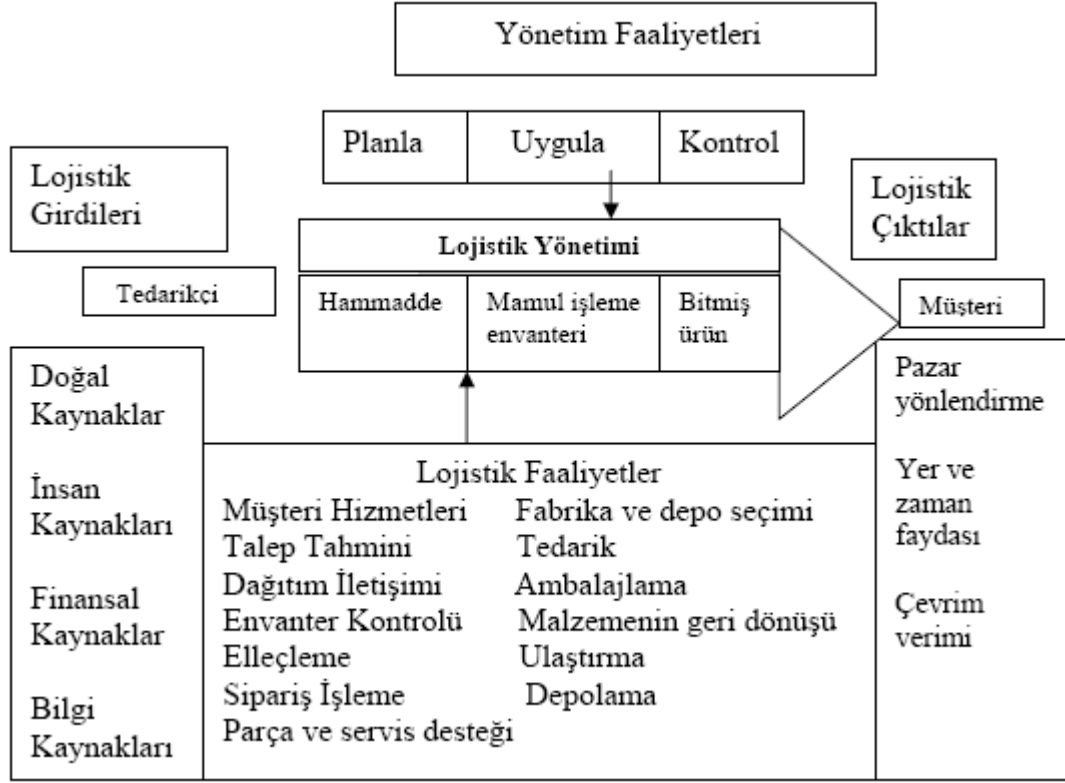
İşletmeler hem faaliyetlerindeki hızlarını korumak hem de bunun sayesinde içinde bulundukları pazarı kaybetmemek adına ulaştırmacılığı stratejik olarak daha önemli görmüşler ve böylece maliyetlerini düşürmeyi hedeflemişlerdir. Bunun sonucunda ulaştırma operasyonlarının yerine getirilmesini sağlayacak bütün kademeleri içinde barındıran lojistik yönetim' ortaya çıkmıştır.

The Council of Logistics Management (CLM) kuruluşu tarafından yapılan tanımda açıklanması gereken 2 unsur var, bunlar; müşteri ve tedarik zinciri. Lojistikçiler için müşteri her türlü teslim noktalarıdır. Tedarik zinciri; tedarikçilerden, üreticilerden, dağıtıcılardan, toptancılardan ve perakendecilerden meydana gelir. Lojistikçiler tedarik zinciri içerisinde malzeme ve bilgi akışını sağlayarak tedarikçi ve müşteri arasında köprü görevi üstlenir.

Ülkemizde lojistik şirketlerinin geçmişte taşımacılık sektöründe faaliyet göstermeleri, ve insanların yeterli derecede bilgilendirilmemesinden dolayı lojistik, taşımacılık olarak değerlendirilmektedir. Halbuki tanımdan da anlaşılacağı gibi lojistik, taşımacılığın yanında tanımda sözü edilen diğer faaliyetleri de içermektedir. Lojistiğin tanımı işletmeler tarafından iyi anlaşılmalıdır ki; planladıkları hedefleri mantıki hesaba dayalı malzeme, personel ve bilgi akışı ile destekleyerek gerçekleştirilebilsinler [6].

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

Aşağıdaki şekilde lojistik yönetiminin bileşenleri yer almaktadır:



Şekil 2.5 Lojistik yönetimi bileşenleri
(Lambert, 1993)

3.3 Taşımacılık Yönetimi

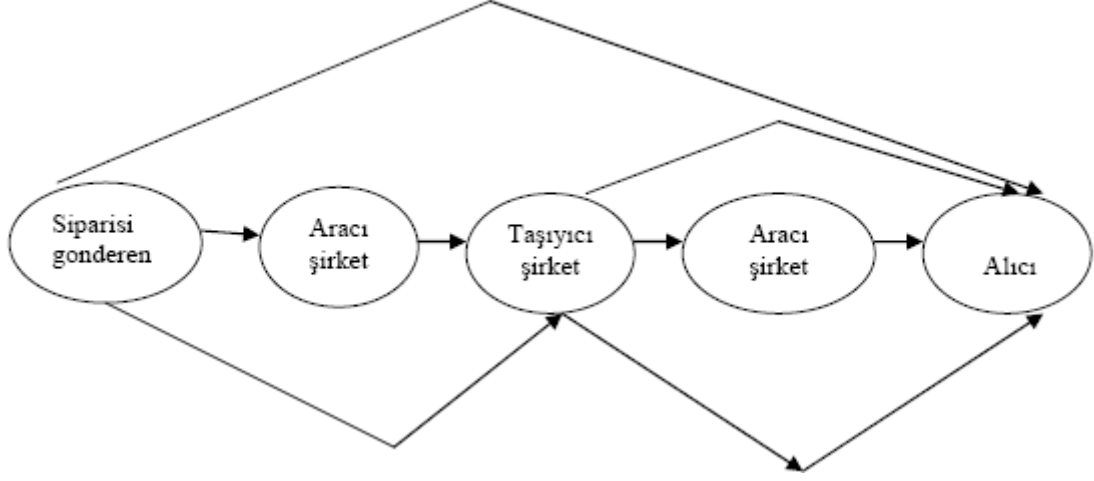
Lojistik terimi ilk olarak ulaştırma faaliyetlerini çağrışırsa da bu faaliyetler lojistiğin sadece bir kısmını oluşturur. Taşımacılık faaliyetleri üretim, depolama ve tüketim faaliyetleri arasındaki bağlantıyı sağlar.

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.

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 (Raja, 1998).



Şekil 3.1 Ulaştırma sistem yapısı
(Raja, 1998).

4. TEDARİK ZİNCİRİ VE LOJİSTİKTE BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ

Bilgi Sistemleri Teknolojisinin bütün hizmetlerin işleyişi üzerinde çok büyük etkileri vardır. Bu teknolojinin yüksek bilgi depolama kapasiteleri, hızı ve güvenilirliği onu farklı bir noktaya oturtmuştur. Lojistik ve tedarik zinciri yönetiminde bilgi ve iletişim teknolojileri yanında bazı yeni yüksek teknolojiye dayalı ürünler de uygulamaya girmektedir. Bunlar genel olarak:

- Barkod ve RFID (Otomatik Tanımlama)
- GPS (Global Positioning Systems-Küresel Konumlandırma Sistemi), (Yer Bulma)
- WLAN, GSM, Bluetooth, (Kablosuz Haberleşme)'dir.

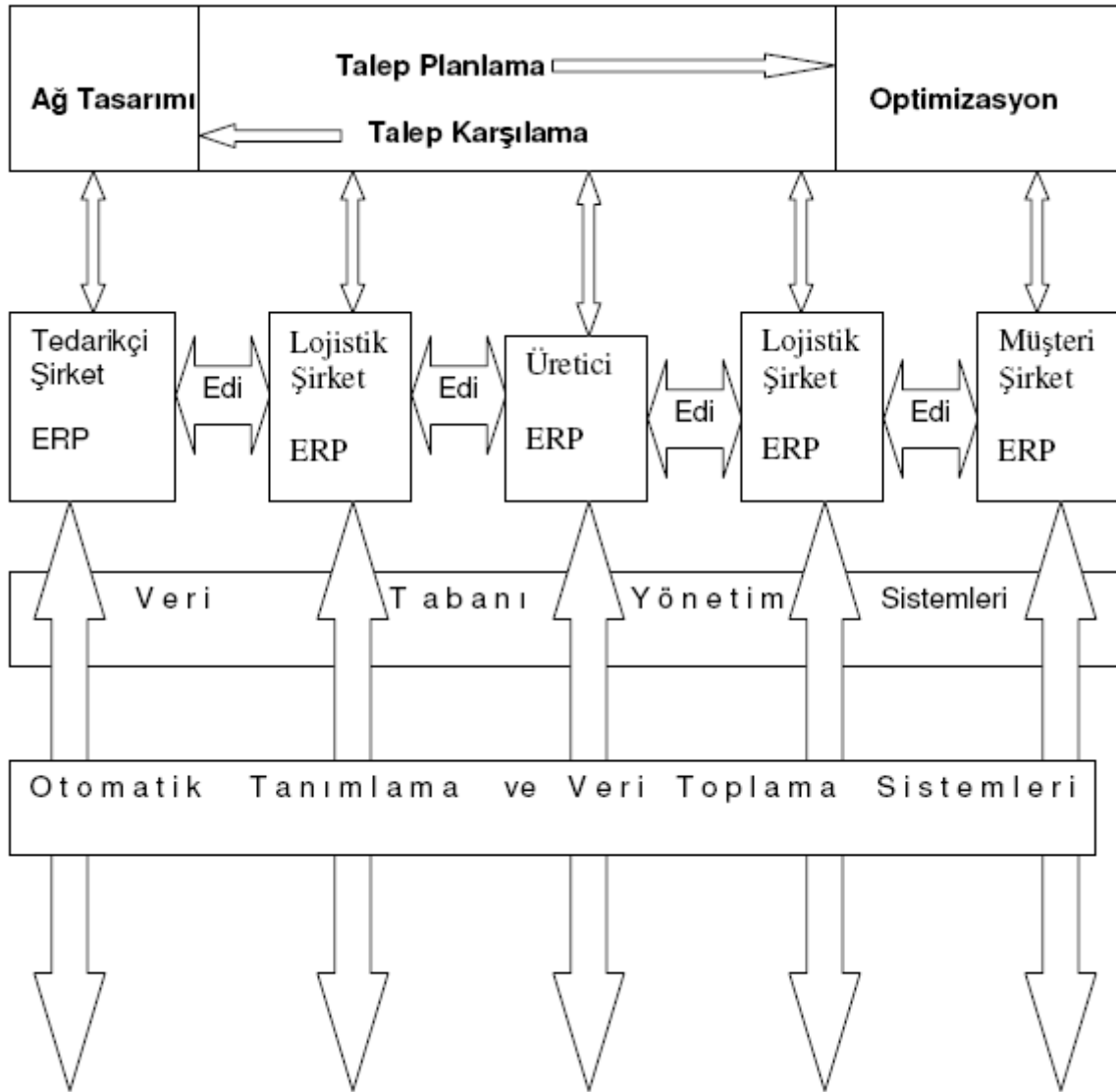
Bütün bu yeni teknolojilere dayalı ürünler klasik sistemlerle bir araya getirilerek tedarik zinciri yönetiminde etkin kullanım alanları yaratmaktadırlar. Çizelge 4.1 'de bu uygulamaların bir özeti ve Şekil 4.1'de ise bunların TZY ile etkileşimi gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 Tedarik Zinciri Yönetiminde Etkin Teknoloji ve Uygulamalar
[12]

Ağ Tasarımı
Talep Planlama
Müşteri Hizmet Düzeyi-Stok Optimizasyonu
Üretim Çizelgeleme
Depo Optimizasyonu
Araç Yükleme
Rota Optimizasyonu
Simülasyon
Otomatik Tanımlama ve Yer Bulma (RFID, GPS)
Depo Yönetim Sistemi (WMS)
Nakliye Yönetim Sistemi(TMS)
Kurumsal Kaynak Planlaması(ERP)
Kurumsal Veri Tabanı(DBMS)

Veri Değişimi(EDI,XML)
Gezgin Satıcı(Mobile Agent)

Şekil 4.1'e bakıldığında stratejik ve operasyonel düzeyde TZY ve teknoloji etkileşimi görülebilir. Ağ tasarımı, talep planlama, talep karşılama ve optimizasyon stratejik düzeyde uygulamalardır ve görüleceği üzere mimarinin en üst katmanında yer alırlar. Operasyonel düzeyde ise üretici işletmenin tedarikçi ve müşterileri ile ilişkilerinde, lojistik hizmet sağlayıcı firmanın etkinliği, kullanılan donanım ve yazılımlarla ortaya çıkmaktadır. Mimarının en alt katmanında bulunan otomatik tanımlama ve veri toplama sistemleri, veri tabanı yönetim sistemleriyle ana omurgaya bilgi akışı sağlamaktadır.



Şekil 4.1 Tedarik zinciri yönetimi teknolojileri etkileşimi
[12]

Bu teknolojiler TZY’nde genel olarak:

- Tüm iş planlarının senkronize edilmesini ve izlenebilirliğini,
- Değişen müşteri gereksinmelerine zincir boyunca duyarlı ve hızlı karar alınmasını,
- Zincir boyunca olan stokların asgari düzeyde tutulmasını,
- Çevrim sürecinin kısaltılmasını,
- Etkin neden-sonuç analizinin yapılabilmesini,
- Sürekli performans ölçümü ve gelişiminin etkin şekilde yapılabilmesini sağlarlar.

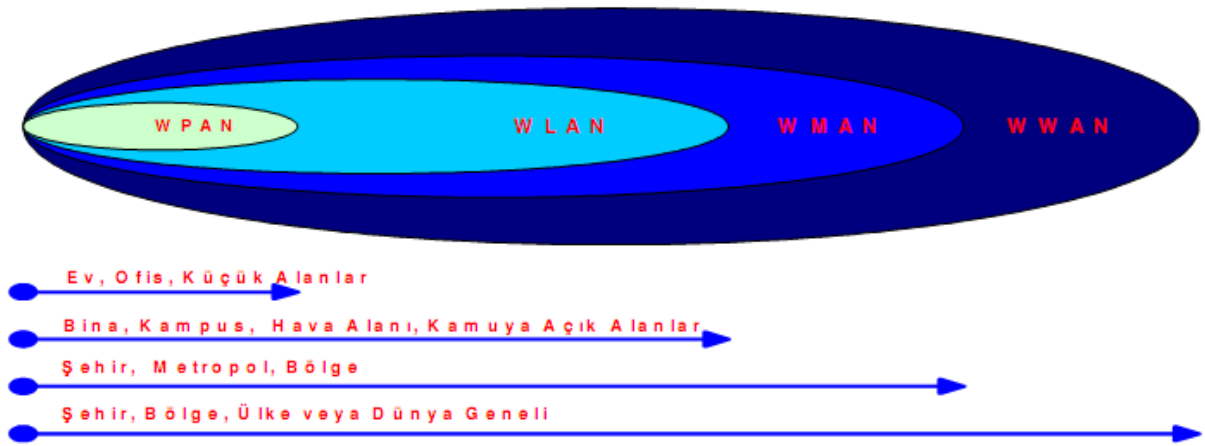
4.1 Kablosuz Haberleşme

Kablosuz teknoloji, en basit anlamıyla, bir veya daha fazla cihazın fiziksel bağlantı olmaksızın haberleşmesi demektir. Kablosuz ağlar, kablolu iletişime alternatif olarak uygulanan, RF (Radyo Frekansı) teknolojisini kullanarak havadan bilgi alışverişi yapan esnek bir iletişim sistemidir.

Kablosuz ağlar, aletler arasında ve geleneksel kablolu ağlar arasında taşıyıcı mekanizma olarak hizmet verirler. Kablosuz ağlar çok çeşitlidirler, ancak genellikle kapsadıkları alanlara göre 4 gruba ayrılırlar:

- Kablosuz Geniş Alan Ağları (Wireless Wide Area Networks - WWAN),
- Kablosuz Metropol Alan Ağları (Wireless Metropolitan Area Networks - WMAN),
- Kablosuz Yerel Alan Ağları (Wireless Local Area Networks - WLAN),
- Kablosuz Kişisel Alan Ağları (Wireless Personal Area Networks - WPAN).

Kapsadıkları alana (büyüklüklerine) göre kablosuz ağlar Şekil 6.1’de verilmiştir.



Şekil 4.2 Büyüklüklerine göre kablosuz ağlar

Kablosuz iletişim, kullanıcılara taşınabilirlik, esneklik, artan verimlilik ve daha az kurulum maliyeti gibi birçok yarar sunmaktadır. Kablosuz yerel alan ağları, kullanıcılara dizüstü bilgisayarlarıyla ofislerde kablolarla gerek kalmadan ve ağ bağlantısı kesilmeden hareket etme olanağını sağlamaktadır. Daha az kablo daha fazla esneklik, verimliliğin artması ve kablolama ücretlerinin azalması anlamına gelmektedir.

Ancak riskler, kablosuz ağların ayrılmaz bir parçasıdır. Bu risklerden bazıları kablolu ağlardaki risklerle aynıdır, bazıları da yenidir. Kablosuz ağlarda riskin kaynağı iletim ortamının hava olmasıdır. Yetkili olmayan kullanıcıların sisteme ve bilgilere girmesi, sistem bilgilerinin bozulmasına, ağ bant genişliğinin azalmasına, ağ performansının düşmesine neden olmaktadır.

4.2 Küresel Konumlandırma Sistemleri (GPS)

Dünya çevresinde 24 adet GPS (Global Positioning Systems) uydusu vardır. Takip edilecek nesnelerde bu uydulardan gelen mikrodalga sinyallerini toplayacak alıcılar mevcuttur. Araç Takip Sistemi, her türlü hareketli ulaştırma aracını, nesneleri ve hatta insanları GPS uyduları ve GSM şebekeleri üzerinden gerçek zamanlı olarak takip etmek için geliştirilmiş bir yüksek teknoloji ürünüdür.

Sistem, kullanıcıya takip edilen aracın konumunun yanı sıra hız, rota ihlal takibi, yakıt miktarı, kapı ve alarm konumu, araç içi sıcaklık gibi araç veya üzerindeki yük ya da canlı ile ilgili ihtiyaç duyulabilecek pek çok başka bilgiyi de aynı anda sunabilmektedir. Sistemin çalışması için takip edilecek olan araca, ihtiyaca uygun düzenlenmiş bir mobil veri terminali monte edilmektedir. Kullanıcılar, sistemin işletmeye alınmasından sonra araç ile ilgili bilgileri

internet üzerinden veya modem ve telefon hatları yolu ile bilgisayardan veya doğrudan cep telefonları ile takip edebilmekte, acil uyarı mesajları alabilmekte, araç üzerindeki sistemi programlayabilmekte, acil durumlarda veya ihtiyaç halinde derhal araç sürücüsü ile veya sistemde tanımlanmış ilgili diğer noktalar ile sesli yada kısa mesajlı iletişim kurabilmektedir.

4.3 Otomatik Tanımlama ve Veri Toplama Sistemleri (AIS)

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.

4.3.1 Barkod Sistemleri

Barkod sistemi, otomatik veri toplama olarak bilinen süreçte kullanılan hızlı, kolay ve doğru veri girişini sağlayan bir teknolojidir. Barkodlama, ürünlerin elle 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 (Salem, 2006).

Barkod, bilginin makineler tarafından okunabilmesi için bir takım farklı genişlikteki dikey çubuklardan oluşturulmuş semboller topluluğundan oluşur. Lazer ışığı sembollerin üzerine yansıtılmakta ve tarayıcı tarafından okunmaktadır. UPC (Universal Product Code) sembolleri birçok insan tarafından bilinen genel barkod standardıdır. 1952 yılında IBM çalışan iki araştırmacı bu konuda ilk patenti alarak ödüllendirildi. Barkod sembolleri sadece rakamları sembolize ederken, ASCII karakterler ile büyük ve küçük harfler de eklenmiştir. Basit barkodlarda bilgi sığdırma miktarı azdır. Bunun da nedeni çizgilerin kalınlıklarıyla ifade edilecek bilgi miktarı sınırlıdır. Bunun yerine kare hücreleri içeren iki boyutlu barkodlar geliştirilmiştir (Hunt vd., 2007)



Şekil 4.3 UPC A sembolü
(Hunt vd., 2007)



Şekil 4.4 UPC E sembolü
(Hunt vd., 2007)

4.3.1.1 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. Semboloji barkodların taşıdıkları mesajları içerir. Bir sembolünün spesifikasyonu mesajın tek basamaklarının/karakterlerinin, ayrıca çizgiler ve boşlukların başlangıç ve bitiş noktalarının kodlanmasını sağlar. Evrensel olarak kabul edilmiş 100'den fazla barkod semboljisi vardır, ancak düzenli olarak kullanılan barkod semboljileri birkaç tanedir (Salem, 2006).

Barkod semboljileri iki temel şekildedir, lineer veya iki boyutlu olabilir. Lineer barkod semboljisi tek koyu çizgilerden ve çeşitli genişlik ve yükseklikteki beyaz alanlardan oluşur. Aşağıdaki şekilde lineer barkod örneği gösterilmektedir [2].



Şekil 4.5 Lineer barkod
[2]

İki boyutlu barkod semboljisi matris formatında düzenlenebilir, lineer barkod semboljisine benzerdir ancak daha küçük alanda daha çok bilgi depolanabilir [2]. Aşağıdaki şekilde iki boyutlu barkod örneği gösterilmektedir.



Şekil 4.6 İki boyutlu semboloji
[2]

4.3.1.2 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.

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

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 elle veri girişlerine göre ortalama 100 kat hızlı gerçekleştirdiği saptanmıştır. 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.

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 [2].

4.3.1.3 Barkod Teknolojisinin Avantajları

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

Doğruluk: Elle 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.

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

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

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

Artan Verimlilik: Barkod uygulamaları birçok elle yapılan aktivitelerin ve görevlerin, otomatize edilerek bir işletmede insan kaynağının farklı süreçlerde kullanılmasını ve verimliliğin artmasını sağlar. İmalat süreçleri takip edilerek işletmenin kalite standartlarının artması sağlanır.

Artan Karlılık: Artan etkinlik(gelişmiş iş akışları, hata oranlarında azalma ve artan müşteri memnuniyeti) işletmelerin karlılıklarını artırmasını sağlar [2].

4.3.2 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 (Garcia vd., 2006).

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 [9].

4.3.3 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. İki teknoloji aşağıdaki tabloda karşılaştırılmaktadır:

Çizelge 4.2 RFID ve Barkod Sistemi Karşılaştırılması
(RFID Uygulamaları Semineri, 2006)

RFID Sistemi	Barkod Sistemi
Yarı iletken bir etiketin radyo frekans teknolojisi kullanılarak sorgulanır.	Baskılı bir etiket optik bir okuyucu tarafından okunur.
Etiket içindeki bilgilerin okunabilmesi için, etiketin okuyucunun görüş alanı içinde olması gerekmemektedir. RFID etiketleri bir okuyucunun sınırları dahilinde olduğunda okunabilir.	Etiket üzerindeki kodların lazer okuyucu tarafından okunabilmesi için, etiket kesinlikle okuyucunun görüş alanı içinde yer almalıdır.
Etiket ve okuyucu arasındaki veri değişimi hatasız olarak gerçekleşmektedir.	İlk okuma sırasında hata olasılığı her zaman vardır.
Etiketler içindeki tutulan bilgi değiştirilebilir.	Bilgiyi değiştirmek için etiketi değiştirmek gerekir.
Depolanan bilgi miktarı yüksektir.	Depolanan bilgi çok daha sınırlıdır.
Kirli ve nemli ortamlar içinde etkilenmez. Etiketlerin zarar görme ve okunmama olasılığı düşüktür.	Kirlenme ve yıpranma çok önemli bir sorun olarak karşımıza çıkar.

Etiketler toplu şekilde okunabilmektedir.	Etiketlerin tek tek okunması gerekmektedir.
Etiketlerin okunma hızı ve uzaklığı yüksektir.	Etiketlerin okunma hızı ve uzaklığı düşüktür.
Etiketlerin kopyalanması ve içeriğinin gözle okunabilmesi zordur.	Kolaylıkla kopyalanabilir.
Etiket okuma işi otomatik bir şekilde gerçekleşmekte ve personel maliyeti oluşmamaktadır.	Etiket okuma işi elle gerçekleşmekte ve personel maliyeti oluşmaktadır.

4.4 Elektronik Bilgi Değişimi (EDI)

Lojistik işletmeler arasındaki etkin bilgi paylaşımı ve standartlaşma şarttır. EDI (Electronic Data Interchange) organizasyonlar arası bilgi paylaşma ve değişimine sahip olan bir iletişim paketi kullanarak bir bilgisayar ve diğeri arasında elektronik olarak bilgi değişiminin yapıldığı bir sistemdir. (Deveci, 1998)

EDI uygulamalarında veri, yapısal bir formatta transfer edilmektedir.

4.5 Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP)

ERP (Enterprise Resource Planning), Kurumsal Kaynak Planlaması işletmelerde mal ve hizmet üretimi için gereken işgücü, makine, malzeme gibi kaynakların verimli bir şekilde kullanılmasını sağlayan bütünsel yönetim sistemlerine verilen genel addır. 1960'lı yıllarda bilgisayarların ticari işletmelerde yaygınlaşmaya başlaması ile ilk kurumsal üretim yönetim sistemi, malzeme ihtiyaç planlaması MRP (Manufacturing Requirement Planning) yazılımları kullanılmaya başladı. İlk MRP yazılımı IBM tarafından geliştirilmiştir. İlk aşamada malzeme ağaçları ve stokları kapsayan sistem gittikçe gelişerek 1980'li yıllarda üretim işletmelerinin üretim ile doğrudan ilintili faaliyetleri (satın alma, üretim planlama ve kontrol, muhasebe, stok yönetimi vb.) kapsar hale geldi ve üretim kaynakları planlaması MRP II (Manufacturing Resource Planning) adını aldı. 1990'lı yıllarda yönetim sistemleri yalnız üretim sektörünü değil tüm sektörlerin (telekomünikasyon, perakende, medya, sağlık, kamu vb.) tüm faaliyet birimlerini (satış sonrası servis, bakım onarım, insan kaynakları, duran varlık yönetimi vb.) kapsar hale geldi ve kurumsal kaynak planlaması ERP adını aldı. 2000'li yılların başında özellikle internet ve çağrı merkezleri kanallarını kullanarak işletme dışı unsurlarla da

bütünleşen ERP sistemleri, müşteri ilişkileri yönetimi (CRM), tedarik zinciri yönetimi (TZY) ve işletme zekası (BI) kavramlarını da kapsayarak ERP II konseptine genişlediler.

İş akış süreçleri ve çözümleri birbirlerinden farklı olan çok sayıda bölümün tek bir platform ve veritabanını kullanarak bütünleşik bir yapıda entegrasyonu ile güvenilir, sağlıklı, hızlı bilgi paylaşımı, kurum içindeki operasyonlarınızın başarı ile sonuçlanması açısından son derece önemlidir. Bu sistem bütünlüğü kurumsal kaynak verimliğinin sağlanması, iş performansının artırılması, bölümler arası sağlıklı veri alışverişi ile verilecek kararların hızlı ve doğru alınmasına yardımcı olarak hizmet ve ürün kalitesini artıracaktır.

4.6 Veri Tabanı Yönetim Sistemleri (VTYS)

Veri tabanı yönetim sistemi(VTYS), yeni bir veritabanı oluşturmak, veri tabanını düzenlemek, geliştirmek ve bakımını yapmak gibi çeşitli karmaşık işlemlerin gerçekleştirildiği birden fazla programdan oluşmuş bir yazılım sistemidir. Veri tabanı yönetim sistemi, kullanıcı ile veri tabanı arasında bir arabirim oluşturmaktadır ve veri tabanına her türlü erişimi sağlar.

VTYS bir yazılımdır ve bu yazılım veriyi merkezleştirmeye, etkili bir şekilde kullanmaya, uygulama programları tarafından ulaşılmasına izin verir. VTYS uygulama programları ve fiziksel veri arasında bir ara birim görevini alır. Bir uygulama programı, veriye ulaşmak istediğinde; VTYS bu veriyi bulur ve uygulamaya sunar. Fakat geleneksel dosya sisteminde programcı ilk önce verinin yerini bulur ve daha sonra bilgisayara bu bilgiyi söylemek zorunda kalırdı. VTYS geleneksel programlarda birçok veri tanımlama ifadesini ortadan kaldırır.

4.7 Depo Yönetim Sistemleri (WMS)

Depo Yönetim Sistemi (WMS) yazılımları operasyonel gereklilikler, bir ürünün tesiste nereden alındığı, aynı rotayı takip eden diğer ürünlerle gruplanabilirliği, uzun süreli depolama yapmadan en erken ne zaman taşımalarının 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 (Napolitano, 2001). WMS' nin bakış açısına göre ürün karakteristiklerini(boyut, lokasyon, hedef) bilmek yükleme sayısını azaltarak kar sağlamaktır (Scott, 2003).

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 uyarlaması (implementasyon) 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 elle 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 [11].

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.

4.8 Taşıma Yönetim Sistemleri (TMS)

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 uyarlaması (implementasyon) ile işletmenin tüm lojistik maliyetlerinin %30-%60' ını oluşturan taşıma maliyetlerinde %10-%40 düşüş sağlandığı ölçümlenmiştir (Gilmore vd., 2000).

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 (Scott, 2003).

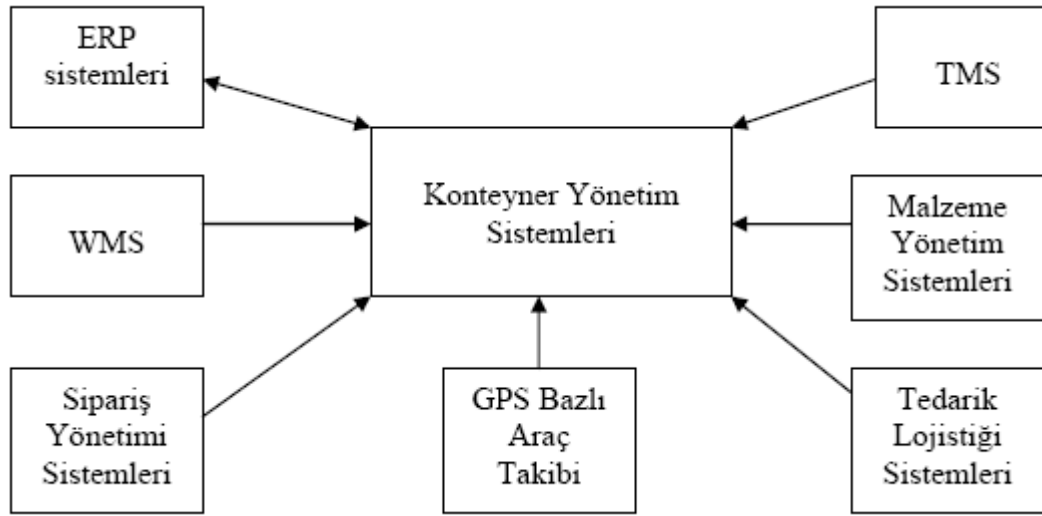
Tedarikçiler ve müşterilerin kabul edilebilir fiyatlarda uygun miktarlarda ürün siparişi verebilmeleri ve taşıyabilmeleri gerekmektedir. WMS ve TMS yazılımlarının bütünleşmesi tedarikçilerin operasyonel maliyetleri düşürebilmelerini kolaylaştırmalı, son müşteri için düşük maliyetler sağlayabilmelidir. İnternet teknolojilerinin kullanımı ve bilişim teknolojilerinin sağladığı getiriler, müşterilerin daha sık ve küçük partilerde sipariş vermeleri WMS ve TMS yazılımları arasındaki bütünleşme gereksinimini güçlendirmektedir.

4.9 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 yer ve durum bilgileri bilinmektedir [8].

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 4.7 CMS'nin diğer sistemlerle ilişkisi
(Dempsey, 2003)

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.

5. LOJİSTİK SEKTÖRÜNDE RFID KULLANIM ALANLARI

RFID teknolojisi, lojistik sektöründe kullanılan diğer sistemler ile karşılaştırıldığında (elle bilgi girişi veya barkod gibi), otomatik bilgi algılamayı, bilgi tanımını ve bilgi alışverişi ile mal takibini, ürün dizimini ve dağıtım bilgisi toplama ve analizini daha etkin şekilde icra edebilmektedir.

Genel olarak, işletmeler için RFID uygulamalarının faydaları, stokların şişmesini önlemek (etkin envanter yönetimi), lojistik operasyonlar için harcanan işçilik masraflarını azaltmak, doğru ve etkin şekilde ürün kimliklerini (tanımlamalarını) kontrol etmek ve tam zamanında (JIT) felsefesini gerçekleştirmektir (Sangani, 2004).

RFID teknolojisi ile birlikte tedarik zincirinin her aşamasında gerçek zamanlı stok ve lojistik bilgisi üretici, tedarikçi, dağıtıcı ve perakendeciler tarafından paylaşılabilir. Kendi bilgi sistemleriyle bütünleştirilmiş RFID teknolojisine sahip işletmeler, tedarik zinciri boyunca ürünleri otomatik olarak takip edebileceklerdir. Bu teknoloji ürünlerin üretiminde, taşınmasında, depolanmasında, dağıtımında, satışında, son kullanıcıya ulaştırılması ve geriye dönüşüm işlemlerinde otomatik tanımlama ve takip sağlayarak, TZY'ne önemli boyutlarda değer katacaktır.

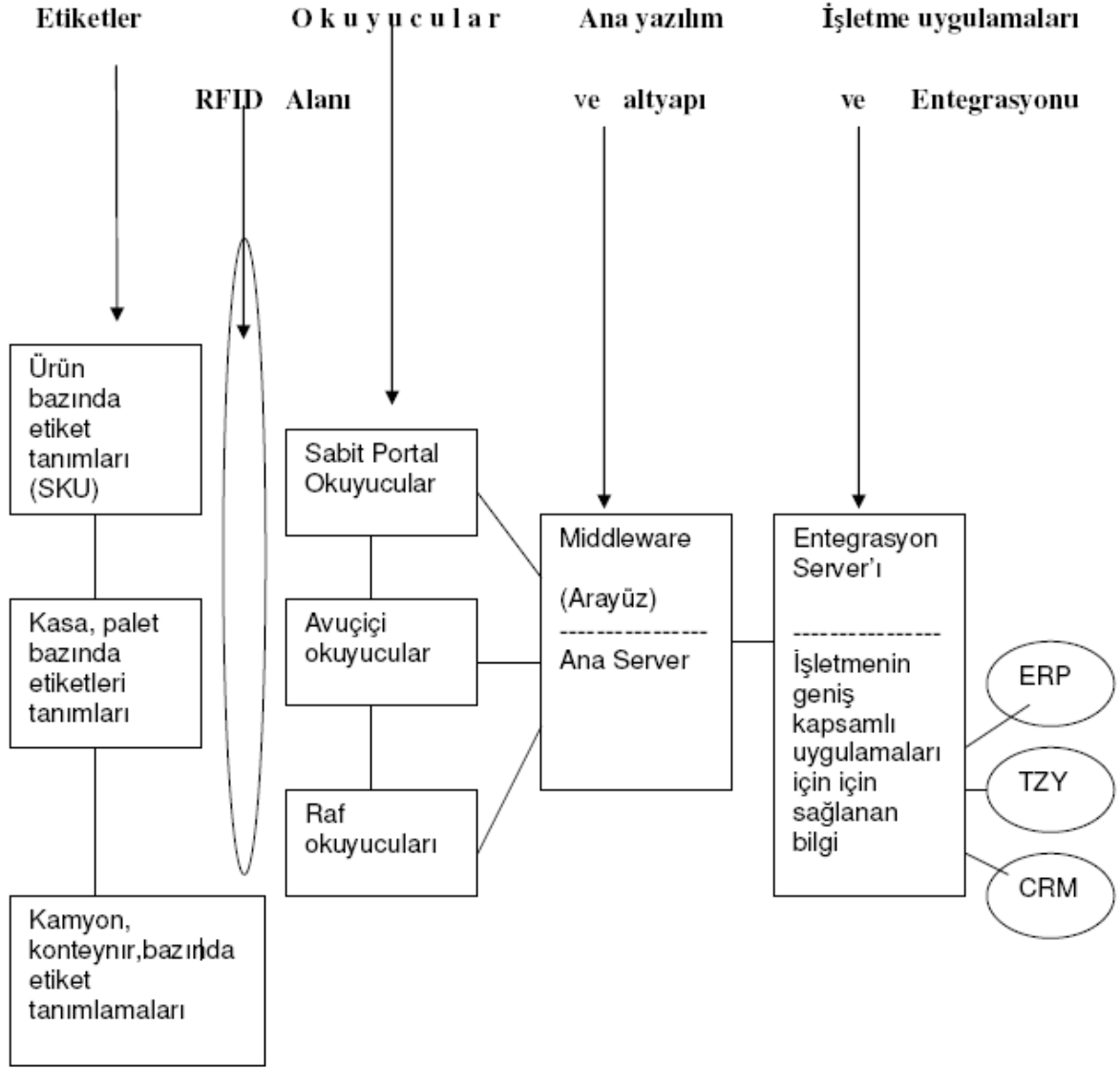
RFID elektronik etiketler yardımıyla ürün tanımlamasında insan katılımını enaza indirerek iş akışına zeka katma iddiasıyla gündeme gelmiştir. Elektronik etiketler tuttıkları bilgi kapasiteleri, uzaktan okunabilmeleri ve fiziksel temas gerektirmemeleri gibi özellikleriyle barkodlara göre çok üstün farklılık gösterir. Şekil 5.1' de görüleceği üzere etiket uygulamaları ürün, kasa, palet, konteynır veya kamyon bazında olabilir. RFID'nin mantığında en etkin uygulama ürün bazında olmalıdır. Fakat günümüz itibari ile henüz bu seviyeye ulaşıldığını söylemek mümkün değildir. Bunda en büyük neden etiket fiyatlarının henüz bu uygulamayı maliyet açısından optimum kılacak seviyeye düşmemiş olmasıdır. Konteynır, palet ve kasa uygulamaları ise yoğun bir şekilde hayata girmektedir.

Okuyucular ise kullanım amaçları doğrultusunda örneğin; hareketli noktalarda avuç içine sığabilecek şekilde iken büyük bir depo girişinde sabit bir konumda olabilmektedir. Neticede RFID sisteminden temin edilen bilgi ile işletmenin geniş kapsamlı uygulamalarını (örneğin; işletmenin ERP, TZY, CRM) harekete geçirmek için kullanılacaktır. RFID tarafı ile işletmenin ana bilgi sistemi arasındaki arayüz, uyum ve iletişim ihtiyaçlarını giderecektir. Öncelikle etiketlerin sağladığı RFID verisinin yakalanıp toplanması gerekmektedir. Bu işlem sırasında çok miktarda gereksiz bilgi de toplanacaktır. Bilgi sistem teknolojileri ile bu gereksiz bilgilerin filtrelenmesi sağlanacaktır. Daha sonra elde edilen bilgiler ana omurganın

veri tabanına iletilerek harekete geçirilecek sistemlerin otomatik olarak tetiklenmesi sağlanacaktır.

RFID teknolojisi kurumsal kaynak planlama yazılımları ile entegre şekle dönüştürme çalışmaları hızla sürmektedir. ERP yazılımları kullanan firmalar için RFID teknolojisini kullanmak, toplu mal giriş ve çıkışlarının anında ERP ekranlarına yansması anlamına gelmektedir. Böylece iş akışı hızlanmakta, ciddi bir zaman tasarrufu sağlanmaktadır.

Örneğin iş yeri deposuna 100 bin adet ürün girişi olduğunu düşünürsek, bu ürünlerde pasif RFID etiketleri bulunması durumunda, kapıya konulacak RFID okuyucu ile tüm bu ürünlerin ek işleme gerek duyulmaksızın sayılması mümkün olacaktır. Aksi takdirde bu düzeyde bir malın girişine onay verebilmek için onlarca kişinin saatlerce çalışması gerekecektir. Ayrıca bu ürünler koca bir depo içinde nereye konulursa konulsun, üzerinde taşıdığı RFID etiketi sayesinde, ihtiyaç duyulduğu anında bulunabilecektir. Depo giriş ve çıkışlarına konulan elektronik okuyucular ile stok bilgileri anında güncellenebilecek ve stokta ne kadar ürün olduğunu gerçek zamanlı olarak takip edilebilecektir.



Şekil 5.1 TZY, ERP, CRM sistemleri ile etkileşimli RFID modeli
(Lewis, 2005)

5.1 RFID Sektör Uygulamalarından Başarılı Örnekler

Tedarik zinciri ve lojistik sektöründe RFID ile birlikte GPS ve kablosuz ağ gibi bütünleştirici (tamamlayıcı) teknolojilerin bir araya getirilmesiyle, doğru ve gerçek zamanlı bilginin görünürlük seviyesi artırılarak tüm süreçlerin etkin bir şekilde yönetilmesi sağlanabilir ve işletme verimliliği büyük ölçüde artırılabilir.

5.1.1 Marks&Spencer, RFID ile Yiyecek Tedarik Zinciri Uygulaması

Marks&Spencer yiyecek ticaretindeki paletlerinin neredeyse üçte ikisinde radyo frekanslı tanımlama etiketleri kullanarak İngiltere'nin en büyük RFID kullanıcısı olmuştur. Marks&Spencer yiyecek işine malzeme sağlayan altı dağıtım merkezinin hepsinde RFID etiketi kullanılmaktadır. Çoğu sadece Marks&Spencer'a malzeme sağlayan 115 tedarikçi ile

çalışılmaktadır. Bu dağıtım merkezlerinde her hafta 1,4 milyondan fazla etiket okunmaktadır. Perakendeci Marks&Spencer, geniş kapsamlı denemelerden sonra RFID teknolojisini uygulamaya 2004'te başlamıştır. Kendi standartlarını ve numaralandırma sistemini kurabilmiş ve RFID etiketlerini diğer perakendecilerden daha hızlı yayabilmiştir. Çünkü tedarikçilerinin çoğu sadece Marks&Spencer' la çalışmaktadır. Dağıtım merkezlerindeki RFID etiketlerinin okunmasında %99,98 doğruluk oranına ulaşılmıştır.

5.1.2 Wal-Mart RFID Uygulaması

Wal-Mart'ın bilgi sistemleri başkan yardımcısı Carolyn Walton; ürünleri etiketleyen 100' den fazla tedarikçileri olduğunu belirtmiştir. Şimdi ise bu sayının üç katından fazlası, RFID etiketli ürünlerin beş dağıtım merkezindeki 500 Wal-Mart tesisine beslenmesini içermektedir. Walton; Wal-Mart'ın kapsamlı işlem değişiklikleri olmadan bile yatırımın geri dönüşümünü gördüklerini belirtmiştir. Faydalarının arasında; stoklarda kalmamış mallar eskisine göre üç kat daha hızlı ikmal edilmekte ve elle doldurulması gereken stokta kalmamış mal miktarı %10 düşmüş bulunmaktadır.

5.1.3 Fedex, Parça Taşıyıcı Uygulaması

Merkezi Memphis' de bulunan FedEx dünyanın en büyük parça taşıyıcı firmasıdır. FedEx günde yaklaşık 3.2 milyon parça taşımakta ve dünya çapında 42500' den fazla araca sahiptir.

FedEx kuryelerinin çözüm bulmak istedikleri bir konu araç anahtarlarının kaybolmasını engellemektir. 200 araçta pilot olarak denenen yeni sistemde anahtar yerine kuryelerin bileklerine RFID etiket takılmaktadır. FedEx gerçekleştirdiği düzenlemelerle sürekli bir şekilde teslimat sürecini kısaltmayı amaçlamaktadır. FedEx kuryeleri her gün kilometrelerce yol kat etmektedir. Kurye her teslimatı gerçekleştirdiğinde, anahtarları aramak veya aracın birden fazla kapısını açmak/kapamak için zaman harcamaktadır. Kurye anahtarını kaybettiği durumlarda ise yedek anahtarın gelmesi zaman alabilmektedir. Anahtarın kaybolması durumunda ise yeniden anahtar yapılmasının maliyeti ise 200\$' ır. RFID teknolojisi ile FedEx kuryelerinin daha verimli olması sağlanmıştır. FedEx kuryesi RFID kullanımıyla bir çok paketi taşırken anahtarlarla uğraşmak zorluğundan kurtulmuş ve rotalarında daha verimli olmuştur. Eğer bir bileklik kaybolduysa, sistemdeki bileklikle ilgili kod silinmekte ve saniyeler içinde yeni bir kod oluşturulabilmektedir. Kullanılan sistemde aracın dört kapısında da RFID okuyucusu bulunmakta ve direksiyon milinin sağında kontağa yakın bir yerde okuyucu bulunmaktadır. Kurye bilekliğini okuyucunun 6 inch mesafesine yaklaştırdığında, etiketin kodu ve sistemdeki kodlar karşılaştırılır. Eğer etiketin kodu doğru ise kapı beş saniye

içinde açılır. Kurye araca girmek için kapıyı kullanırken diğer 3 kapı yetkisiz kullanımları engellemek üzere güvenli bir şekilde kilitlidirler. Kurye aracı çalıştırmak için direksiyonun sağındaki bir düğmeye basar. Arabanın içindeki düğmelerle dış kapılar kapatılmaktadır. Sistem tüm kapılar kapanmadan çalışmayacak şekilde programlanmıştır. Her FedEx aracında bir etiket bulunmakta olup araçlardaki etiket sayısı 10'a kadar çıkabilmektedir. Bunun yanında tek bir etiket bir çok araçta çalışacak şekilde de programlanabilmektedir.

Projenin en önemli faydası FedEx için önemli bir performans göstergesi teslimat sürelerini kısaltması ile ilgili yarattığı etkidir. Proje bunu süreç içindeki sıklıkla gerçekleşen bazı adımlarda RFID teknolojisini kullanarak sağlamıştır. RFID teknolojisinin bir diğer etkisi ise güvenliğin artırılmasıdır (D'Hont, 2010).

5.1.4 Chevrolet Creative , Malların Depoya Giriş ve Çıkışlarının İzlenmesi

Chevrolet Creative kullandığı RFID sistem Michigan' daki depoya giren ve çıkan 3500 sandıkları kontrol etmek için “kırmızı ışık, yeşil ışık” sistemi kullanmaktadır. Sandıklarda özel fuarlar için kullanılan malzemeler bulunmaktadır. Her sandığın üstünde farklı bir numara içeren RFID etiket bulunmaktadır. Kapılarda RFID okuyucuları ve tabanda antenler bulunmaktadır. Herhangi bir sandık kamyonu doğru giderken antenin üstünden geçtiğinde, etiketteki numara veri tabanındaki manifesto ile kontrol edilir. Etiketdeki numara veritabanındaki numara ile uyumlu ise bir “yeşil ışık” yanmakta ve sandığın yüklenebileceğini bildirmektedir. Etiketdeki numara ve veritabanındaki numara uyumsuz ise “kırmızı ışık” yanmaktadır. Olayın gerçekleşme tarihi ve zamanı ise veritabanına kaydedilmektedir.

Projenin en önemli faydası olarak kağıt üstünde yapılan kontroller nedeniyle insanlardan kaynaklanan hataların azaltılması, kayıtların daha iyi tutulması sonucu daha hızlı ve daha etkin olma olarak açıklanabilir. Geleneksel sistemde malzemelerin bir noktadan başka bir noktaya gittiği durumlarda, çalışanların kontrol edilebilmesi için paletler durdurulmakta ve Barkod ile okuma sağlanmaktaydı. RFID etiketleri ile ise, paletlerin durdurulmasına gerek olmadan bilgi okunmakta ve zamandan kazanç sağlanmakta, kullanılan işgücü azaltılmakta ve hatalar ortadan kaldırılmaktadır. Bunun yanında etiketler hataların olduğu konumlara dönmeyi kolaylaştırmaktadır (D'Hont, 2010).

5.1.5 DHL, Kargo Uygulaması

DHL lojistik sektöründe yeni teknolojileri tanıtmak ve geliştirmek amacıyla Philips Semiconductors, IBM, SAP ve Intel’le birlikte “DHL Innovation Initiative (DHL Inovasyon Girişimi)”, oluşturdu.

DHL’in Amerika’da üzerinde çalışmakta olduğu RFID projesindeki en önemli ortağı IBM olup projenin amacı elektronik firmasının tamir bölümüne malzemelerin giriş ve çıkışını kontrol etmektir. RFID arayüzü IBM’nin geliştirdiği WebSphere platformunun bir parçası olup Intermec tarafından sağlanan ve test amacıyla kullanılan donanımı kontrol etmekteydi. Etiketler ise Philips tarafından üretilmişti.

Geçmişte, elektronik ekipman satan firmanın müşterilerinin tamir ihtiyacı doğduğunda, DHL müşterilere özel kutular göndermekteydi. Müşteriler aletleri kutulara yerleştirmekte ve DHL’e yollamaktaydı. DHL ise kendisine gelen kutuları firmanın tamir servisine iletmekteydi.

Gerçekleştirilen denemede, DHL taşımada kullanılan kutulara RFID etiketleri yerleştirilerek, her etikete bir izleme numarası vermek ve izleme numaralarını tamir gereksinimi olan ürünlerin geri dönüş numaraları ile ilişkilendirmektedir. Amaç yükleme ve boşaltma sürecini otomatize etmektir.

DHL Express RFID yöneticisi tamir bölümünün politikasını “tamiratların 1 gün içinde teslim edilmesi” olarak belirtmiştir. Bu nedenle aletlerin teslim alma sürecinin hızlandırılmasının teknisyenlerin işlerine daha erken başlamalarını sağlayacağını belirtmiştir.

Deneme süresince, DHL’nin Wilmington, Ohio’da bulunan RFID yazıcıları taşıma bilgisi ve DHL’in izleme numaralarının olduğu akıllı etiketler oluşturdu. Daha sonra bu etiketler müşterilere teslim edilmeden önce kutuların üstüne yapıştırıldı.

İçinde tamir edilecek malzemeyle gelen kutu miktarı her gün yaklaşık 1000 kutuydu. Kutular ilk olarak paletlerin üzerine yerleştirilmekte, daha sonra ise hepsi Memphis’e tamir amacıyla gönderilmektedir. Buradaki RFID okuyucuları etiketlerdeki numaraları okumakta, okunan numaralar tamir edilecek bölüme iletilmektedir. Böylece tamiri gerçekleştirecek bölüm her gün kaç paket geleceğini önceden belirleyebilmektedir. Tamir edilecek miktarın sayısının belirlenmesi kullanılmakta olan sistemde mümkün değildi çünkü paletlerin üstüne konacak her kodun Barkod ile okutulması oldukça zaman alıcı bir işlemdi. Bununla birlikte, günlük tamir edilmesi gerekli malzeme miktarı ortalama 1000 olmakla birlikte bu sayının 500 veya 1500 olma olasılığı da bulunmaktadır. Günlük tamir edilecek malzeme miktarının önceden belirlenmesi ile günlük gereklilişgücü planlaması da gerçekleştirilebilmektedir.

Tamirlerin gerçekleştirildiği bölüm gelişmiş yükleme notası kullanarak her kutuya ilişkin geri dönüş numarasına erişmekte ve müşteri ile ilgili dosyayı inceleyerek her parça için gerekli olan tamiratlarla ilgili önceden bilgi sahibi olabilmektedir.

Paletler Memphis'deki tamir merkezine ulaştıktan sonra paletlerdeki etiketler yeniden okunmaktadır. WebSphere platformunda ise gelişmiş yükleme notasındaki bilgilerle etiketlerdeki numaralar karşılaştırılarak herhangi bir kutunun eksik olup olmadığı kontrol edilmektedir. WebSphere platformunda gerçekleştirilen bu kontrol işleminin önemli zaman ve işgücü kazancı sağlayacağı tahmin edilmektedir çünkü daha önceki sistemde

500 – 1500 arasındaki parça sayısının Barkod kullanılarak okutulması 30dk – 60dk arası zaman almaktaydı. Bu sistemle aynı zamanda DHL kuryeleri paketleri teslim etmek için zaman kazanmaktadırlar.

Tamir edilen malzemeler geldiği kutunun içine yerleştirilerek geri gönderilmektedir. Kutuya yeni yapıştırılan etikette müşterinin adresi ve müşteri numarası bulunmaktadır. Zaman tasarrufunun yanında tamir bölümüne girip/çıkan malzemelerle dolu olan paletlerin her biriyle ilgili manifestoların derlenmesi yükleme ve boşaltma sürecinin şeffaflığını sağlamaktadır. Gerçekleştirilen testin başarılı olması durumunda başka bölgelerde de uygulanabileceği vurgulanmıştır.

DHL gerçekleştirdiği RFID teknolojisini test etmek amacıyla gerçekleştirdiği pilot projede bir çok fayda elde etmiştir. En önemli faydalardan biri DHL'in belirlediği “tamiratların 1 günde teslim” edilmesi politikasına sağlanan destektir. Tamir edilecek malzemelerin geliş ve gidiş sürelerinin hızlandırılması “bakımların 1 günde gerçekleştirilmesi” projesine önemli katkı sağlayacaktır. Bunun yanında, günlük tamir edilecek malzeme miktarının kesin olarak belirlenmesi planlamanın etkinliği açısından önemlidir. Test edilen projede elde edilen diğer faydalar ise kontrolün kolaylaşması ve yükleme/boşaltma süresinin tüm aşamalarının izlenebilirliğinin sağlanmasıdır (O'Connor, 2006).

5.1.6 METRO Grubu, Future Store-Gelecek Mağazası Projesi

Wal-Mart gibi Metro'da RFID teknolojisinin uygulamaya geçirilmesine öncülük etmekte ve AR-GE çalışmalarına büyük destek vermektedir. Metro Grup Future Store projesinin gerçekleşmesinde Metro Group, SAP, Intel, IBM, Gillette, Oracle, Hewlett Packard, NCR gibi 40'a yakın firmanın işbirliğini sağlamıştır. Projenin amacı Almanya Rheinberg' deki mağazada ulusal ve uluslararası düzeyde perakendecilikteki önemli yenilikleri tutundurmaktır. Proje eş zamanlı olarak bir çok teknolojiyi test etmektedir. Bununla birlikte, testin temelini

RFID teknolojisi oluşturmaktadır Malzemeler Future Store’a getirilmeden önce merkezi bir depoda paletlerin üstünde sıralanmaktadır. Palet ve kartonlarda bulunan RFID etiketlerde ilgili ürünlerin, palet ve kartonların barkodları bulunmaktadır. Depo çalışanları bu veriyi Future Store ile ilgili olan RFID ticari yönetim sistemine okutmaktadırlar. Bu noktadan itibaren, ürünler sisteme kaydedilmekte, ve konumları tüm tedarik zinciri boyunca izlenebilmektedir (Reid, 2003).

5.1.7 Diğer Örnekler

The Georgia Ports Authority, Amerika Birleşik Devletlerinin en büyük 4. Alana sahip olan 1200 dönümlük bir alana sahip konteyner terminalidir. Günlük 7000 kapı hareketi bulunmaktadır. Günde ortalama 4000 kamyon giriş yapmaktadır. Kapı giriş – çıkış süreçlerini otomasyona bağlayarak operasyonel verimliliği artırmak, terminal içi konteyner işleme süreçlerini otomatikleştirme ve bu süreci izleyebilmek için RFID teknolojisini kullanmıştır. Bu teknoloji sayesinde kamyonların geçiş süresini 15 dakikadan 5 dakika altına düşürmüştür [4].

City Link firması, Aero Scout firmasından 7000 adet etiket alarak “Kafes Yönetimi” adlı bir çözüm geliştirmiştir. “Roll Cage” adlı bir kafeste bir etiket bulunuyor. Kafesin içinde taşınacak eşya / paketler bulunmaktadır. Bu kafes depo / ambardan çıkarken güncellenmekte, bu güncellemede etikete kafesin içinde neler olduğu ve nereye götürüleceği bilgileri verilmektedir. Ayrıca teslimat yapılacak hedeflere göre de sıralama yapılmakta böylelikle rota optimizasyonu yapılmaktadır [1].

6. UYGULAMA

Lojistik sektöründe pek çok operasyonun insan müdahalesi olmaksızın gerçekleştirilmesinde Radyo Frekanslı Tanıma (Radio Frequency Identification) sistemi 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 gerçekleştirilebilmektedir.

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. Süreçlerin etkin olarak yönetilebilmesi için, RFID teknolojilerinin tek başına kullanılması yeterli olmamakta; aynı zamanda bu teknolojinin işletmelerin içinde bulundukları sektörün gerektirdiği yazılım ve teknolojilerle entegre edilmesi gerekmektedir.

Bu bölümde bir dağıtım firmasının mevcut iş süreçleri ve teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik RFID bazlı takip sağlayan bir iş modeli önerilmektedir.

RFID çözüm sunulan dağıtım firmasının, ürünlerinin üretildiği 4 fabrikası, 1 ana ambarı ve bu ana ambardan sevkiyat işlemlerinin yapıldığı 5 ambarı bulunmaktadır. Ortalama 1000 tane kamyon hergün fabrikalardan aldığı ürünleri ana ambarlara ve ambarlara taşımakta ve yük boşaltma / yükleme işlemleri yoğun bir trafiğe neden olmaktadır. Günlük kapı hareketinin fazla olması, sevkiyat planlamasını güçleştirmekte ve gerçekleşme sürelerinde büyük sapmalar yaşanmasına neden olmaktadır. Dağıtım firması sevkiyat süreçlerini etkin olarak yönetebilmek için en az insan müdahalesi gerektirecek otomatik bir çözüm aramaktadır.

6.1 Mevcut Durum

Mevcut durumda ürünlerin fabrikadan ana ambara ve ana ambarda bulunan ürünlerin diğer ambarlara sevkiyatı insan müdahalesi gerektiren pek çok operasyona uğrayarak sağlanmaktadır.

Bu operasyonların çok fazla olması

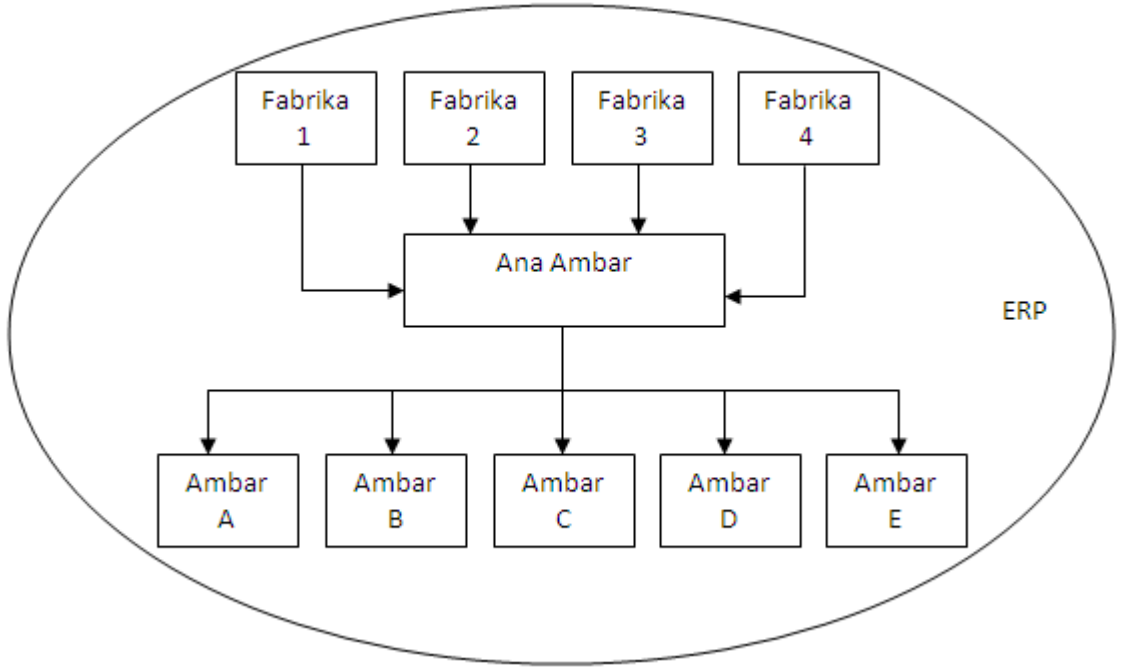
- Zaman kaybına,
- İnsan hatalarından kaynaklanan geri dönüşlere,
- Sevkiyat planlamasının güçleşmesine,
- Teslimat servisinin hızının ve verimliliğinin düşük olmasına

neden olmaktadır.

Günlük kapı hareketinin fazla olması, sevkiyat planlamasını güçleştirmektedir. Bu da araç devir (yükleme/boşaltma) süresinin gereğinden fazla uzamasına neden olmakta ve maliyetlerin artmasına sebebiyet vermektedir. Doğru stok yönetimi için, her ürün giriş çıkış operasyonunda ek bir işlem (el ile operasyon) yapılması gerektiğinden (barkod ile okuma) yüksek işçilik maliyeti ve zaman kaybı ortaya çıkmaktadır.

Dağıtım firması, fabrikalar, ana ambar ve ambarlar ERP sistemi ile entegre olarak çalışmaktadırlar. Sevkiyat ile ilgili iş emirleri ortak bir sistemi kullanarak oluşmaktadır.

Mevcut durumdaki yapı Şekil 6.1 de gösterilmiştir.



Şekil 6.1 Dağıtım merkezi yapısı

Her fabrikada, üretilen ürünlerin ana ambara gönderilmek üzere bekletildiği depo bulunmaktadır. Fabrika depolarında 4 adet küçük forklift bulunmaktadır. Palet haline getirilen ürün kolileri forkliftler aracılığıyla taşınarak depolara yerleştirilmektedir. Ana ambarda toplamda 16 forklift, diğer küçük ambarlarda her birinde 6 tane olmak üzere toplam 30 forklift bulunmaktadır.

6.2 Önerilen Model

Dağıtım firmasının mevcut problemlerini gidermek ve sevkiyat süreçlerini etkin olarak yönetebilmesi için önerilen çözüm RFID teknolojisinin fabrika, ana ambar ve ambarlarda kullanılarak, mevcut ERP sistemi ile entegre edilmesinin sağlanmasıdır.

RFID teknolojisinin tüm süreçlerde kullanılabilmesi için her fabrikada 1 adet RF Printer (yazıcı) olmalıdır. Fabrika ve ambarlarda bulunan forkliftlere bir RFID UHF Reader (okuyucu) ve anteni monte edilmelidir. Ayrıca forkliftler içerisine endüstriyel tablet bilgisayarlar (iş paneli) entegre edilmelidir. Entegre edilen panel mevcut sistemde bulunan kablosuz ağı kullanarak aktif iş emirlerini görüntüleyebilecek ve sevkiyat operasyonlarının takibinin yapılmasına olanak sağlamış olacaktır.

Mevcut düzende barkod ile takip edilen paletler artık ERP sisteminin ürettiği tekil numara ile RFID Printer vasıtasıyla paletlere yerleştirilecek pasif RFID etiketlere işlenerek zincirin ilk halkası oluşturulmuş olacaktır.

Fabrikalar ve ambarlar arası ürünlerin taşındığı kamyonların da zincire katılması sağlanmalıdır. Fakat kamyonlara konulacak pasif RFID etiketleri dış ortama dayanıklı kutular için de muhafaza edilmelidir. Bu çalışmada sıcak, nem gibi dış ortam koşullarına dayanıklı su geçirmez IP65 standartında üretilmiş kutular seçilmiştir. Kamyonların ön tarafına konulacak etiket sayesinde hangi kamyonun ne zaman fabrika ya da ambarlara giriş çıkış yaptığı izlenebilecek ve ana giriş kapılarındaki okuyucular sayesinde ERP sistemine anlık olarak aktarılması sağlanmış olacaktır. Ayrıca kamyonların yükleme / boşaltma işlemlerinin yapıldığı yan taraflarına da endüstriyel kutular içerisinde muhafaza edilen pasif RFID etiketleri yerleştirilecektir. Böylece paletleri kamyonu getiren ya da kamyonun boşaltan forkliftlerde bulunan okuyucularla, hangi forkliftin hangi kamyonun hangi ürünü yükleyip / boşalttığı bilgisi ERP sistemine aktarılmış olacak ve sürecin izlenebilirliği sağlanmış olacaktır.



Şekil 6.2 Pasif RFID etiketleri

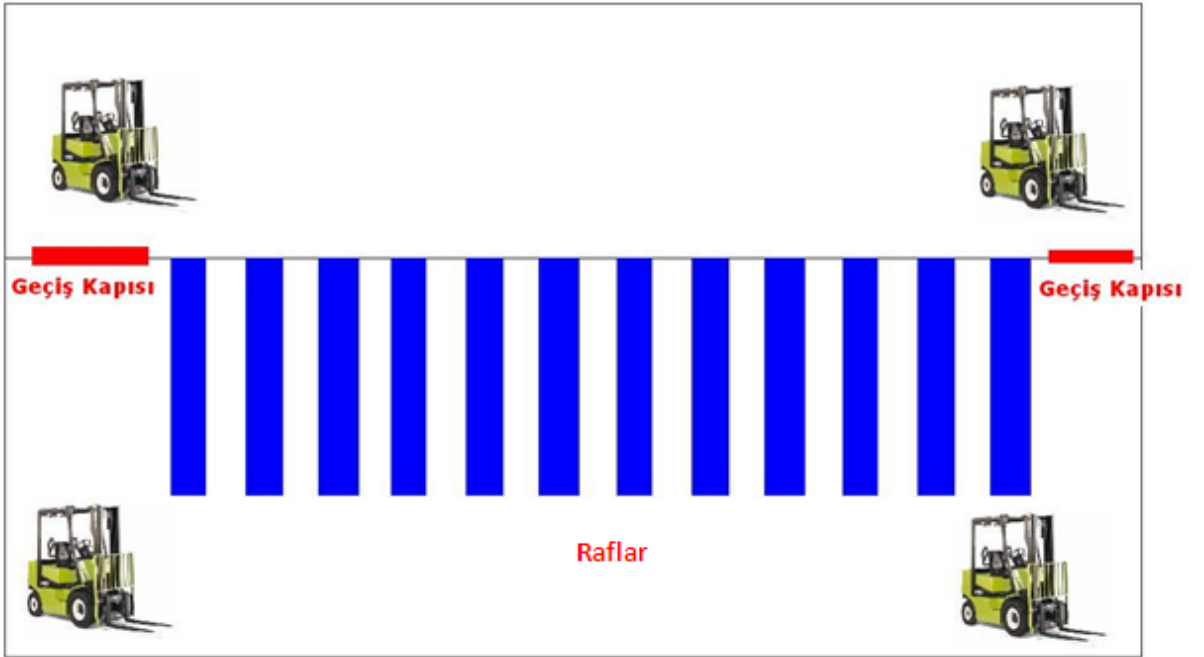
ERP sisteminde yapılacak entegrasyon ile kamyonlara yüklenecek ürünlerle ilgili iş emirleri otomatik oluşturulmuş olacağından, kamyon fabrika ana kapısına girdiği anda giriş kapısındaki okuyucular ile kamyonun hangi ürünleri almak için geldiği otomatik olarak tespit edilebilecek ve sevkiyat işlemlerinin yapılacağı istasyonlara ve forklift paneli ekranlarına bilgilerin anında aktarılması sağlanmış olacaktır.



Şekil 6.3 Forklift RFID okuyucu ve anteni

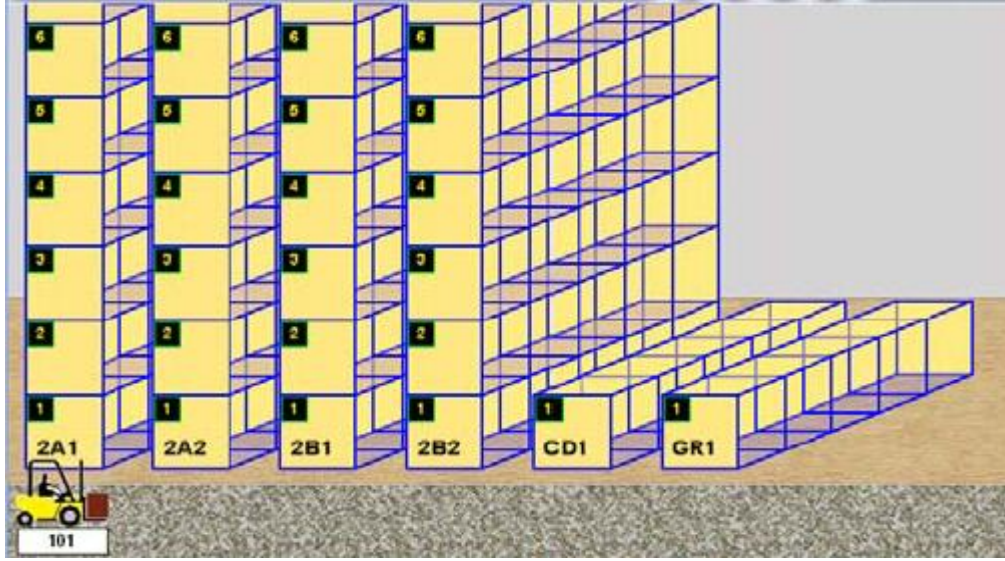
Ana ambar ve diğer ambarların yapısı temel olarak koridor ve raflardan oluşur. Ambarlardaki raf sayısı farklılıklar gösterebilir. Ana ambar 10.500 m² lik (70m x 150m) bir alana sahiptir. Ana ambarda önlü arkalı olmak üzere toplam 60 raf bulunmaktadır. Her bir rafta ise 25 palet bölmesi bulunmaktadır. Bu raflar 8 katlıdır. Yükleme / boşaltma işlemleri için ana ambarda 6 kapı bulunmaktadır.

Ambarlar ise 1750 m² lik (25m x 70m) bir alana sahiptir. Bu ambarlarda önlü arkalı olmak üzere toplam 24 raf bulunmaktadır. Her bir rafta ise 10 palet bölmesi bulunmaktadır. Bu raflar 6 katlıdır. Yükleme / boşaltma işlemleri için ambarda 2 kapı bulunmaktadır. Ambar yapısı Şekil 6.4 de gösterilmektedir.

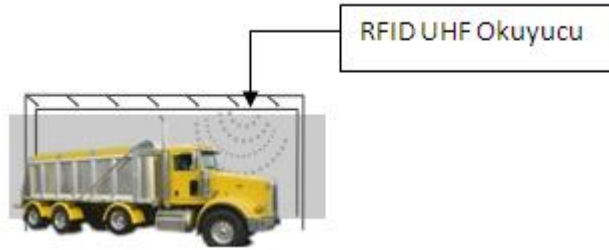


Şekil 6.4 Ambar yapısı

Ana ambar ve diğer ambarlarda bulunan her giriş-çıkış kapısına yerleştirilmiş olan 1 RFID UHF okuyucu ve 4 anten ile giriş çıkışların kontrol edilmesi sağlanacaktır. Ayrıca ambarların ana giriş kapılarına yerleştirilen RFID UHF okuyucu ile, sevkiyat için gelen kamyonların bilgilerine ulaşılması sağlanacaktır. Raflarda her bir paletin konulduğu bölmelere, pasif rfid etiketler yerleştirilecektir. Bu etiketler, kendisine yükleme/boşaltma yapan forklift okuyucuları tarafından okunabilecekler ve ilgili paletin hangi rafta hangi bölmeye konulduğunu ya da hangi bölmeden alındığı ERP sistemine otomatik olarak gönderebileceklerdir.



Şekil 6.5 Raflardaki pasif etiketler



Şekil 6.6 Kamyon giriş çıkış kontrolü

Önerilen çözüm ile dağıtım firmasının sevkiyat işlemleri için tüm halkaları RFID etiketleri ile donatılmış oldu. Önerilen modelin mevcut problemlere getirdiği çözümleri aşağıdaki senaryo üzerinde inceleyebiliriz:

- Kamyon fabrika ana giriş kapısından girer.
- Ana giriş kapısındaki okuyucu kamyonadaki rfid etiketinden kimlik bilgisini okur ve ERP sistemine aktarır.
- Fabrika deposundaki ERP sistemi kendisine iletilen kamyonun kimlik bilgisini sorgulayarak, bu kimlik bilgisi ile ilişkili daha önce planlaması yapılan iş emrini aktifleştirir.
- Aktifleşen iş emri ile kamyonu yüklenecek paletler belirlenmiş olur ve forklift kullanıcıları iş panellerinde otomatik olarak rota bilgisini görmüş olurlar.
- Forkliftler paletleri aldıklarında, üzerindeki okuyucular ilgili paletin kimlik bilgisini okur ve ERP sistemine bilgiyi iletir.
- Forklift paleti kamyonu yüklerken, kamyonunda bulunan kimlik bilgisini okur ve ERP sistemine iletir. Böylece hangi forkliftin, hangi paleti, ne kadar sürede, hangi kamyonu

yüklediği bilgisi tamamen ERP sistemine iletilmiş olur. Forklift iş emrinde olmayan bir paleti almaya çalıştığında iş panelinde gerekli uyarı oluşur ve böylece hatalı yüklemenin önüne geçilmiş olur.

- Kamyon fabrika ana çıkış kapısından çıkar.
- Ana çıkış kapısındaki okuyucu kamyondaki rfid etiketinden kimlik bilgisini okur ve ERP sistemine aktarır. Böylece kamyonun giriş çıkış bilgisi ve yükleme işlemi süreleri ERP sisteminden takip edilebilir.
- Kamyon ana ambar giriş kapısından girer.
- Ana giriş kapısındaki okuyucu kamyondaki rfid etiketinden kimlik bilgisini okur ve ERP sistemine aktarır.
- Ana ambardaki ERP sistemi kendisine iletilen kamyonun kimlik bilgisini sorgulayarak, bu kimlik bilgisi ile ilişkili daha önce planlaması yapılan iş emrini aktifleştirir.
- Aktifleşen iş emri ile kamyonun boşaltılacak paletlerin ambarda hangi raflara yerleştirileceği belirlenmiş olur. Forklift kullanıcıları iş panellerinde otomatik olarak rota bilgisini görmüş olurlar.
- Forkliftler paletleri aldıklarında, üzerindeki okuyucular ilgili paletin kimlik bilgisini okur ve ERP sistemine bilgiyi iletir.
- Forkliftler rotasında belirtilen raflara paleti yüklerken, raflarda bulunan kimlik bilgisini okur ve ERP sistemine iletir. Böylece hangi forkliftin, hangi paleti, ne kadar sürede, hangi rafa yüklediği bilgisi tamamen ERP sistemine iletilmiş olur. Forklift iş emrinde olmayan bir paleti almaya çalıştığında iş panelinde gerekli uyarı oluşur ve böylece hatalı yüklemenin önüne geçilmiş olur.
- Kamyona eğer ana ambardan diğer ambarlara sevkiyat yapacaksa, ilgili iş emri aktifleşir.
- İş emri forklift iş panelleri ekranlarına düşer.
- Forklift iş emrinde belirtilen rota ile hareket ederek hangi raftan hangi rafı alacağı bilgisine ulaşır. Yanlış bir raftan palet almaya kalktığında gerekli uyarı oluşur ve hatalı sevkiyatın önüne geçilmiş olur.
- Forklift paleti yüklerken üzerindeki okuyucu hangi raftan ne zaman paleti aldığı bilgisi ERP sistemine aktarılır.
- Forklift paleti ilgili kamyona yüklerken, kamyondaki kimlik bilgisini ERP sistemine aktarır. Böylece ilgili iş emri için toplam yükleme süresi takip edilebilir.
- Kamyon ambarın ana çıkış kapısından çıkar.

- Ana çıkış kapısındaki okuyucu kamyondaki rfid etiketinden kimlik bilgisini okur ve ERP sistemine aktarır. Böylece kamyonun giriş çıkış bilgisi ve yükleme işlemi süreleri ERP sisteminden takip edilebilir.
- Bu süreç aynı şekilde kamyon diğer ambarlara geldiğinde işler ve sevkiyat işlemleri doğru bir şekilde ERP sistemine işlenmiş olur.

6.3 Maliyet

Maliyet kalemleri “Pasif RFID Etiketleri”, “RFID Yazıcıları”, “RFID UHF Okuyucuları ve Antenleri”, “Forklift İş Paneli ve Yazılımı” ve ERP – RFID Entegrasyonu” dur. Maliyet kalemleri detaylı olarak Çizelge 6.1 de gösterilmiştir.

Çizelge 6.1 Birim maliyetler
[5]

ÜRÜNLER	FİYAT (\$)
RFID Yazıcı	5.000,00
RFID UHF Okuyucu	2.100,00
RFID UHF Anten	280,00
Forklift İş Paneli ve Yazılımı	750,00
RFID Etiket (Pasif)	0,20
RFID Etiket (Pasif) IP65 Kutulu	5,00
ERP Entegrasyon	50,000.00

Çalışmada kullanılacak RFID UHF okuyucu ve anten sayıları Çizelge 6.2’ de belirtilmiştir.

Çizelge 6.2 Kullanılacak RFID Okuyucu ve Anten Sayıları

Demirbaş RF ID Okuyucu Kullanılacak Birimler	Adet	Kapı Sayısı 1 Birim İçin	Forklift Sayısı 1 Birim İçin	Kapı İçin Gereken Okuyucu Sayısı Toplam	Forklift İçin Gereken Okuyucu Sayısı Toplam	Kapı İçin Gereken Anten Sayısı Toplam	Forklift İçin Gereken Anten Sayısı Toplam	Forklift İçin Gereken İş Paneli Sayısı	Ana Giriş Çıkış İçin Okuyucu Sayısı	Ana Giriş Çıkış İçin Anten Sayısı
Fabrika	4	1	4	4	16	16	16	16	4	16
Ana Ambar	1	6	16	6	16	24	16	16	1	4
Ambar	5	2	6	10	30	40	30	30	5	20
GENEL TOPLAM		9	26	20	62	80	62	62	10	40

Çalışmada kullanılacak pasif RFID etiket sayıları Çizelge 6.3’ de belirtilmiştir

Çizelge 6.3 Kullanılacak Pasif RFID Etiket Sayıları

Demirbaş Pasif RF ID Kullanılacak Birimler	Adet	Raf Sayısı 1 Birim İçin	Raftaki Palet Sayısı 1 Birim İçin	Kat Sayısı	Toplam
Ana Ambar	1	60	25	8	12.000
Ambar	4	24	10	6	5.760
					17.760
Endüstriyel		Etiket Sayısı			Toplam
Kamyon	1.000	2			2.000

Önerilen model ile ilgili ilk yatırım maliyetleri tablosu Çizelge 6.4 ‘da belirtilmiştir.

Çizelge 6.4 Toplam Maliyet Tablosu

Maliyetler	Adet	Birim Maliyet	Toplam Maliyet
Pasif Etiket Standart	17.760	0,20	3.552,00
Pasif Etiket Endüstriyel	2.000	5,00	10.000,00
Okuyucu	92	2.100,00	193.200,00
Anten	182	280,00	50.960,00
İş Paneli	62	750,00	46.500,00
Ara Birim	10	2.000,00	20.000,00
ERP Entegrasyon	1	50.000,00	50.000,00
Kuruluş / Eğitim	1	20.000,00	20.000,00
Bakım Destek (Yıllık)	1	24.000,00	24.000,00
GENEL TOPLAM (\$)			418.212,0

Tespit edilen maliyetler demirbaş maliyetleri olarak nitelendirilebilir. Bu maliyetlere ek olarak her palete yapıştırılacak pasif RFID etiketi maliyeti eklenecektir.

6.4 Önerilen Modele Dair Sonuçlar

Önerilen model bölümünde bahsedilen çözüm için kullanılan RFID teknolojisi ile

- Fabrika, ana ambar ve diğer ambarlar arasındaki sevkiyat işlemlerinin etkin planlama ile rotaların otomatik olarak oluşmasıyla ve ilgili birimlere iletilmesi ile hızlı ve hatasız olarak yapılması
- Forkliftlerin boş raf durumlarını anlık olarak görebilmesi sayesinde zaman kaybetmeden en yakın yere yüklerini boşaltmaları
- Stok hareketlerinin gerçek zamanlı olarak izlenerek etkin lojistik yönetimi

- Stok sayımlarının daha kolay hale gelmesi ve stok bilgilerine anlık olarak ulaşılabilmesi
- Stok ve sevkiyat yönetiminin daha az çalışan ile yapılabilmesi
- İlgili birimlerin otomatik olarak bilgilendirilmesi ile haberleşme maliyetlerinin azalması sağlanmış olur.

RFID gibi insan faktörüne gereksinim duymayan bir teknolojiyle stok ve sevkiyat verilerinin depo giriş ve çıkışlarında okunması sağlanarak katma değersiz bir süreç olan elle veri girişleri ortadan kalkacaktır. Paletlerin stok durumları ve depodaki adresleri sadece depo yönetim merkezi personelleri tarafından değil, paletlerin komple taşımacılık işlemini gerçekleştirecek birim tarafından da gözlemlenerek hem kendi araçlarının, hem de depolardaki forkliftlerin optimum şekilde kullanımı sağlanacaktır. Sevkiyat işlemlerini gerçekleştiren bu birimler arasındaki gereksiz haberleşme maliyetleri ortadan kaldırılarak karlılıkta artış sağlanabilecektir.

Önerilen model için yapılacak yatırımın geri dönüş yüzde ve süre değerleri 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 işletmelerin hem orta, hem uzun vadeli hedefleriyle uyumaktadır.

7. SONUÇLAR

Günümüz teknolojisinde şirketlerin maliyetlerini minimuma indirebilme, personel ve kaynaklarının kullanımını en etkin şekilde sağlama, rekabet gücünün daha da artırılabilmesi için stok kontrolü ve takibinde doğru bilgiye gerçek zamanda ulaşabilme isteklerini karşılayan RFID teknolojisinin özellikle tedarik zinciri açısından çok büyük yararları bulunmaktadır.

Bu çalışmada tasarlanan uygulama ile RFID teknolojisinin lojistik sektörü için nasıl ve hangi süreçlerde kullanılabileceği anlatılmış, işletmelere sağlayacağı faydalar belirtilmiştir.

Uygulamada ürünler palet bazlı olarak, tesisin fabrikalarından başlayarak ana ambarına, buradan diğer ambarlara ve son olarak da tedarikçilere ulaştırılma aşamalarında RFID teknolojisi kullanımı detaylı olarak anlatılmıştır.

Lojistik sektöründe kullanılan RFID teknolojisi ile fabrika, ana ambar ve diğer ambarlar arasındaki sevkiyat işlemlerinin etkin planlama ile rotaların otomatik olarak oluşmasıyla ve ilgili birimlere iletilmesi ile hızlı ve hatasız olarak yapılması, stok hareketlerinin gerçek zamanlı olarak izlenerek etkin lojistik yönetiminin yapılabilmesi sağlanır. Ayrıca stok sayımlarının daha kolay hale gelmesi, stok bilgilerine anlık olarak ulaşılabilmesi, stok yönetiminin daha az çalışan ile gerçekleştirilebilmesi, düşük işçilik maliyetleri, fire oranlarında azalma sağlanarak sistem esneklik, hız vb. müşteri memnuniyet kriterlerinin artırılması ile işletmenin rekabet gücünü artırır.

Bundan sonraki süreçte RFID kullanımının yaygınlaştırılması ve maliyetlerinin düşmesi ile birlikte tedarikçiler de bu sisteme dahil edilerek tam bir kontrol, izlenebilirlik ve anlık olarak bilgiye hızlı bir şekilde ulaşma sağlanabilir. Mevcut araç takip sistemleri ile entegrasyon sağlanarak tüm lojistik süreci merkezi bir sistem altına alınabilir.

Bilişim teknolojilerine yapılan yatırımların riskli ve yüksek maliyetli oluşu dikkate alındığında işletmelerin ihtiyaç duydukları uygulamaları seçmede ve iş süreçlerine uyarlamalarında dikkatli olmaları gerektiği açıktır. Firmalar stratejik olarak RFID yatırım kararını vermeden önce çok iyi bir değerlendirme yapmalıdır. Bu bağlamda RFID yatırımlarının geri dönüşü (ROI) hesaplanırken, fayda ve maliyet analizinin detaylı bir şekilde yapılması gereklidir.

Çalışmada önerilen model içinde benzer şekilde riski azaltmak ve maliyeti düşürmek adına pilot bir uygulama ile başlamak daha uygun gözükmektedir. Bu sayede, sistem kullanıldıkça sağlayacağı faydalar daha açık görülecek ve sistemin tüm birimleri zaman içerisinde bu

modele dahil olacaklardır. Bununla birlikte teknolojinin ilerlemesi ve yeni ürünlerin piyasaya çıkacak olması yüksek ihtimal olduğundan, sisteme dahil olacak birimleri en güncel ve ileri teknoloji ile donatmak mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

- Blackstone, J. H. ve Cox J. F. (2004), “American Production and Inventory Control Society. Apics”, USA
- Dempsey, M. (2003), “Container Tracking with RFID Technology”, Promat-An International Exposition ,13:1-32.
- Deveci, D.A. (1998), “Konteyner Taşımacılık Sistemindeki Gelişmeler: Konteyner Limanlarında EDI (Elektronik Veri Değişimi Sistemleri) Uygulamaları”.
- Garcia, A., Chang,Y. ve Valverde R. (2006), “Impact of new identification and tracking technologies on a distribution center”, Computers and Industrial Engineering, 51:542-552.
- Gilmore, D. ve Tompkins, J. (2000), “Transport plays key role in supply strategy”, ID Systems.
- Hunt, V.D, Puglia, A. ve Puglia, M. (2007), RFID-A guide to radio frequency identification, Wiley.
- Lambert, D.M. ve Stock J.R. (1993), Logistics Strategic Logistics Management, Homewood.
- Landt, J. (2001), Shrouds of Time The history of RFID, AIM publication.
- Lewis, S. (2005), “A Basic İntroduction to RFID technology and its use in SCM”.
- 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.
- New, S.J. (1996), “A framework for analysing supply chain improvement, International Journal of Operations & Production Management”, 16:164.
- O’Connor, M. C (2006)., “DHL to Test Tags on Returns”, RFID Journal, 16 Mart 2006.
- Raja, G.K. (1998), Logistics and Transportation Design and Planning, Kluwer Academic Publishers, London.
- Reid, K. (2003), “The Barcode of the 21st Century”, National Petroleum News, Eylül 2003, 36-42.
- RFID Advertorial (2006), “Koç Sistem RFID Uygulamaları”, İstanbul.
- RFID Uygulamaları Semineri (2006), İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Salem, Y.M. (2006), “Automated barcode recognition and inspection automation”, Expert Systems with Applications, Alexandria, 33:1-10.
- Sangani, K. (2004), “RFID sees all”, IEE Review, 50(4).

Satish, B., (2005), “Report Of Work Conducted Under The Aegis Of Celdistrategic Research Grant: Experimental Test Bed For Performance Evaluation Of RFID”, Oklahoma State University, Oklahoma.

Scott, J.M. (2003), “Integrating the warehousing and transportation functions of the supply chain”, Transportation Research, 39:141-159.

Thornton, F., Haines, B. ve Das, A. (2006), RFID Security, Syngress.

İnternet Kaynakları

[1] www.aeroscout.com

[2] www.systemid.com

[3] www.coolavenues.com

[4] www.identecsolutions.com

[5] www.litum.com.tr

[6] www.logisticsworld.com

[7] www.omegacozum.com

[8] www.prweb.com

[9] www.idtechex.com

[10] www.rfidjournal.com/article/articleview/1338/1/129/

[11] www.benefitsinc.com

[12] www.kalder.org/genel/14kongresunumlar

[13] web.mit.edu/smadnick/www/wp/2007-01.pdf

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 27.03.1980

Doğum yeri İstanbul

Lise 1995-1998 Maçka Akif Tuncel Anadolu Teknik Lisesi
Bilgisayar Bölümü

Lisans 1998-2002 Yıldız Teknik Üniversitesi
Kimya-Metalurji Fak.
Matematik Mühendisliği Bölümü

Çalıştığı Kurumlar

2002-Devam ediyor Çözüm Bilgisayar Ltd. Şti.

2007-Devam ediyor Okyanus Teknoloji Bilgisayar ve Yazılım San.
Tic. Ltd. Şti